

Peters, Frederik

**Working Paper**

## Späte Mutterschaft als medizinischer Risikofaktor? Der Einfluss des Alters der Mutter auf das Risiko der Frühgeburt

SOEPPapers on Multidisciplinary Panel Data Research, No. 342

**Provided in Cooperation with:**

German Institute for Economic Research (DIW Berlin)

*Suggested Citation:* Peters, Frederik (2010) : Späte Mutterschaft als medizinischer Risikofaktor? Der Einfluss des Alters der Mutter auf das Risiko der Frühgeburt, SOEPPapers on Multidisciplinary Panel Data Research, No. 342, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/150887>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

# SOEPpapers

on Multidisciplinary Panel Data Research

# 342

**Frederik Peters**

**Späte Mutterschaft als medizinischer Risikofaktor?  
Der Einfluss des Alters der Mutter auf das Risiko der Frühgeburt**

Berlin, November 2010

## **SOEPpapers on Multidisciplinary Panel Data Research** at DIW Berlin

This series presents research findings based either directly on data from the German Socio-Economic Panel Study (SOEP) or using SOEP data as part of an internationally comparable data set (e.g. CNEF, ECHP, LIS, LWS, CHER/PACO). SOEP is a truly multidisciplinary household panel study covering a wide range of social and behavioral sciences: economics, sociology, psychology, survey methodology, econometrics and applied statistics, educational science, political science, public health, behavioral genetics, demography, geography, and sport science.

The decision to publish a submission in SOEPpapers is made by a board of editors chosen by the DIW Berlin to represent the wide range of disciplines covered by SOEP. There is no external referee process and papers are either accepted or rejected without revision. Papers appear in this series as works in progress and may also appear elsewhere. They often represent preliminary studies and are circulated to encourage discussion. Citation of such a paper should account for its provisional character. A revised version may be requested from the author directly.

Any opinions expressed in this series are those of the author(s) and not those of DIW Berlin. Research disseminated by DIW Berlin may include views on public policy issues, but the institute itself takes no institutional policy positions.

The SOEPpapers are available at  
**<http://www.diw.de/soeppapers>**

### **Editors:**

Georg **Meran** (Dean DIW Graduate Center)

Gert G. **Wagner** (Social Sciences)

Joachim R. **Frick** (Empirical Economics)

Jürgen **Schupp** (Sociology)

Conchita **D'Ambrosio** (Public Economics)

Christoph **Breuer** (Sport Science, DIW Research Professor)

Anita I. **Drever** (Geography)

Elke **Holst** (Gender Studies)

Martin **Kroh** (Political Science and Survey Methodology)

Frieder R. **Lang** (Psychology, DIW Research Professor)

Jörg-Peter **Schräpler** (Survey Methodology)

C. Katharina **Spieß** (Educational Science)

Martin **Spieß** (Survey Methodology, DIW Research Professor)

ISSN: 1864-6689 (online)

German Socio-Economic Panel Study (SOEP)  
DIW Berlin  
Mohrenstrasse 58  
10117 Berlin, Germany

Contact: Uta Rahmann | [urahmann@diw.de](mailto:urahmann@diw.de)

# **Späte Mutterschaft als medizinischer Risikofaktor?**

Der Einfluss des Alters der Mutter auf das Risiko der Frühgeburt

Frederik Peters (Max-Planck Institute for Demographic Research and Lund University)

## **Zusammenfassung:**

Das steigende mittlere Alter bei Geburt wird in der medizinischen Forschung als wichtiger Risikofaktor für die Gesundheit der Neugeborenen erachtet, die über den Indikator *Frühgeburt* bestimmt werden kann. Die vorliegende Analyse eines Kollektivs von insgesamt 1391 Geburten von Müttern im SOEP, konnte in einem multivariaten Design zeigen, dass der Einfluss des biologischen Alters tatsächlich stark von der Bildung moderiert wird. So hat ein mittlerer Bildungsgrad bereits eine stark protektive Wirkung für das mit dem Alter steigende Risiko auf eine Frühgeburt. Die Ergebnisse bestätigen die Hypothese, nach der im Lebenslauf kumulative Bildungsprozesse einen gegenläufigen Einfluss zu gleichzeitigen Alterungsprozessen ausüben können.

Keywords: older primigravida, preterm births, SOEP, Germany, longitudinal

## **Corresponding Author:**

Frederik Peters

Max-Planck-Institut für demografische Forschung

Konrad-Zuse Straße 1

18057 Rostock

peters@demogr.mpg.de

## 1.Problemstellung und Forschungsfrage

*„For unknown reasons, the incidence of preterm birth has been increasing in many industrialized countries since the early 1980s. It seems that this increase has been more evident among white and wealthy populations.“*

(Wen et al. 2004: 431)

Einer der bemerkenswertesten Trends im Bereich der menschlichen Fertilität ist das bis heute ungebremste Ansteigen des mittleren Alters bei Geburt (Billari et al 2007: 149). Vor allem der Zeitpunkt, mit dem Frauen ihre reproduktive Phase überhaupt starten, liegt heute in vielen Ländern bereits deutlich jenseits von 30 Jahren (Mirowski 2002: 316). Für die westliche Welt im allgemeinen und Deutschland im Besonderen hat dieser Entwicklungstrend bereits vor Jahrzehnten in den späten 60er Jahren eingesetzt, was als zweiter demografischer Übergang bezeichnet wird (Sobotka 2008: 172). Auch wenn dieses Konzept bis heute umstritten bleibt, deutet es zumindest einen möglichen fundamentalen Wandel im Geburtsverhalten an. Der Kernpunkt dabei ist die Unumkehrbarkeit der Trends im reproduktiven Verhalten, wozu einerseits Fertilitätsraten unterhalb des Bestandserhaltungsniveaus von etwa 2,1 Kindern je Frau und andererseits das Aufschieben der Familiengründung in ein deutlich höheres Alter gehören (ebd.), auch wenn sich in vielen Staaten seit kürzester Zeit eine Erholung der niedrigen Geburtenraten abzeichnet und sich die Verschiebung des mittleren Alters bei Erstgeburt verlangsamt (Goldstein et al. 2009: 663).

Für Deutschland kann noch immer ein nahezu ungebremstes Ansteigen des Alters bei Erstgeburt konstatiert werden (Kreyenfeld et al. 2010: 11). Betrug dieses 1970 im früheren Bundesgebiet noch 24,3 und in der ehemaligen DDR sogar nur 21,9 Jahre (Heß-Meining/Tölke 2005: 244), so sind diese Werte im Jahr 2008 auf 28,69 in den alten und 27,47 in den neuen Bundesländern angestiegen (Kreyenfeld et al. 2010: 14).

Hinsichtlich der Kontinuität dieses Trends zur späteren Geburt, stellt sich zuallererst die Frage nach dem Ende des Aufschiebens der Geburt in immer höhere Lebensalter, oder wie es Jane Menken bereits 1985 formulierte: *„How late can you wait?“* (469). Eine natürliche Schallmauer ist dabei das über das Alter der Frau steigende Risiko auf Infertilität, was vor allem in historischen, sogenannten „natürlichen“ Populationen gut belegt ist (ebd.: 470). Auch wenn die Reproduktionsmedizin in den letzten Jahren immer stärker daran arbeitet auch

diese letzte biologischen Bastion zu brechen, ist zumindest auf mittlere Sicht nicht mit einer Abschaffung dieser natürlichen Altersgrenze zu rechnen.

Aus Sicht der Medizin aber, und damit vor allem aus Perspektive der betroffenen Eltern, ist ein Faktor dabei zentral: Mit steigendem Alter der Mutter bei Geburt ist zunehmend auch die Gesundheit ihres Neugeborenen betroffen (Breart 1997: 72). In epidemiologischen Studien wird deshalb auch oft das Alter „35 und höher“ als separater kausaler Risikofaktor für die Gesundheit des Neugeborenen in die Erklärungsmodelle aufgenommen (Lampinen et al. 2009: 33). Offensichtlich gibt es biologische Alterungsprozesse, die eine medizinisch „optimale Geburt“<sup>1</sup> in höheren Altersstufen unwahrscheinlicher werden lassen. Nicht nur die Möglichkeit kein Kind zu bekommen, sondern auch das Risiko ein krankes Kind zu bekommen steigt mit dem Alter der Mutter an.

Würde sich dieser Mechanismus auch unter modernsten medizinischen Bedingungen, wie sie ohne Zweifel in Deutschland herrschen, tatsächlich als biologisch weitgehend fix bestätigen, könnte dies das steigende Durchschnittsalter bei Geburt ab einem bestimmten Punkt zu einem relevanten *Public Health Issue* machen. Aus dieser Sichtweise heraus stellt sich die Frage, welche Faktoren negative *Perinatal Outcomes*, die möglicherweise mit dem Alter der Mutter kausal in Zusammenhang stehen, moderieren. Würde sich etwa zeigen, dass Ressourcen- und Verhaltenseffekte, wo ältere Frauen möglicherweise gar einen Vorteil gegenüber jüngeren Frauen haben, den negativen biologischen Einfluss des Alters abmildern oder gar gänzlich umkehren, so würde dies das Problem deutlich entschärfen.

Medizinische und epidemiologische Studien zum Thema haben hier den Nachteil, dass biologisch kausale Einflüsse zwar sehr detailliert betrachtet werden, Heterogenität hinsichtlich Einkommen, Bildung, Herkunft und Verhalten aber oftmals unzureichend kontrolliert wird. Ein systematisches Abwägen biologischer und sozialer Faktoren kann damit nicht sichergestellt werden. Die Hauptursache für diesen Mangel kann mit der speziellen Eigenschaft medizinischer Primärdaten erklärt werden. In der Regel finden sich dabei auf der einen Seite relativ kleine Case-Control Studien, die darauf abzielen isoliert den Effekt ganz bestimmter medizinischer Einflussgrößen zu bestimmen. Beispielhaft sei hier die Untersuchung von Goldenberg et al. genannt, die 2929 Frauen über 3 Jahre nach möglichen Prädiktoren für eine Frühgeburt beobachtet hat (1998: 233). Auf der anderen Seite existieren Sekundärdaten, etwa aus der Qualitätsberichterstattung des Gesundheitswesens, die zwar

---

<sup>1</sup> Der Begriff „optimal“ bezieht sich hier ausschließlich auf die jeweilige Sichtweise einer Fachdisziplin und ist mit keinerlei Wertung des Autors verbunden. Tatsächlich gibt es nicht *die* „optimale Geburt“ und schon gar nicht das „optimale Kind“.

enorme Fallzahlen aufweisen, dafür aber erstens in der Regel Individuen nicht über mehrere Zeitpunkte erfassen (und damit das Auffinden kausaler Effekte nicht ermöglichen) und zweitens gerade im Hinblick auf wichtige soziale Indikatoren unzureichende Daten aufweisen. So beinhaltet etwa die deutsche Perinatalstatistik zwar für nahezu 100% aller jährlich Geborener detaillierteste medizinische Angaben (Kreyenfeld 2010: 9). Eine zureichende Differenzierung der Mütter hinsichtlich Einkommen, Bildung und Familienstand ist jedoch nur eingeschränkt möglich, ebenso wie Informationen über Zustände und das Verhalten vor der Konzeption der Frau nicht verfügbar sind. Befragt man beispielsweise eine Mutter *nach* der Geburt ihres Kindes zu gesundheitsschädlichem Verhalten *vor* der Konzeption, sind allein aufgrund sozialer Erwünschtheit und der besonderen Situation der Frau kurz nach der Entbindung im Krankenhaus wohl kaum valide Angaben zu erwarten.

Eine Alternative zu den oftmals unzureichenden medizinischen Datenquellen, bieten auf größerer Ebene lediglich die großen sozialwissenschaftlichen Längsschnittuntersuchungen, zu denen vor allem das Mikrozensus Panel, der Allbus und das SOEP gehören. Diese befragen in vergleichsweise großer Fallzahl und Diversität einen relativ repräsentativen<sup>2</sup> Teil der deutschen Bevölkerung regelmäßig und produzieren so tatsächlich echte prospektive Daten. So unterbelichtet soziale Vielfalt in medizinischen Surveys jedoch ist, so wenig wird medizinische und folglich biologische Heterogenität in den genannten Verlaufserhebungen berücksichtigt. Es ergibt sich damit für jede Forschungsfrage ein Trade-Off zwischen medizinischer und sozialer Realität, die jeweils in ganz unterschiedlichen Ausschnitten von den Datensätzen, einerseits eher medizinisch und andererseits eher sozial, betrachtet wird.

Für die hier diskutierte Fragestellung nach dem Zusammenhang von Alter der Mutter und Gesundheit ihres Neugeborenen haben sich in diesem Zusammenhang in den letzten Jahren jedoch neue Forschungsmöglichkeiten erschlossen. Das SOEP hat als eines der größten und traditionsreichsten deutschen Panels, hat in den vergangenen Erhebungen sukzessiv immer häufiger Fragen zum Themenbereich Gesundheit und Gesundheitsverhalten aufgenommen. Seit dem Jahr 2003 wurde gar ein eigener Fragebogen eingeführt, der detailliert Informationen über die Neugeborenen der Panelmitglieder erhebt. Inzwischen stehen sieben Wellen von 2003-2008 zur Auswertung bereit, was eine ausreichend große Fallzahl zur Analyse medizinischer Fragestellungen im Bereich Fertilität ermöglicht. Erstmals können so medizinische Outcome-Variablen der Säuglinge mit zeitlich vorgelagerten Zuständen ihrer

---

<sup>2</sup> Der Begriff der *Repräsentativität* ist in der Wissenschaft wenig klar definiert und eine *Repräsentativität* eines Samples kann theoretisch nicht nachgewiesen werden (Schnell et al. 2008: 305). Vielmehr ist die perfekte Zufallsauswahl als Methode der Datenerhebung die Idealbedingung der Generierung eines Samples (ebd.).

Mütter kombiniert werden, was überhaupt erst das Auffinden kausaler Effekte ermöglichen kann.

Vor dem Hintergrund verbesserter Forschungsmöglichkeiten, hat sich die vorliegende Arbeit das Ziel gesetzt, systematisch Faktoren, die vermittelt über das Alter der Mutter die Gesundheit des Neugeborenen beeinflussen, gegeneinander abzuwägen. Es stellt sich die Frage, ob das Alter der Mutter als biologische Determinante tatsächlich eine zentrale Rolle für die Gesundheit des Neugeborenen spielt, wie in der medizinischen Literatur beschrieben. Vor allem aber stehen der mögliche gegenläufige Einfluss sozialer Indikatoren, wie Bildung, Einkommen, Herkunft und Gesundheitsverhalten im Fokus des Interesses.

## **2. Theoretische Vorüberlegungen und Stand der Forschung**

### **2.1 Frühgeburtslichkeit als zentraler Indikator für die Gesundheit Neugeborener**

Aufgrund seiner besonderen Auswirkungen auf die gesamte Lebensspanne eines Menschen ist der Gesundheitszustand von Neugeborenen nicht *ein* medizinisches Spezialthema unter vielen, sondern kann als zentrale Determinante für spätere Erkrankungen und sogar den Zeitpunkt des Todes angesehen werden (Berkowitz/Papiernik 1993: 414). So existieren deutliche Hinweise, dass bereits in der Phase des Heranwachstums im Mutterleib (bezeichnet als *in-utero*), wichtige Risiken für spätere Erkrankungen sprichwörtlich „programmiert“ werden. Ein Beispiel hierfür ist der deutliche Zusammenhang zwischen der Jahreszeit der Geburt und dem späteren Ausbilden von chronischen Erkrankungen und schließlich auch dem Alter des Todes (Doblhammer 2004: 184). Gerade Ereignisse, die im letzten Trimester der Schwangerschaft erfolgen oder aber ausbleiben, wie etwa eine Mangelernährung der Mutter, haben Auswirkungen auf das Wachstum und die spätere physische Konsistenz des Kindes (ebd.: 185).

Auf dem Gebiet der Pränatal-, Perinatal- aber auch Neonatalmedizin wurden gerade in der frühen Morbidität und Mortalität in den vergangenen hundert Jahren bemerkenswerte, möglicherweise die wichtigsten medizinischen Fortschritte überhaupt erzielt. So konnte die Lebenserwartung in Deutschland vor allem durch die massiv reduzierte Säuglingssterblichkeit gesenkt werden. Einhergehend mit generell immer besseren Lebensbedingungen wurde damit erstmals in der Geschichte der Menschheit im 20ten Jahrhundert eine Umstellung von Quantität auf Qualität des Nachwuchses ermöglicht. Alle Ressourcen der Eltern, und die gesamte gesellschaftliche Förderung des Nachwuchses, konzentrierten sich nun auf wenige

Kinder, was die sehr frühen Lebensbedingungen der Ungeborenen zusätzlich zu den medizinischen Fortschritten stark verbessert.

Starb noch im letzten Jahrhundert in Deutschland mehr als jedes 10 Kind direkt nach der Geburt, hat sich diese Zahl auf etwa 5% in den frühen 50er Jahren halbiert und liegt heute im Bereich von deutlich weniger als 5 pro 1000 Neugeborenen (Umweltbundesamt 2008: 9). Lag die Wahrscheinlichkeit das Alter 20 zu erreichen noch zu Beginn des Jahrhunderts bei 70,6%, so erreichen heute fast alle Neugeborenen (99,4%) dieses Alter (Statistisches Bundesamt 2009: 58).

Angesichts dieser gewaltigen Verbesserungen ist heute nicht mehr die Vermeidung von Todesfällen oberste Priorität der Geburtsmedizin, sondern generell die Verbesserung der Startbedingungen für die Neugeborenen (wobei die weitere Senkung der Kindersterblichkeit damit natürlich einhergeht). Als der wichtigste Indikator neben dem Geburtsgewicht ist dabei heute die Schwangerschaftsdauer identifiziert. Etwa 70% aller Todesfälle direkt nach der Geburt sind eine Frühgeburt, definiert als Entbindung vor der 37. Schwangerschaftswoche (Kirschner, Hoeltz 2000: 11). Die Überlebenden zu früh geborenen Kinder, weisen zu einem beträchtlichen Teil lebenslange Behinderungen und Mehrfachbehinderungen auf (ebd.) sind aber auch in Bezug auf spätere Gesundheit und Entwicklung benachteiligt. Komplikationen im Bezug auf die Atemwege, den Magen-Darm Trakt, das Immunsystem, das Nervensystem sowie Hör- und Sehsinne sind deutlicher häufiger, als bei Termingeburten (Behrman et al. 2007: 1). Die physische, kognitive, motorische als auch sozi-emotionale Entwicklung ist wahrscheinlicher beeinträchtigt, was nicht nur den Betroffenen, sondern auch deren Familien stark belastet (ebd.). Die Kosten für den Gesundheitssektor, die durch Frühgeburten entstehen, werden in den USA auf 26 Milliarden (ebd.) und in Deutschland auf etwa 1 Milliarde geschätzt (Kirschner/Hoeltz 2000: 118).

Vor dem Hintergrund dieser Relevanz des Indikators „Frühgeburt“ für das Leben des Einzelnen, aber auch für die gesamte Gesellschaft, ist es umso beunruhigender, dass die Prävalenzen der Frühgeborenen seit Jahrzehnten nicht weiter gesenkt werden könne, und in vielen entwickelten Ländern sogar ansteigen. In den Vereinigten Staaten von Amerika ist die Frühgeborenenrate, definiert als Frühgeburten je 100 Geburten, von 9,4 im Jahr 1981 auf heute 12,5 um mehr als 30% angestiegen (Behrman et al. 2007: 2). Auch in Deutschland, wo die Rate seit den 80er Jahren relativ stabil bei etwa 6% lag, ist in den letzten Jahren ein Anstieg auf 8,6% im Jahr 2008 zu verzeichnen (Kirschner et al. 2009: 279). Aufgrund dieses Trends wird die Frühgeburtlichkeit heute als ernsthaftes, für Kinder sogar als das wichtigste

Public-Health Problem in den entwickelten Staaten eingestuft (Behrmann et al. 2007: 2; Kramer 1997: 227).

Zahlreiche Risikofaktoren, die eine Frühgeburt ursächlich auslösen können, wurden bis heute identifiziert, aber noch immer sind mehr als die Hälfte der Fälle kann keiner Einflussgröße zugerechnet werden (Kramer 1997: 229). Trotz aller Forschungsbemühungen ist sich die medizinische Fachliteratur einig, das bis heute keine kausalen Ursachen für die Frühgeburt gefunden wurden (Friese et al. 2003: 479).

Auch wenn somit auf absehbare Zeit kaum mit einer Lösung dieser Gretchenfrage nach den tatsächlichen Wirkursachen gerechnet werden kann, sind doch zwei Gründe für den starken Anstieg in den letzten Jahren zumindest korrelativ belegt: Das steigende Alter bei Erstgeburt und die Zunahme von Mehrlingsschwangerschaften (Friese et al. 2003: 478). Während letzteres Phänomen, bedingt durch den stark steigenden Anteil sogenannter Kinderwunschbehandlungen, von der Medizin selbst erzeugt wird, gehört ersteres im Gesundheitssystem zu den nicht intervenierbaren Ursachen (Kirschner et al. 2009: 279). Als weitere Risikofaktoren, die wie das Alter als nichtmedizinisch bezeichnet werden, gelten soziale Lage, Arbeitsbelastungen, Alkoholkonsum, Rauchen, illegale Drogen, Parodontitis, Body-Mass-Index, Vitaminversorgung, Kaffeekonsum, sportliche Aktivität, Stress, soziale Unterstützung und das Sexualverhalten (Friese et al. 2003: 480).

Bringt man den demografischen Befund, des steigenden Alters der Mütter aus dem ersten Abschnitt, mit dem medizinischen Befund, der steigenden Frühgeburtlichkeit aus dem vorliegenden Abschnitt, zusammen, ergibt sich beunruhigendes Bild. Solange die einzig nicht-intervenierbare Ursache, nämlich das Alter der Mutter bei Erstgeburt, weiterhin derart stark ansteigt, kann nicht von einer Umkehr des Trends der steigenden Frühgeburtlichkeit ausgegangen werden.

Aus diesem Grund ist es eine der zentralen Aufgaben der zukünftigen Forschung auf diesem Gebiet, den Zusammenhang von Alter und Schwangerschaftsdauer differenzierter zu untersuchen. Dabei gilt es, in stärkerem Maße als bisher, vor allem kausale Faktoren zu finden, die den Einfluss des Alters möglicherweise moderieren oder zumindest teilweise erklären können. Diese (möglichen) Faktoren lassen sich theoretisch in zwei Hypothesen verdichten, die im Folgenden dargestellt werden.

## **2.2 Zwei Hypothesen zum Einfluss des Alters der Mutter auf die Schwangerschaftsdauer: Seneszenzhypothese vs. Ressourcenhypothese**

Der Effekt, dass mit steigendem Alter der Mutter auch die Frühgeburtenrate steigt, zumindest wenn man von den Teenagerschwangerschaften absieht, ist empirisch vielfach untersucht. Um die zahlreichen in der Literatur oftmals sehr unübersichtlich zusammengestellten Einflussfaktoren (meistens in Form einer langen Liste) inhaltlich zu ordnen, werden im vorliegenden Abschnitt der Arbeit zwei Hypothesen entworfen. Diese bündeln mögliche Gründe, die entweder für oder gegen die positive Korrelation von Alter und Frühgeburtslichkeit sprechen.

### *Seneszenzhypothese*

Eine der Schlüsselüberlegungen, die erklärt, warum ab einem bestimmten Alter ein Großteil der biologischen Funktionen eines Organismus deutlich schwächer wird, stammt aus der Evolutionsbiologie. Die recht simple Überlegung hier: Gene, die zu Krankheiten in den Altersstufen nach der Reproduktion führen, unterliegen keinerlei Selektionsdruck (Baudisch 2008: 20). Aus Perspektive der Gene kann es als optimal angesehen werden, wenn eine Frau vom Moment der Konzeption hin zum Zeitpunkt der Entbindung ihre höchste „Fitness“ im Hinblick auf die Fähigkeit ein möglichst gesundes Kind zu bekommen aufweist<sup>3</sup>. Folglich werden bis zum Alter der maximalen Reproduktionsleistung jene Gene selektiert, die Schäden am Organismus, vor allem aber an den an der Reproduktion beteiligten Organen, reparieren (Baudisch/Vaupel 2009: 1). Vor dem Hintergrund begrenzter Ressourcen lässt der Nutzen von Reparaturen vor allem nach der reproduktiven Phase mit dem Alter stetig nach, was zu einer beschleunigten Alterung und schließlich zum Tod führt (ebd.). Modellrechnungen zeigen, dass der Selektionsdruck vor allem ab dem Alter 35 massiv nachlässt und dann spätestens im Alter 50 auf Null sinkt (Baudisch 2008: 24). Dies deckt sich mit der Beobachtung, dass ab dem Alter 35 auch das Risiko auf eine Frühgeburt stark ansteigt, was in der Medizin dazu führte die Kategorie „Alter 35+“ als eigenen isolierten Risikofaktor anzusehen (Kirschner/Hoeltz 2000: 120).

Belege für die These, dass die Funktionalität des Reproduktionsapparates über das Alter nachlässt, lassen sich auch aus Studien der Fertilität von natürlichen Populationen aus dem

---

<sup>3</sup> Im Bereich der Evolutionsbiologie werden in erster Linie vier Großtheorien für den Zusammenhang von Alterungsprozessen und Fertilität genannt. Dazu gehören die Mutations-Akkumulationstheorie (Charlesworth 1994), die Theorie der antagonistischen Pleiotropie (Williams 1957), die Theorie der ersetzbaren Körper (Kirkwood 1977) und die neuere Theorie des intergenerationalen Transfers (Lee 2003).

17. Jahrhundert finden (Menken 1985: 471). Hier zeigte sich, dass selbst bei Abwesenheit von Geburtenkontrolle, etwa ab dem Alter 35 die Chance wenigstens ein Kind zu gebären stark absinkt und spätestens im Alter 50 bei Null steht (ebd.), ebenso wie in den Modellrechnungen von Baudisch angenommen. Auch in modernen Gesellschaften, wo bis zu einem bestimmten Maß das Alter bei Geburt frei wählbar ist, zeigt sich kaum ein anderes Muster: Erreichen 1000 Frauen des Geburtsjahrgangs 1960 in Deutschland vom Alter 22 bis 29 noch eine Kinderzahl von durchschnittlich mehr als 100 Kindern pro Altersstufe, so sinkt diese Zahl im Alter 35 auf 40 und liegt im Alter 45 nahe 0 (Statistisches Bundesamt 2008: 66).

Es zeigt sich folglich, dass relativ unabhängig von individueller Kontrolle etwa ab dem Alter 30 die Fruchtbarkeit stetig nachlässt und sich so die evolutionsbiologische Hypothese der Seneszenz, hier definiert als nachlassende Fertilität bei gleichzeitig zunehmender Morbidität, bis heute bestätigen lässt<sup>4</sup>. Ob sich die Gesundheit des Neugeborenen notwendigerweise ebenso proportional mit steigendem Alter der Mutter verschlechtert, ist ungeklärt. Es scheint aber zumindest eine Spanne zu existieren, in der medizinisch optimale Ergebnisse zu erwarten sind.

Akzeptiert man die Frühgeburtenrate als zentralen Proxy für Gesundheit des Neugeborenen, scheint sich eine derartige Spanne anzudeuten, die in der Literatur oftmals als U-Form dargestellt wird. So ist das Risiko für eine Frühgeburt vor allem bis zum Alter 18 und ab dem Alter 35 besonders hoch (Behrman et al. 2007: 126). Aufgrund der Tatsache, dass dieses Muster generell über alle menschlichen Subpopulationen gilt und nicht vollständig durch bekannte Risikofaktoren erklärt werden kann, kann auch hier von einer biologischen Regelmäßigkeit ausgegangen werden (ebd.: 124). Grundsätzlich besteht bei dieser aber ein wichtiger Grundunterschied, nämlich der zwischen Primi- und Multiparität<sup>5</sup>. Für Erstgebärende ergeben sich deutlich höhere Risiken im fortgeschrittenem Alter, während für die übrigen Frauen vor allem das sehr junge Alter als riskanter anzusehen sei (Kubli/Arabin 1984: 150). Vor dem Hintergrund des stetig steigenden Alters bei Erstgeburt hat sich in der Medizin deshalb schon seit etwa einem halben Jahrhundert das Forschungsthema „elderly primipara“ etabliert (Kane 1967: 409). Bis heute herrscht hier jedoch Uneinigkeit darüber, ob negative „pregnancy outcomes“ wie niedrigeres Geburtsgewicht, höhere Mortalität und Morbidität tatsächlich nur bei Erstgebärenden auftreten und ob diese nur Nebenfolgen von

---

<sup>4</sup> Dies gilt auch, oder gerade wegen, der sich enorm ausbreitenden Praxis künstlicher Befruchtung in überwiegend höheren Altersstufen (Behrman et al. 2007: 169)

<sup>5</sup> Dies bezieht sich, im Unterschied zur Geburtsordnung, nicht auf die Zahl der Lebendgeburten sondern Schwangerschaften. Primiparität, auch als Primigravida bezeichnet, steht für die erste und Multiparität, auch Multigravida, für die zweite oder höhere Schwangerschaft.

Bluthochdruck, Diabetes und Präeklampsie sind, die ebenfalls in höheren Altersstufen auftreten (Maroulis 1991: 171). Die kausalen Ursachen, warum gerade Erstgebärende ein höheres Risiko aufweisen, sind aber unbekannt.

Auf biologisch-medizinischer Ebene handelt es sich zusammenfassend bei der Frühgeburt um ein intensiv erforschtes Phänomen, bei dem noch immer viele Fragen offen sind. Hauptgrund für diesen Befund sind fehlende Längsschnittstudien, die bereits vor der Phase der Konzeption ansetzen und Ergebnisse nach der Geburt somit kausal erklären könnten. Trotz dieser Defizite sind sich die Experten darüber einig, dass das Alter der Mutter bei Konzeption einen biologischen Einfluss auf die Gesundheit des Neugeborenen hat. In einer „committee opinion“ hat die „American Society for Reproductive Medicine“ übereinstimmend erklärt, dass die Qualität des Ovum<sup>6</sup> genetisch bedingt ab dem Alter von 32 Jahren graduell und ab 37 rapide nachlässt und sich als Folge häufiger Fehlgeburten, Frühgeburten und Erkrankungen der Neugeborenen ergeben (2008: 154f).

Die Seneszenzhypothese kann folglich mit steigender Frühgeburtlichkeit für höhere Altersstufen in Zusammenhang gebracht werden, ohne dass sie konkrete Mechanismen aufzeigt. Sie gibt vielmehr ein generelles biologisches Verlaufsmuster vor, das in Abhängigkeit teils bekannter, teils unbekannter Faktoren stark moduliert wird. Die wichtigsten Argumente, die erklären weshalb für bestimmte Subpopulation sogar ein umgekehrter Alter-Risiko-Zusammenhang besteht, sind im folgenden Abschnitt unter der Ressourcenhypothese subsumiert.

### *Ressourcenhypothese*

Auch wenn für Menschen viele biologische Gesetzmäßigkeiten möglicherweise aus dem evolutionären Erbe ableitbar sind, können diese nicht ungesehen auf moderne Gesellschaften übertragen werden. Spätestens seit Beginn des stark zunehmenden Wohlstands verbunden mit einer enorm reduzierten Sterblichkeit in den westlichen Zivilisationen, haben Menschen weitaus stärkere Kontrolle über ihre Lebensbedingungen und vor allem ihre Gesundheit erlangt, als dies jemals zuvor der Fall war. Technische aber auch soziale Innovationen, haben dazu beigetragen, ehemals unüberwindbare biologische Grenzen immer weiter hinauszuschieben.

Auch wenn aus rein medizinischer Sicht sicher eine Art „optimales Alter“ der Geburt bestimmt werden kann, bei dem Risiken hinsichtlich mütterlicher Morbidität und Mortalität,

---

<sup>6</sup> Das Ovum bezeichnet die weibliche Eizelle.

fetaler Mortalität, Totgeburt, perinatale Mortalität und Kindersterblichkeit minimal sind (Nortman 1974: 1), so ergeben sich aus anderen Perspektiven durchaus Vorteile einer späten als sogar einer sehr späten Geburt.

Eine Grundunterscheidung kann hier zwischen *biologischer Reife* und *sozialer Reife* eines Individuums getroffen werden (Mirowsky 2002: 316). Während erstere intern vom Organismus selbst determiniert wird und etwa um das Alter von 20 Jahren abgeschlossen ist, ist letztere stark von externen Faktoren abhängig und in modernen Gesellschaften näherungsweise im Alter von 30 Jahren ausgebildet (ebd.). Als wichtigster Einflussfaktor ist dabei ohne Zweifel die Bildung anzusehen, die bereits sehr früh einen „sekundären Wachstumsprozess“<sup>7</sup> im Menschen anregt. Mit höherem Grad an Bildung geht auch ein höherer Grad an Fitness im Allgemeinen und Gesundheit im Besonderen einher. Der Schlüsselmechanismus, der diesen Zusammenhang erklärt, ist die kumulative Ausstattung mit Ressourcen, vermittelt über formale aber auch informelle Bildungsprozesse (Mirowsky/Ross 2003: 50). Dazu gehört in erster Linie die Möglichkeit ein Einkommen zu erwirtschaften, das überhaupt erst stabile und abgesicherte Lebensbedingungen ermöglicht. Weitaus wichtiger sind aber kognitive Ressourcen, die es dem Einzelnen ermöglichen, sein Leben effektiv selbst zu kontrollieren (ebd.). Bildung fördert hier den Willen und aber auch das Vermögen, die Verantwortungsbereitschaft über die eigene Gesundheit zu übernehmen, was schließlich in einem gesünderen Lebensstil resultiert. Regelmäßige Arztbesuche, Sport, moderater Genuss von Alkohol, die Vermeidung von Übergewicht und der Verzicht auf Rauchen und härtere Drogen hängt deshalb stark mit dem Bildungsniveau zusammen (ebd.). Letztlich führt dies dazu, dass Bildung auf allen Altersstufen zu niedriger Mortalität und Morbidität führt (ebd.).

Das Formalisieren eines Zusammenhangs zwischen dem Alter der Mutter und der Gesundheit ihres Neugeborenen muss diese kulturell-soziale Komponente ausdrücklich mit einbeziehen. Da die Ansammlung von Ressourcen grundsätzlich fast über den gesamten Lebenslauf anhält, schlussfolgert Mirowsky pointiert: *„better health and survival come from delaying motherhood as long as possible, perhaps indefinitely“* (2005: 32). Erst bei einer späteren (Erst-)Geburt verfüge das Individuum nämlich über die nötigen ökonomischen und kognitiven Ressourcen und habe einen gesundheitsorientierten Lebensstil etabliert (ebd.). Auch wenn diese Hypothese in medizinischen Studien selten explizit nachgeprüft wurde, finden sich doch für Indikatoren, die bestimmte individuelle Ressourcen abbilden, starke Effekte auf die Frühgeburtlichkeit – auch kontrolliert für biologische Variablen. So bemerkt

---

<sup>7</sup> Dieser Term nimmt Bezug auf den primären Wachstumsprozess, der sich unmittelbar an die Geburt anschließt und mit dem Ende der Kindheit abgeschlossen ist.

Lumley gar, dass in der oftmals widersprüchlichen Literatur zum Bereich „*preterm birth*“ die Relevanz sozialer Nachteile den konsistentesten Befund überhaupt darstellen (2003: 5). So wurden Unterschiede hinsichtlich des Rauchens, der Bildung, des Einkommens, der Herkunft und des Familienstandes nachgewiesen (ebd.). Gleichzeitig beklagt die Autorin aber einen fehlenden konzeptuellen Rahmen, mit dem derartige nichtmedizinische Einflüsse kausal erklärt werden könnten (ebd.). Die Ressourcenhypothese von Mirowsky, nach der ein gesundheitsorientierter Lebensstil und soziales als auch ökonomisches Kapital durch formale Bildung erworben wird und sich kausal auf die Gesundheit der Mutter auswirkt, bietet hierfür zumindest einen ersten Ansatzpunkt. Die Relevanz dieses Zugangs wird durch Befunde unterstrichen, nach denen auch ethnische Unterschiede hinsichtlich der Frühgeborenenrate eher sozial als genetisch erklärt werden können (Ancel et al. 1999: 913).

Die Bildung der Mutter hat bezüglich der Gesundheit des Neugeborenen aber nicht nur einen Einfluss auf den Zeitpunkt der Geburt, sondern weit darüber hinaus. Vergleicht man die Subpopulation der Frühgeborenen untereinander, so ist einer der Hauptrisikofaktoren für spätere ungünstige kognitive Entwicklung eine niedrige Sozialschicht der Mutter, die wiederum stark von deren Bildung bedingt ist (Brandt et al. 1997: 298).

### *Synthese der beiden Hypothesen*

Grundsätzlich stehen sich beide hier vorgestellten Hypothesen konträr gegenüber. Die Seneszenzhypothese betont biologische Risiken aufgrund von Alterungsprozessen, während die Ressourcenhypothese auf soziale Risiken durch fehlende Bildungszeit abzielt. Mediziner befürworten deshalb eine Schwangerschaft direkt nach der biologischen Reife, während Soziologen in einem weiteren Kontext die Wichtigkeit sozialer Reife hervorheben. Problematisch ist nun, dass beide Optima in modernen Gesellschaften durchschnittlich nicht in der gleichen Lebensphase anzusiedeln sind. Durch die Bildungsexpansion im letzten Jahrhundert wurden Frauen zunehmend in universitäre Ausbildung und den Arbeitsmarkt integriert. Aufgrund struktureller aber auch kultureller Unvereinbarkeit sahen und sehen sich oftmals gerade karriereorientierte Frauen gezwungen, ihren Kinderwunsch bis ins höhere Alter aufzuschieben (Kreyenfeld/Konietzka 2007: 16; Sobotka 2006: 183). Ökonomische Modelle legen nahe, dass hinsichtlich der Karrierekosten der Frau ein derartiges Aufschieben der „Babypause“ bis ins höhere Alter unter rationalen Gesichtspunkten wohl nicht vermeidbar ist (Gustafsson 2000: 244). Folglich ist die Schere zwischen biologischer Reife und dem Alter beruflicher Etablierung besonders stark vom Bildungsgrad der Frau und deren Karriereorientierung abhängig. Je höher die (angestrebten) Ressourcen, desto höher das Alter und

desto ungünstiger die biologische Ausgangslage für eine Geburt, könnte man zunächst schlussfolgern.

Theoretisch betrachtet ergänzen sich beide Hypothesen aber eher, als das sie sich ausschließen. Wie bereits angedeutet geht mit steigender Bildung auch das gesteigerte Vermögen einher den eigenen Gesundheitszustand bis ins höhere Alter zu erhalten oder gar noch zu verbessern. Folglich gibt die Biologie zwar ein Grundmuster vor, das für zahlreiche Risiken der Geburt entweder als U-Form oder gar als J-Form nachgewiesen wurde, die soziale Lage aber moderiert die Höhe der tatsächlich beobachteten „perinatal outcomes“ und erklärt Subgruppenunterschiede (Nortman 1974: 1). Die Seneszenz determiniert den Verlauf, die Ressourcen bestimmen aber das Level des Risikos, wäre die Folge dieses Befundes. Eine höhere soziale Position als Proxy für ein mehr an Ressourcen hätte auf allen Altersstufen ein proportional gesenktes Risiko für eine Frühgeburt, während der spiegelbildliche Zusammenhang für niedrige soziale Positionen gelten würde.

Ob der Zusammenhang tatsächlich so proportional gilt, ist aber in Frage zu stellen. Vorstellbar wäre auch ein theoretisches Optimum, bei dem beide Risiken minimal sind. Bezüglich eines derartigen holistischeren Zugangs gibt es kaum Erkenntnisse. Einzig eine Arbeit von Mirowsky bezieht beide Ebenen ein, und errechnet ein Alter von 30,5 Jahren bei Erstgeburt als „optimales“ Erstgeburtsalter (Mirowsky 2002: 315).

Letztlich besteht hier aber interdisziplinärer Forschungsbedarf. Ziel zukünftiger Forschung sollte die systematische Erfassung altersspezifischer biologischer und sozialer Determinanten und deren Zusammenspiel sein. Erst dadurch können wohl erst kausale Pfade entdeckt werden, die letztlich das Rätsel der Frühgeburtlichkeit auflösen. Ähnlich wie bei anderen Erkrankungen scheint dem Ereignis tatsächlich ein längerer Prozess voranzugehen, der eine große biologische Variabilität aufweist und über soziale vermittelte individuelle Entwicklungspfade gesteuert wird. Kritisch anzumerken bleibt weiterhin, dass im Diskurs um das optimale Alter der Erstgeburt und der Erklärung von Frühgeburtlichkeit fast ausschließlich weibliche Fertilität betrachtet wird. Hier gilt es stärker als bisher den männlichen Einfluss abzubilden, auch wenn dies mit zahlreichen methodischen Problemen verknüpft ist, die hier nicht näher erläutert werden können.

### 2.3 Konkrete Fragestellung und Hypothesen

Die vorliegende Untersuchung versucht einen Beitrag zur Debatte um Determinanten der Gesundheit von Neugeborenen zu leisten. Da Ereignisse, die während der Schwangerschaft zur Frühgeburt führen, gut erforscht sind, gleichzeitig aber deren verursachende Zustände wenig erforscht sind, setzt die vorliegende Studie zeitlich früher an. Zentral gilt es dabei folgende Frage zu klären:

*Welche vor der Konzeption ausgeprägten biologischen und sozialen Merkmale führen zu einer kürzeren Schwangerschaftsdauer und damit schließlich auch zu einer Frühgeburt?*

Ziel dieser Frage ist ein Beitrag zur Debatte um kausale Einflussfaktoren und mögliche Mechanismen der Frühgeburt, die theoretisch als Seneszenz und Ressourcen zusammengefasst werden können. Es ist deshalb klar, dass die Variablen Alter der Mutter und ein Ressourcenausstattung als wichtigste Einflussfaktoren in die Analyse eingehen.

Weitere Erkenntnisse in diesem Bereich könnten dazu beitragen, zu untersuchen welche Rolle konkret unser biologisches Erbe im Verhältnis zu unseren kulturellen Praktiken einnimmt. Die alte Frage „Kultur oder Natur?“ spielt auch in dem Bereich der Frühgeburtlichkeit eine wichtige Rolle. Ob das Alter der Mutter auch heute noch eine unveränderliche Grenze darstellt, oder aber andere individuell veränderbare Faktoren wichtiger sind, wäre der Gewinn derartiger Forschungsanstrengungen. In Zeiten, in denen die ehemalige medizinische Kuriosität der „elderly primigravida“ längst zur sozialen Norm geworden ist (Newburn-Cook/ Onyskiw 2005: 853), kann und darf es nicht mehr medizinische Praxis sein, Mütter über 35 pauschal als Hochrisikopatient einzustufen (Lampinen et al. 2009: 37).

Folgende Hypothesen werden für den Einfluss des **Alters** der Mutter auf die **Gestationsdauer** in Abhängigkeit des moderierenden Einflusses der **Ressourcen** aufgestellt:

H1: *Die Frühgeburtlichkeit wird von der Natur bestimmt.* Mit steigendem Alter steigt auch das Risiko für eine Frühgeburt, nahezu unabhängig von sozialen Ressourcen. Grundlage dieser Vermutung bietet die herausgearbeitete Seneszenz-Hypothese, nach der auch in modernen Gesellschaften noch immer evolutionsbiologische Muster Alterungsvorgänge einleiten. Bei Berücksichtigung sozialer Variablen sollte demnach der Einfluss der *Natur* weitestgehend stabil bleiben.

H2: *Die Frühgeburtlichkeit wird von der Kultur bestimmt.* Das Risiko auf eine Frühgeburt sinkt mit besserer Ausstattung des Individuums. Diese Behauptung kann mit der Ressourcenhypothese begründet werden, nach der in höheren Altersstufen mehr ökonomische und gesundheitsrelevante Kapitalarten, aber auch ein kontrollierter Lebensstil, kumuliert sind, und diese biologische Einflüsse überdecken. Bei gleichzeitiger Berücksichtigung sozialer Variablen sollte der Effekt der *Kultur* maßgeblich sein. Es sollte sich eine Interaktion von Alter und sozialen Ressourcenvariablen zeigen, die das Risiko auf eine Frühgeburt stetig über das Alter absenken.

H3: *Der Verlauf der Frühgeburtlichkeit wird von der Natur vorgegeben, das Level aber über die Kultur bestimmt.* Diese Vermutung wird aus der Verbindung der Seneszenz- und Ressourcenhypothese gewonnen. Bei gleichzeitiger Beachtung sozialer Einflussgrößen sollte sich über das Alter ein noch immer ansteigendes Risiko zeigen, wobei höhere Ressourcen den Gradient absenken.

### **3. Datensatz und Konzeption der Untersuchung**

#### **3.1 Das SOEP als medizinische Datenquelle**

Zur Beantwortung der aufgestellten Forschungsfrage verwendet die vorliegende Untersuchung das Sozio-oekonomische Panel, kurz SOEP, als Datenquelle.<sup>8</sup> Es handelt sich dabei um eine seit 1984 laufende Längsschnittstudie, die jährlich private Haushalte in Deutschland befragt. Dabei werden Individuen ab dem Alter von 17 Jahren einbezogen und die Themen umfassen die sozio-demografischen Komposition des Haushalts, die Berufsbiografie, den Erwerbsstatus, das Einkommen und Vermögen, aber auch Lebenszufriedenheit und Gesundheit (Headey/Holst 2008: 5f). Neben diesem Hauptsample existiert seit dem Jahr 2003 eine spezielle Befragung von Frauen der Samplepopulation, die während des laufenden Jahres, oder im Vorjahr ein Kind bekommen haben. Hier werden spezifisch Kind und Mutterbezogene Informationen erhoben, die eine wichtige Grundlage für die vorliegende Studie darstellen.

---

<sup>8</sup> Zur näheren Beschreibung des SOEP vgl. Wagner et al. 2008

Im Laufe der Zeit haben sich aber auch bezüglich der generellen Beobachtungspopulation zahlreiche Änderungen ergeben. So wurde zum Ursprungsbestand von 12.000 Befragten, im Jahr der Wiedervereinigung noch die Zahl von 4.400 Individuen hinzugenommen. Ein speziellen Immigranten Sample wurde im Jahr 1994-95 hinzugefügt und im Jahr 2000 erfolgte eine Aufstockung der Gesamtbefragung auf 20.000 Haushalte, gefolgt von einer weiteren Auffrischung im Jahr 2006 (ebd.: 6f). Ziel der Maßnahmen war es dabei zum einen die Repräsentativität des Samples zu erhalten und zum anderen auch Analysen spezifischer Subgruppen zu ermöglichen. Beinhaltete das Panel zunächst eher Fragen, die im Interesse von Soziologen und Ökonomen lagen, wurden im Jahr 2002 systematisch Fragen zu gesundheitlichen Bereichen eingefügt, die 2004, 2006 und 2008 ebenfalls gestellt wurden (ebd.: 7f).

Damit hat sich die prospektive Erhebung zu einer wertvollen Datenquellen für interdisziplinäre Projekte zur Forschung zur Alterung entwickelt (Gordo et al. 2009: 3). Der Vorteil hierbei liegt in der großen Fallzahl in Verbindung mit den Informationen zu Gesundheit, Bildung, Einkommen, Zufriedenheit und individuellen Präferenzen (ebd.). Das Erhebungsdesign ermöglicht hier vor allem die Aufdeckung kausaler Pfade, die zu Alterung und damit einhergehenden Prozessen führen.

Der wichtigste Vorteil gegenüber vielen medizinischen Surveys, oder auch generell prozessproduzierten Daten, ist die Tatsache, dass Individuen vor Erkrankung und vor der Ausbildung eines Risikofaktors bereits befragt werden und nicht erst aufgrund eines bestimmten Merkmals in eine Studie gelangen. Somit kann das Selektionsproblem umgangen werden, das Vorgänge und Personen die vor einem Startzeitpunkt oder Startkriterium liegen, unsichtbar macht. Im SOEP kann genau spezifiziert werden, wie viele Personen vor einem bestimmten Startalter oder Startzeitpunkt gestorben sind oder das interessierende Ereignis bereits erlebt haben, zumindest bis zur ursprünglich ersten Befragung der jeweiligen Person des jeweiligen Subsamples zurück.

Diesem Vorteil stehen aber auch Nachteile gegenüber. Die Teilnehmer das SOEP sind während der Beobachtungszeit gegebenenfalls dennoch ein selektives Kollektiv, da in Abhängigkeit bestimmter Merkmale bestimmte Personen immer erreichbar sind und an jeder Befragungswelle teilnehmen, und andere zwar einmalig befragt werden, dann aber für eine längere Zeit oder vollständig ausfallen. Dieses als „panel attrition“ (Scott/Alwin 117) bezeichnetes Phänomen, wird im SOEP durch Auffrischungsstichproben begegnet. Auch wenn so zumindest die Teilnehmerzahl relativ stabil bleibt, können doch die ausgefallenen Personen über verdeckte, nicht abgefragte Merkmale verfügen, welche die neu

aufgenommenen Menschen nicht aufweisen. Zumindest aber kann in jedem Fall bestimmt werden, welche zuvor abgefragten Merkmale die Ausfälle aufwiesen. Da im SOEP retrospektive und prospektive Informationen erhoben werden, kann von einer hohen Qualität der nutzbaren Daten ausgegangen werden<sup>9</sup>. Ob tatsächlich eine ausgewogene Studienpopulation verfügbar ist, hängt aber von der jeweiligen Fragestellung ab. Für das hier gestellte Problem ist es wichtig, dass die Daten der Mütter und Kinder keine unbeobachtete Heterogenität aufweisen, die sich systematisch auf die Gestationsdauer auswirkt.

### 3.2 Ausgewähltes Subsample

Für die vorliegende Erhebung wird eine spezifische Teilpopulation aus dem SOEP ausgewählt, was vor allem durch den Zeitpunkt der Einführung bestimmter Befragungsinnovationen bestimmt wird. So wurde im Jahr 2003 erstmals Mütter zu ihren Kindern, die im Jahr 2002 und 2003 geboren wurden, befragt, wohingegen die letzte auswertbare Welle aus dem Jahr 2008, mit Geburten aus 2007 und 2008, vorliegt. Ausschließlich für diese Fälle existieren Angaben zur Dauer der Schwangerschaft in Wochen.

Die Analyseeinheit der Untersuchung ist das Kind. Insgesamt enthält der Datensatz 1435 Kinder von 1179 Müttern. Zu sehen sind in Tabelle 2 alle in die Untersuchung eingegangenen Fälle, sowie die Anteile der Mehrlinge und Erstgeburten.

Tabelle 2: Studiensample, der von Müttern aus dem SOEP geborenen Kinder mit auswertbaren Mutter-Kind Fragebogen, geboren von 2002-2008.

Geburtsjahr	Anzahl	davon	
		Mehrlinge	Erstgeburten
2002	256	2%	44%
2003	244	3%	45%
2004	238	3%	48%
2005	237	7%	46%
2006	190	3%	51%
2007	184	4%	49%
2008	42	5%	48%
Gesamt	1391	4%	47%

Zur Analyse bleiben 1391 Kinder übrig. Nicht auswertbar waren somit lediglich 44 Fälle (27 ohne gültige Schwangerschaftsdauer, 2 nichtbiologische Kinder ihrer Mutter, 15 ohne Alter der Mutter).

<sup>9</sup> Generelle Probleme der Befragung, die zu Verzerrungen führen können, werden hier nicht thematisiert, können aber bei Schnell et al. 2008 nachgelesen werden (321ff).

### 3.3 Operationalisierung und Variablen

Um eine multivariate Analyse durchzuführen, und so die aufgestellten Hypothesen testen zu können, werden folgende Operationalisierungen vorgenommen.

#### *Zu erklärende Variable*

##### A) Schwangerschaftswochen/Frühgeburt

Wie dargestellt, ist die Frühgeburt die zu erklärende Variable der Untersuchung. Folglich wird die Variable Schwangerschaftswoche, die im Mutter-Kind Fragebogen metrisch abgefragt ist, genutzt. Eine Frühgeburt ist dann definiert als Entbindung unterhalb von 37 Schwangerschaftswochen, die übrigen Neugeborenen haben folglich mindestens 37 Wochen im Mutterleib verbracht.

#### *Prädiktoren*

##### B) Alter der Mutter

Das Alter der Mutter ist die zentrale erklärende Variable. Ohne soziale Einflüsse und Drittvariablen, so zumindest die Annahme, bildet dieses einen biologischen Alterungsprozess der potentiellen Mutter ab.

Das Merkmal Alter wird aus dem Mutter-Kind Fragebogen gewonnen. Um auch nichtlineare Effekte aufzufinden, wird dieses in die 4 Alterskategorien „15-24“, „25-34“, „35-39“, „40+“ eingeteilt. Grundlage dieser Einteilung bildet die Literatur zur Frühgeburt, nach der vor allem die Grenze 35 und 40 als medizinisch relevant thematisiert werden.

##### C) Bildung

Die Bildung als zentrale Ressourcenvariable wird entsprechend der Variable „Bildungsjahre“ verwendet. Je höher der Verbleib in Bildungsinstitutionen, desto höher die mögliche protektive Wirkung der Bildungseffekte, so die Ressourcenhypothese. Die Variable „Bildungsjahre“ wird in „7 bis unter 10“, „10 bis unter 13“ und „13 bis 18“ eingeteilt. Dabei besteht die implizite Annahme, dass unterhalb von 10 Bildungsjahren kaum Ressourcen über das Alter angehäuft werden, während dieser kumulative Effekt in mittlerer und höherer Bildungsdauer stärker wirkt.

#### D) Einkommen

Das Einkommen wird im vorliegenden Datensatz als Nettoäquivalenzeinkommen gewichtet. Dabei wird das Haushaltseinkommen nach Steuern, durch die gewichtete Anzahl der Personen geteilt. Dies erfolgt entsprechend des OECD Konzepts, das den Haushaltsvorstand mit 1, jede weitere Erwachsene Person mit 0,5 und Kinder mit 0,3 gewichtet (Grabka 2008: 36). Zur Einteilung in Gruppen wird der Median der gesamten Prozesszeit genutzt (16.796 Euro). Üblicherweise sollte zwar jeweils der Median pro Jahr genutzt werden. Da dieser in den Jahren aber nahezu identisch ist, wurde der Einfachheit halber ein Wert über alle Jahre genutzt, auch wenn dies die jährliche Einkommensverteilung dann möglicherweise nicht adäquat wiedergibt. Um Inflationseffekte auszugleichen, wurden die Jahreswerte aber zum Basisjahr 2000 preisbereinigt. Letztendlich erfolgt eine Trennung der Variable Einkommen in das „0-50% Perzentil“ und „50-100% Perzentil“ der Einkommensverteilung.

#### E) Gesundheitsverhalten (Rauchen, Sport)

Um das Gesundheitsverhalten abbilden zu können, bieten sich im SOEP die beiden Variablen Rauchen und Sport an. Das Rauchen wird im SOEP als „Nichtraucher“, „Ex-Raucher“, „Raucher“ abgefragt. Leider sind dabei mehr als 40% der Fälle ohne Angaben.

Ergänzend zu diesem Faktor wird deshalb die Variable Sport verwendet. Hier gibt der Befragte an, wie oft er Sport treibt, wobei nur 5% fehlende Werte zu verzeichnen sind.

Über die Kombination der Variablen wird eine Positivgruppe selektiert. Diese sind definiert als: „wenigstens mehrmals pro Jahr Sport und Nichtraucher oder Ex-Raucher“ definiert. Alle Übrigen Personen bilden die zweite Kategorie. Dazu gehören Personen, die weniger als mehrmals pro Jahr Sport machen (also effektiv so gut wie nie) und/oder jeden die Rauchen als auch alle fehlende Angaben bei den beiden Variablen. So kann letztlich zwischen einer Gruppe unterschieden werden, die mit relativer Gewissheit einen gesunden Lebensstil verfolgt und einer Gruppe bei der dies zumindest fragwürdig ist. Dieses Vorgehen ist deshalb notwendig, weil gerade Angaben zu Verhalten massiv von Faktoren sozialer Erwünschtheit beeinflusst werden.

#### *Drittvariablen*

#### F) Parität

Die Parität, definiert als Menge der Schwangerschaften pro Mutter, wird hier über die Variable Geburtsordnung geschätzt, welche allerdings nur die Zahl der Lebendgeburten einer Mutter zählt. Hier ist Vorsicht geboten, da einer ersten Lebensgeburt im höheren Alter

durchaus mehrere Fehlgeburten und Abbrüche vorausgehen können. Kategorien der Variable Ordnung sind „erste Geburt“ und „mindestens zweite Geburt“. Auch hier wird die Einteilung aus der Literatur gewonnen, nach der gerade Erstgeburten gefährdet für eine Frühgeburt sind.

#### G) Mehrlingsschwangerschaft

Einer der wichtigsten Risikofaktoren für eine frühere Geburt ist die Mehrlingsschwangerschaft. Verwendete Kategorien sind „kein Mehrling“ und „Mehrling“. Aufgrund der Fallzahl wird in der vorliegenden Untersuchung nur das Merkmal „kein Mehrling“ betrachtet und alle übrigen Fälle ausgeschlossen. Dieses Vorgehen ist übereinstimmend mit allen einschlägigen Studien.

#### H) Region

Für Deutschland ergeben sich aufgrund der Historie hinsichtlich zahlreicher medizinischer und sozialer Merkmale bedeutende Unterschiede zwischen den neuen und alten Bundesländern. Deshalb wird zur Kontrolle dieser Effekte, die Variable Region in „Ost“ und „West“ eingeteilt. Berlin wird dabei aber weder Ost noch West zugerechnet, sondern zu den fehlenden Werten gerechnet.

#### I) Herkunft

Die nationale Herkunft wird in den Kategorien „deutsch“ und „nicht-deutsch“ abgebildet. Eine feinere Differenzierung ist aufgrund der Fallzahl nicht möglich.

#### J) Kinderwunsch

Im Mutter-Kind Fragebogen, also folglich nach erfolgter Entbindung, wird rückblickend gefragt welche Intention die Schwangerschaft hatte. Die Variable ist kodiert in „geplant“, „ungeplant“ und „erfolgte mit medizinischer Unterstützung“. Letzteres wird aufgrund der sehr geringen Fallzahl und des immensen Effektes auf eine Frühgeburt nicht in der multivariaten Untersuchung verwendet.

#### K) Jahreszeit der Geburt

Über die Variable „Monat bei Geburt“ kann die Jahreszeit bei Geburt berechnet werden. Hier wurden die Einteilungen „Sommer“ = April bis September und „Winter“ = Oktober bis März gewählt. Unterschiede hinsichtlich jahreszeitlicher Muster der Geburt sind in der Literatur

belegt, werden hier aber nicht explizit theoretisch begründet. Vielmehr dient dies als Kontrollvariable.

#### L) BMI

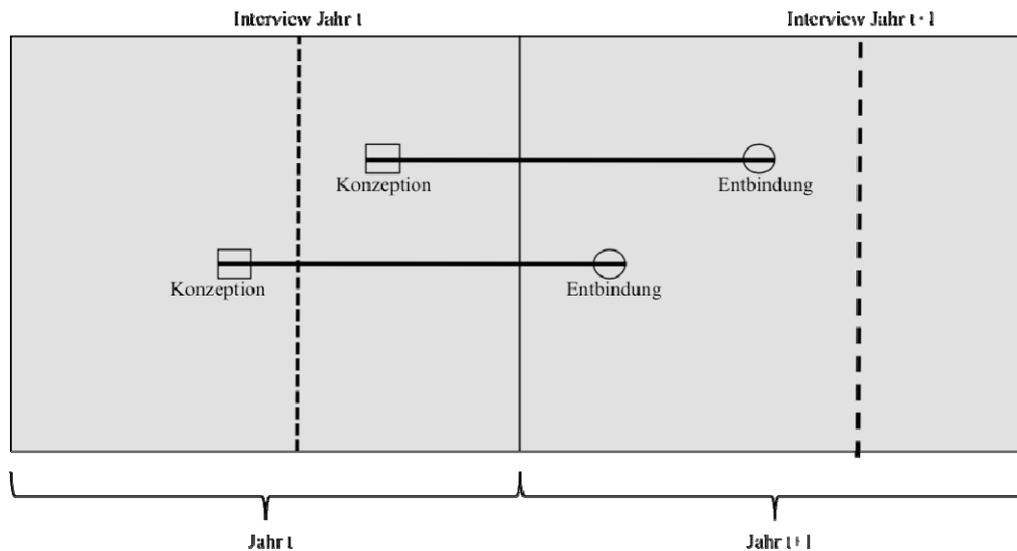
Ob der BMI eher Gesundheitsverhalten oder eher genetisch-biologische Einflüsse darstellt ist umstritten. Belegt ist aber die ungünstige Wirkung sehr niedriger und sehr hoher Werte auf die Frühgeburtlichkeit. In der vorliegenden Analyse wird die Einteilung „BMI bis 20“ als Untergewicht, „BMI von über 20 bis 25“ als Normalgewicht und „BMI mehr als 25“ als Übergewicht verwendet. Diese Einteilung orientiert sich an Vorgaben der WHO, die allerdings an die Fallzahl angepasst werden musste. Üblicherweise gilt ein BMI bis 18,5 als untergewicht.

### 3.4 Forschungsdesign und mögliche Probleme

Die vorliegende Untersuchung bezieht sich auf Faktoren, die idealerweise vor Beginn der Schwangerschaft gemessen werden. Um kausale und nicht nur korrelative Aussagen zu ermöglichen, sollten genau 2 Messzeitpunkte vorliegen. Jedem Neugeborenen werden deshalb Merkmale seiner Mutter zugeordnet, die vor Eintritt der Schwangerschaft gemessen wurden. Da der Monat des Beginns der Schwangerschaft bekannt ist, kann über den Monat des Interviews eindeutig die Befragungswelle der Mutter zugeordnet werden. Abbildung 5 verdeutlicht dieses Verfahren. Die obere Linie repräsentiert dabei eine Frau, die im Jahr bevor sie im Interview den Geburtszeitpunkt ihres Kindes angeben konnte Angaben zu Merkmalen vor der Schwangerschaft machen konnte. In der unteren Linie hingegen hatte die Frau ebenso im Jahr  $t+1$  über ihre Geburt berichtet, zum Zeitpunkt des Vorjahresinterviews war sie aber bereits schwanger. Folglich wird für diese Mutter das Interview vor dem Jahr  $t$  verwendet.

Dieses Verfahren ist notwendig, da die beiden verwendeten Variablen des Gesundheitsverhaltens sehr wahrscheinlich völlig andere Informationen aufweisen, wenn die Mutter bereits schwanger ist. Hier könnte es zu einer Verhaltensänderung kommen.

Abbildung 5: Zuordnung des letzten Interviews der Mutter vor Beginn der Schwangerschaft.



So werden die Variablen Bildung, Einkommen, Gesundheitsverhalten, Herkunft, Region vor Beginn der Schwangerschaft erfasst und könnten somit einen kausalen Einfluss repräsentieren. Die Variable Kinderwunsch wird ungünstigerweise ex-post nach erfolgter Entbindung erst im Mutter-Kind Fragebogen erfasst. Hier kann es zu Beschönigungen oder zu bewussten Falschaussagen kommen, weshalb dieser Faktor mit Vorsicht zu interpretieren ist.

Welche weiteren Verzerrungseffekte sind durch das gewählte Design möglich?

- I) Das relevanteste Problem entsteht durch jene Fälle, zu denen kein Mutterinterview zugeordnet werden kann. Dies betrifft insgesamt 182 Fälle, die 13,1% aller Kinder abbilden. Für diese fehlen damit Angaben zu den Variablen Bildung, Einkommen, Gesundheitsverhalten, Herkunft und Region. Die Schwangerschaftswoche, das Alter der Mutter, der Grad des Kinderwunsches und die Jahreszeit der Geburt sind aber aus dem Mutter-Kind Fragebogen verfügbar.
- II) Zwischen Geburt des Kindes und Interview der Mutter vergehen mehrere Monate (Der Median liegt bei 7 Monaten). Da Todesfälle nach der Geburt nicht erfasst werden, sind die befragten Mütter eine selektive Auswahl. Abgeschnitten sind all jene, deren Kind zwischen Geburt und Befragung gestorben ist. Die Population der Kinder in der SOEP Befragung könnte damit zum Zeitpunkt der Geburt systematisch gesünder sein, als es tatsächlich der Fall ist. Aufgrund der sehr niedrigen Kindersterblichkeit in Deutschland ist aber nicht mit extremen Verzerrungen zu rechnen.

- III) Es werden keine vorherigen Fehlgeburten, Abbrüche und Totgeburten einer Mutter erfasst. Folglich könnte eine 40-jährige Erstgebärende tatsächlich bereits eine größere Zahl gescheiterter Schwangerschaften erlebt haben. Besonders ungünstig ist, dass dieser Effekt mit steigendem Alter zunimmt. Der Vergleich von sehr jungen und sehr alten Erstgebärenden ist damit problematisch. Im Sinne der Seneszenzhypothese könnte die höhere Wahrscheinlichkeit vorausgegangener Fehlgeburten im höheren Alter aber biologisch gedeutet werden.
- IV) Auch zwischen Zeit des ersten Interviews der Mutter und ihres Schwangerschaftsbeginns kann eine Lücke von mehreren Monaten sein. Die in Abbildung 5 gezeigten Fälle verdeutlichen dies. Für obigen Verlauf in der Grafik ist die Lücke nur wenige Monate, während dies für den unteren fast ein Jahr ist, da das Interview aus dem Jahr zuvor genutzt werden muss. Hier ergeben sich für die sensiblen Angaben Rauchen und Sport mögliche Verzerrungseffekte. Im Falle einer geplanten Geburt kann sich die Frau noch relativ kurz vor der Konzeption zu Verhaltensänderungen entschließen, würde aber aufgrund des Interviewvorlaufs möglicherweise als ungesund handelnd eingestuft werden.
- V) Ein Verzerrungseffekt ergibt sich durch die nicht-regelmäßige Erhebung bestimmter Variablen. Auch hier ist erneut das Rauchen und die Variable Sport betroffen. Während Rauchen nur 2001, 2002, 2004 und 2006 abgefragt wurde, und zudem viele Verweigerungen enthält, wird Sport 2001, 2003, 2005 und 2007 erhoben. Für die vorliegende Untersuchung wird für die Lückenjahre angenommen, dass sich das Merkmal gegenüber dem Vorjahr nicht verändert. Auch hier ist aber ein Bias möglich, der umso stärker ist, je mehr Zeit zwischen Information über das Merkmal und tatsächlicher Schwangerschaft verstreicht. Allerdings ist es fraglich, ob sich eine kurzfristige Änderung im Gesundheitsverhalten kurz vor der Schwangerschaft noch positiv oder negativ auswirken kann. Gehen allerdings mit Änderungen im gemessenen Gesundheitsverhalten weitere nichtmessbare Verhaltensgrößen einher, so hat dies Auswirkungen. Hört eine Frau etwa gezielt auf zu Rauchen, so ist es auch wahrscheinlicher, dass sie sich besser ernährt, besser medizinisch betreuen lässt und sich ganzheitlich auf die Geburt vorbereitet. Das hier gemessene Gesundheitsverhalten kann eine sensible Proxy

Variable für zahlreiche andere Handlungen sein, die das Risiko auf eine Frühgeburt stark beeinflussen. Auch hier ist deshalb Vorsicht bei der Interpretation geboten.

- VI) Einige Kinder sind Geschwister und haben folglich die gleiche Mutter. Hier kann es zu Verzerrungseffekten kommen, die durch so „fixed effects estimators“ (Tamm 2007: 8) kontrolliert werden könnten. Darauf wird in der vorliegenden Arbeit aber explizit verzichtet.

Auch wenn die beschriebenen Einflüsse die Qualität der Ergebnisse einschränkt, sollten sich solide Modelle rechnen lassen. Die Fallzahl ist mit über 1000 Personen ausreichend groß, und die die Kategorien der Variablen wurden so bestimmt, dass sich möglichst nicht zu kleine Subgruppen ergeben.

### **3.5 Datenaufbereitung**

#### *Input*

Da die vorliegende Analyse mit dem SOEP eine ausgesprochen komplexe Datengrundlage nutzt, ist aus Gründen der Reproduzierbarkeit eine Darlegung der Aufbereitung notwendig (als Programm wurde hierfür SPSS Version 15 genutzt).

Grundlegend enthält das SOEP Dateien auf Personen- und auf Haushaltsebene, die zum einen Variablen der Fragebögen enthalten, zum anderen aber auch generierte Informationen aufweisen. Die Datensätze sind dabei pro Einzeljahr abgeteilt und können über eine Personen- und Haushaltsnummer verknüpft werden. Als Besonderheit der vorliegenden Untersuchung ist der Mutter-Kind Datensatz zu sehen. Dieser bietet Information über das Neugeborene und dessen Mutter, die aber notwendigerweise nur von der Mutter erhoben werden. Um diese Daten mit den übrigen Datensätzen zu verbinden, ist deshalb die Personnummer der Mutter zu nutzen. Die Namen der verwendeten Teildatensätze pro Jahr sind in Tabelle 3 angegeben. Dabei sind die Pfaddatei, der Mutter-Kind Datensatz und die Zwillingsdatei als Gesamtdatei vorhanden. Alle übrigen sind jeweils für ein Befragungsjahr einzeln abgespeichert.

### Vorgehen

Um nun einen analysierbaren Datensatz zu erhalten, sind verschiedene Schritte nötig. Zunächst werden mit über Angaben in der *ppfad* Datei alle Fälle ausgewählt, die in mindestens einem der Jahre von 2001-2007 ein gültiges Interview erbracht haben. An diese Datei, die für jede Person den jährlichen Befragungsstatus enthält, werden über die Personennummer alle weiteren Informationen angefügt. Da die Haushaltsangaben in *repequiv* bis *xpequiv* bereits auf Personenebene vorliegen, ergibt sich kein gesondertes Vorgehen. Sind die Personeninfos schließlich an die Pfaddatei angefügt, sind die Mutterinformationen komplett.

Der Hauptdatensatz wird dann über die *bioage01* Datei erstellt. An diese wird zunächst über die Personennummer des Neugeborenen die Variable „Zwilling“ angehängt, bevor über die Kennzahl der Mutter die Mutterinformationen hinzugespielt werden können. Notwendigerweise wird in diesem Schritt für Geschwister jeweils dieselbe Mutter verwendet, was zu einer Verdopplung der betreffenden Information führt.

Tabelle 3: Verwendete Einzeldateien des SOEP nach Typ und Jahr.

<b>Jahr</b>	<b>Pfaddatei</b>	<b>Generierte Personendaten</b>	<b>Personendaten</b>	<b>Generierte Haushalts- und Personendaten</b>	<b>Mutter-Kind Daten</b>	<b>Zwillingsdaten</b>
2001	ppfad	rpge	rp	rpequiv	bioage01	biotwin
2002	ppfad	spge	sp	spequiv	bioage01	biotwin
2003	ppfad	tpge	tp	tpequiv	bioage01	biotwin
2004	ppfad	upge	up	upequiv	bioage01	biotwin
2005	ppfad	vpge	vp	vpequiv	bioage01	biotwin
2006	ppfad	wpge	wp	wpequiv	bioage01	biotwin
2007	ppfad	xpge	xp	xpequiv	bioage01	biotwin

### Aufbereitung für logistische Regression

Im fertigen Neugeborenenfile, liegen für jede Person insgesamt 7 Zeitvariablen für alle Merkmale vor. Über den Befehl *varstocases* wird der Datensatz gekippt, was die 7 Zeitvariablen zu einer Variablen mit 7 Ausprägungen reduziert, die Fallzahl hingegen erhöht, da nun jede Person entsprechend ihrer Verweildauer bis zu 7 mal im Datensatz ist.

Da aber nur ein Zeitpunkt pro Person notwendig ist, ist eine Indikatorvariable einzuführen. Diese berechnet das relevante Interview über den Monat des Beginns der Schwangerschaft und den Befragungsmonat. So kann für jede Person genau ein Jahr selektiert werden, das alle Informationen zur Mutter und zum Kind enthält. Alle übrigen Jahre werden gelöscht. Im

fertigen Datensatz können mittels logistischer Regression Frühgeburt und die übrigen Variablen korreliert werden.

#### 4. Methoden

##### *Formalisierung des Zusammenhangs der Frühgeburt und ihrer Kovariaten*

Mit dem Verfahren der logistischen Regression ist es möglich den Einfluss mehrerer Einflussgrößen auf die Gruppentrennung eines Merkmals zu prüfen und darüber hinaus zu quantifizieren (Backhaus et al. 2008: 248). Im vorliegenden Fall ist eine binäre logistische Regression notwendig, da die Subgruppen des zu erklärenden Merkmals genau zwei sind – nämlich Frühgeborene (Geburt vor der 37. Schwangerschaftswoche), kodiert als 1, und Termingeborene (Geburt ab der 37. Schwangerschaftswoche), kodiert als 0. Im Datensatz kann jeder Person exakt einer der beiden Zustände zugeordnet werden, wobei als Grundlage der Schätzung die Eintrittswahrscheinlichkeit für eine Frühgeburt mit dem kontinuierlichen Wertebereich von 0 bis 1 genutzt wird. Sind alle Angehörigen einer Merkmalsgruppe, etwa die 35-39jährigen auch Frühgeburten, wäre deren Wahrscheinlichkeit folglich genau 1. Da dies in den seltensten Fällen erfüllt ist, liegt diese der Regel deutlich niedriger. Die Besonderheit der logistischen Regression ist nun die Formalisierung des Zusammenhangs der diskreten Kovariatenmatrix und der kontinuierlichen Zielvariable „Wahrscheinlichkeit für eine Frühgeburt“. Für diesen wird eine logistische Form angenommen, was zwei wichtige Vorteile hat. Erstens verläuft der Zusammenhang bei sehr extremen Ausmaßen der Einflüsse gegen 0 oder 1, dazwischen aber nahezu linear (Kleinbaum/Klein 2002: 15). Ebendiese Eigenschaften sind bei inhaltlichen Aussagen wünschenswert, da etwa Schätzwerte oberhalb von 1 zwar mit anderen Modellannahmen berechnet werden können (etwa lineare Verlaufsannahme), jedoch nicht konsistent mit der Realität sind. Zweitens sind die Ergebniskoeffizienten relativ einfach und gerade im klinischen Bereich sinnvoll interpretierbar (Hosmer/Lemeshow 2000: 6).

Die logistische Funktion, als Annahme über den Zusammenhang von der Wahrscheinlichkeit  $p$  eine Frühgeburt zu sein und dem Vektor der Kovariaten  $z$  ist in Formel 1 dargestellt.

$$p = \frac{e^z}{1 + e^z} = \frac{1}{1 + e^{-z}} \quad (1)$$

Der Kovariatenvektor ist dabei eine lineare Kombination der Einflussvariablen

$$z = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k \quad (2)$$

Beide Annahmen (Vektor hat logistischen Einfluss und Kovariaten sind linear verknüpft) kombiniert, ergeben die Wahrscheinlichkeit auf eine Frühgeburt:

$$P(Y = 1) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k)}} \quad (3)$$

und die Gegenwahrscheinlichkeit auf eine Termingeburt:

$$P(Y = 0) = 1 - \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k)}} \quad (4)$$

Um die Parameter zu schätzen und in der Folge sinnvoll zu interpretieren sind noch zwei Schritte notwendig. Zunächst lässt sich über das Maximum-Likelihood-Verfahren eine Schätzung der Parameter vornehmen, die so umgesetzt wird, dass die empirisch beobachtete Stichprobenverteilung am wahrscheinlichsten ist, formal gesprochen den maximalen Likelihood hat. Dafür wird die folgende Likelihood-Funktion verwendet (vgl. Backhaus et al. 2008: 253):

$$L = \prod_{k=1}^K \left( \frac{1}{1 + e^{-z_k}} \right)^{y_k} \cdot \left( 1 - \frac{1}{1 + e^{-z_k}} \right)^{1-y_k} \quad (5)$$

Um die optimalen Parameter  $\beta_k$  zu finden, bei der L maximal groß ist, wird die Funktion zunächst logarithmiert, nach den einzelnen Parametern partiell abgeleitet und jeweils Null gesetzt (Hosmer/Lemeshow 2000: 9). Eine interative Lösung dieses Problems bietet der Newton-Raphson-Algorithmus.

Die direkte Interpretation der geschätzten Parameter ist nicht sinnvoll, da diese wie in (1) dargestellt logistische verknüpft sind. Über weitere Umformungen aber zeigt sich (vgl. Kleinbaum/Klein 2002: 17), dass jeder Parameter  $\beta_k$  das Risiko auf die Frühgeburt multiplikativ beeinflusst. Hat die Kovariate k die Ausprägung 1, so bedeutet dies eine  $e^{\beta_k}$ -fache Erhöhung des Risikos gegenüber der Ausprägung 0. Wenn man nun die Kovariate so

kodiert, dass der low-risk Patient eine 0 und der high-risk Patient die 1 hat, lässt sich der Einfluss der Exposition eines konkreten Risikofaktors untersuchen.

#### *Modellannahmen und Konsequenzen der Verletzung dieser*

Im Hinblick auf die empirische Anwendung ist die Annahme der Homogenität der Einflussstärke der Kovariaten, die implizit im Modell eingebaut ist, von zentraler Relevanz (Böhning 2000: 853). Erhöht ein Faktor etwa das Risiko auf eine Frühgeburt um 50%, so gilt dies für alle Ausprägungen der übrigen Kovariaten im Modell. So würde ein gemessener Effekt des BMI für jede Altersstufe, jedes Gesundheitsverhalten, jedes Einkommen und jede Bildungskategorie absolut identisch gelten. Diese Annahme ist zwar grundsätzlich von Vorteil, wird damit doch erst die Aufnahme zahlreicher Prädiktoren bei kleinen Fallzahlen ermöglicht, problematisch ist aber der Ausschluss möglicher Kombinationseffekte der Variablen, als Interaktion bezeichnet (ebd.: 847). Besteht durch Voranalysen oder theoretische Hinweise ein begründeter Verdacht auf einen derartigen Einfluss, kann dies aber modelliert werden.

In der vorliegenden Analyse werden dabei alle Ausprägungen der beiden relevanten Variablen in einer neuen Variable kombiniert, die dann im Modell genutzt wird. Ob die Aufnahme Sinn macht, ist inhaltlich und methodisch zu prüfen. Grundsätzlich wird jeder Parameter im Regressionsverfahren mittels Wald-Teststatistik auf seine Relevanz geprüft. Ausgehend von einem gewählten Sicherheitsniveau kann dann die Nullhypothese im günstigsten Fall verworfen werden, dass der Einfluss des Merkmals genau 0 ist. Dies lässt sich sowohl für die einzelnen Kovariaten, aber auch für deren Kombination, durchführen. Über den Vergleich der Likelihood Werte jedes Gesamtmodells lässt sich zudem prüfen, ob die Aufnahme neuer Parameter die Vorhersage der Frühgeburtlichkeit überhaupt signifikant verbessert.

Was aufgrund der Formalisierung jedoch niemals möglich ist, ist der Vergleich der Parameter gleicher Einflussgrößen aus unterschiedlichen Modellen (Mood 2009: 67). Die Wirkungshöhe jedes Einflussfaktors ist nur in Bezug auf die jeweilige Referenzgruppe der Variable im jeweiligen Modell gültig (ebd.). In der Praxis ist deshalb stets eine Entscheidung zwischen der Vermeidung von zu vielen Interaktionseffekten durch getrennte Modelle (etwa für Männer und Frauen oder Ost und West), und der Möglichkeit des Vergleichs von Subgruppen (nur wenn Männer und Frauen in einem Modell) zu treffen.

## 5. Ergebnisse

### 5.1 Deskriptive Analysen

#### *Alter und Frühgeburt*

Dargestellt in Tabelle 4 sind Fallzahlen und die prozentuale Verteilung, der in die Analyse eingehenden Variablen. Dadurch werden Unterschiede sichtbar, die die Heterogenität der Altersgruppen verdeutlichen. Ebendiese Unterschiede determinieren auch den Unterschied in der Frühgeburtlichkeit, so zumindest die Hypothese der vorliegenden Untersuchung.

Zunächst fällt die generell recht hohe Frühgeburtlichkeit auf, die in fast allen Gruppen deutlich über 10% liegt. Im Alter 35-39 hingegen ist die Rate mit 7% hingegen überraschend niedrig, gilt dieses Alter doch in der Literatur bereits als Risikoalter für eine Schwangerschaft. Die Besonderheit dieser Altersgruppe wird aber auch über nahezu alle anderen Variablen deutlich. Die Mütter dieser Kinder in dieser Gruppen haben selten eine niedrige Bildung (nur 5%), selten ein unterdurchschnittliches Einkommen (nur 25%), verhalten sich am häufigsten gesundheitsbewusst (29%) und haben am häufigsten ein Normalgewicht (28%). Es scheint sich demnach um Kinder zu handeln, deren Mutter zwar schon etwas älter ist, dafür aber im Vergleich besonders gut mit Ressourcen ausgestattet ist.

Erwartungsgemäß weist die älteste Gruppe mit 18% auch die höchste Frühgeburtenrate auf. Die Mütter dieser Fälle sind jedoch besonders oft hochgebildet (46%) und wohlhabend (59%), haben in der Regel nicht ihre erste Geburt (nur 23% Erstgebärende), sind selten aus dem Ostteil Deutschlands (nur 11% Ost), überwiegend deutscher Herkunft (89%), haben am seltensten Untergewicht (nur 4%) und bringen ihre Kinder am häufigsten im Sommer zur Welt (61%).

Scheint sich die Kategorie der Kinder mit einer Mutter im Alter 25-34 in nahezu allen Merkmalen in mittleren Bereichen zu bewegen, sind die Kinder sehr junger Mütter ebenfalls eine besondere Gruppe. Entsprechend der Literatur weisen diese ebenso eine erhöhte Frühgeburtenrate auf (13%), sind häufig gering gebildet und unterdurchschnittlich wohlhabend, leben eher ungesund (nur 18% gesund) und sind häufiger untergewichtig (10%). Allerdings weisen gerade diese Mütter mit Abstand den höchsten Grad an tatsächlich geplanten Kindern (52%) und auch an Erstgeburten auf (75%).

Die Vergleiche der Subgruppen werden allerdings durch zwei Probleme eingeschränkt. Zum einen sind stark unterschiedlich verteilte fehlende Werte für eine mögliche Verzerrung der

Spaltenprozentente verantwortlich und zum anderen weist vor allem die Gruppe der Mütter 40+ sehr niedrige Fallzahlen auf.

Tabelle 4: Verteilung der Merkmale über die Altersgruppen, Fallzahl und Spaltenprozentente

Variable	Ausprägung	15-24		25-34		35-39		40+	
Geburtszeitpunkt**	>=37 Wochen	195	87%	745	88%	232	93%	58	82%
	<37 Wochen	30	13%	99	12%	18	7%	13	18%
Bildungsjahre***	7-10 Jahre	72	32%	86	10%	12	5%	7	10%
	10-13 Jahre	63	28%	409	48%	107	43%	25	35%
	13-18 Jahre	8	4%	242	29%	93	37%	33	46%
	Fehlend	82	36%	107	13%	38	15%	6	8%
Einkommen***	0-50% Perzentil	130	58%	307	36%	62	25%	23	32%
	50 bis 100% Perzentil	47	21%	468	55%	157	63%	42	59%
	Fehlend	48	21%	69	8%	31	12%	6	8%
Gesundheitsverhalten**	Sport+Nichtraucher/Exraucher	40	18%	210	25%	73	29%	13	18%
	Fehlend	185	82%	634	75%	177	71%	58	82%
Geburtsordnung***	Erste Geburt	168	75%	393	47%	76	30%	16	23%
	Folgegeburt	57	25%	451	53%	174	70%	55	77%
Mehrlingsstatus***	kein Mehrling	221	98%	816	97%	230	92%	71	100%
	Mehrling	4	2%	28	3%	20	8%	0	0%
Region***	Ost	63	28%	203	24%	39	16%	8	11%
	West	115	51%	572	68%	178	71%	55	77%
	Fehlend	47	21%	69	8%	33	13%	8	11%
Herkunft***	Deutsch	138	61%	679	80%	201	80%	63	89%
	Nicht-Deutsch	87	39%	165	20%	49	20%	8	11%
Kinderwunsch***	ja, geplant	118	52%	203	24%	64	26%	25	35%
	nein, ungeplant	105	47%	625	74%	176	70%	44	62%
	medizinische Unerstützung	2	1%	14	2%	9	4%	1	1%
	Fehlend	0	0%	2	0%	1	0%	1	1%
Jahreszeit der Geburt	Winter	108	48%	424	50%	129	52%	28	39%
	Sommer	117	52%	420	50%	121	48%	43	61%
BMI	20-	23	10%	75	9%	19	8%	3	4%
	20-25	43	19%	201	24%	70	28%	18	25%
	25+	13	6%	86	10%	29	12%	8	11%
	Fehlend	146	65%	482	57%	132	53%	42	59%

Chi<sup>2</sup>-Test zwischen dem Alter und der jeweiligen Kovariate, Irrtumswahrscheinlichkeit: \*\*=5%, \*\*\*=1%

Eine Tendenz deutet sich aber dennoch an – Mit dem Alter nehmen die Ressourcen deutlich zu und die Risikogrößen eher ab, was bis zur Altersgruppe 35-39 auch mit einer deutlich

niedrigeren Frühgeburtenrate assoziiert ist. Überraschenderweise kehrt sich dies in der höchsten Altersgruppe aber genau um. Noch immer verfügen die Mütter der Kinder über hohe Ressourcen, haben aber die höchste Frühgeburtenrate. Grundsätzlich gilt, dass das Alter mit nahezu allen Kovariaten einen signifikanten Zusammenhang aufweist, und damit eine hohe Relevanz zur Bestimmung der Frühgeburtenrate hat. Diese Zusammenhänge näher zu untersuchen und die Einflussfaktoren gleichzeitig zu berücksichtigen ist das Ziel der logistischen Regression im nächsten Schritt.

## 5.2 Ergebnisse der logistischen Regression

### *Ergebnisse*

Um die Ergebnisse im weiteren Verlauf sinnvoll deuten zu können, wurden bestimmte Fälle von der weiteren Untersuchung ausgeschlossen. Hierzu gehören die Mehrlingsgeburten und die Geburten mit Hilfe medizinischer Unterstützung. Beide Merkmale erhöhen das Risiko auf eine Frühgeburt massiv, sind aber nur in sehr kleiner Fallzahl vorhanden. Da Mehrlingsgeburten bei der Reproduktionsmedizin gleichzeitig häufiger auftreten, werden folglich der Einfluss derartiger Techniken und dessen Folgen hier nicht berücksichtigt um eine Art „natürliche“ Frühgeburtenrate zu analysieren.

In Tabelle 5 zu sehen sind die Ergebnisse der schrittweisen logistischen Regression auf die abhängige Variable Frühgeburt. Dabei wurde zunächst das Alter verwendet, dann als wohl wichtigste Drittvariable der Planungsgrad der Schwangerschaft. Die Referenzkategorie der Betrachtung sind geplante Sommer-Geburten deren Mutter 25-34 Jahre alt ist, 10-13 Bildungsjahre absolviert hat, ein Einkommen im 50-100% Perzentil Bereich, sich gesund verhält, bereits mindestens ein Kind zur Welt gebracht hat, aus dem Osten stammt, deutscher Herkunft ist und Normalgewicht aufweist, mithin eine sehr günstige Risikogruppe.

Über die  $\beta_k$ -Koeffizienten lässt sich ein geschätztes Risiko auf eine Frühgeburt errechnen, wozu Formel (3) verwendet wird. So hat die low-risk Gruppe der Referenzkategorien eine geschätzte Frühgeburtenrate von lediglich 2,47%, was sich im höchsten Alter auf 4,17% verdoppelt, noch immer aber weit unter den zweistelligen Startwerten aus Tabelle 4 liegt. Hier gilt allerdings Vorsicht. Die Bestimmung dieser Anteile gilt nur unter der Proportionalitätsannahme. In der Realität wirken die Einflüsse multifaktoriell zusammen und können in vollkommen anderen Anteilen resultieren. Dennoch kann grundsätzlich ein starker Einfluss der Kovariaten auf das Level der Frühgeburtenrate attestiert werden.

Interessant ist der Effekt des Alters auf die Frühgeburtlichkeit. Vor allem durch Aufnahme der Ressourcenvariablen dreht sich der Effekt der jüngsten Altersgruppe von negativ zu positiv. Das höhere Risiko jüngerer Mütter ist demnach nicht Folge mangelhafter biologischer Reife sondern eher bedingt durch mangelnde Ressourcen. Für die übrigen Altersgruppen gilt, dass selbst bei Aufnahme aller Kontrollvariablen der Einfluss des Alters weitgehend stabil bleibt. Die Gruppe der 35-39jährigen weist auch nach Berücksichtigung der Kontrollvariablen ein halbiertes Risiko gegenüber den 25-34jährigen auf. Auf der anderen Seite haben die 40+jährigen ein um 80% erhöhtes Risiko auf eine Frühgeburt gegenüber der Referenzgruppe. Zwar verliert der Effekt Signifikanz, die Stärke bleibt aber nahezu erhalten.

Tabelle 5: Ergebnisse der schrittweisen logistischen Regression zur Erklärung der Frühgeburt (0=nein, 1=ja)

Variable	Ausprägung	M 1	M 2	M 3	M 4
Alter	15-24	1,3	1,1	0,9	0,8
	25-34	1	1	1	1
	35-39	<b>0,5</b> **	<b>0,5</b> **	<b>0,5</b> **	<b>0,6</b> *
	40+	<b>1,8</b> *	1,7	1,6	1,7
Wunschkind	geplant		1	1	1
	ungeplant		<b>1,8</b> ***	<b>1,7</b> ***	<b>1,7</b> ***
	fehlend		0,0	0,0	0,0
Ressourcen	Bildung	10-13 Jahre	1	1	1
		7-10 Jahre		<b>2,2</b> ***	<b>2,2</b> ***
		13-18 Jahre		<b>1,6</b> *	<b>1,6</b> *
		fehlend		1,1	1,0
	Einkommen	50-100% Perz.		1	1
		0-50% Perz.		<b>1,4</b> *	<b>1,5</b> *
		fehlend		1,3	1,6
	Gesundheitsverhalten	Sport+Nicht/Extraucher		1	1
		Ungesund		<b>1,8</b> **	<b>1,8</b> **
	Geburtsordnung	Erste Geburt			1,3
Region	Ost			1	
	West			1,3	
	fehlend			1,0	
Herkunft	Nicht-Deutsch			1,1	
BMI	20-25			1	
	20-			1,3	
	25+			1,2	
	fehlend			1,0	
Jahreszeit Geburt	Winter			1,1	
	-2LL	865	854	833	830
	Cases	1318	1318	1318	1318

Irrtumswahrscheinlichkeit: \*=10%, \*\*=5%, \*\*\*=1%

Bemerkenswert ist, dass selbst nach Kontrolle aller Drittvariablen, die entsprechend der Literatur einen eigentlich hohen Einfluss auf Frühgeburtlichkeit haben, die Effekte des Alters und der Ressourcen stabil bleiben und sich durch Geburtsordnung, Region, Herkunft, BMI und Jahreszeit der Geburt keine weiteren signifikanten Erklärungen der Frühgeburt ergeben. Auch die Erklärungskraft des Gesamtmodells wird kaum durch die Drittvariablen erhöht, wie an der geringen Veränderung des -2 Log-Likelihood von M3 auf M4 zu sehen ist.

Hinsichtlich der Komponenten der Ressourcen ergeben sich unterschiedliche Effekte. Hat gesundheitsbewusstes Verhalten einen protektiven Effekt, der etwa 80% beträgt, verdoppelt ein zu kurze Bildungszeit das Risiko. Unterdurchschnittliches Einkommen erhöht das Risiko noch einmal um 50%. Besonders unerwartet ist der Effekt der hohen Bildung. Hier erhöht sich das Risiko auf eine Frühgeburt ebenfalls.

Einer der deutlichsten Effekte der Nicht-Ressourcenvariablen bleibt der Status „ungeplant“, der das Risiko gegenüber „geplant“ um 80% erhöht.

An dieser Stelle kann eine erste Einordnung der empirischen Ergebnisse in den theoretischen Rahmen der Untersuchung erfolgen.

#### *Beantwortung der Forschungsfrage*

Zum Zusammenhang des Alters kann basierend auf den multivariaten Ergebnissen eine erste Beantwortung der Forschungsfrage „*Welche vor der Konzeption ausgeprägten biologischen und sozialen Merkmale führen zu einer Frühgeburt?*“ erfolgen.

Abbildung 6 stellt die Erkenntnisse dazu anschaulich dar. Es zeigt sich: Im Ausgangssample (gestrichelte Linien) steigt bei niedriger Bildung die Frühgeburtlichkeit enorm an. Dass dies zu einem großen Teil durch soziale Faktoren erklärt wird, zeigt sich bereits hier, denn für Mütter in der mittleren Bildungskategorie ist der Effekt weitaus geringer. Kontrolliert man über Modell 4 in Tabelle 5 den gesamten Effekt der Ressourcen (und Drittvariablen) ergibt sich eine weitaus geringere Varianz der Frühgeburtlichkeit über das Alter. Unter der Annahme proportionaler Effekte hat das sehr hohe Alter zwar noch einen Einfluss, dieser ist aber weitaus weniger ausgeprägt als im nicht adjustierten Ausgangssample.

Vieles spricht vor diesem Hintergrund für die Hypothese H2 „*Die Frühgeburtlichkeit wird von der Kultur bestimmt*“. Der Einfluss der Seneszenz ist im vorliegenden Sample nur bei der höchsten Altersgruppe wirksam. Ob dies tatsächlich so interpretiert werden kann, ist aber von zwei Bedingungen abhängig. Erstens: Die verwendeten Indikatoren für die Ressourcen erfassen diese Einflussgröße vollständig. Zweitens: Die Proportionalitätsannahme der para-

metrischen Modellierung ist gültig. Falls dies nicht gilt, so könnte sich die Effektrichtung deutlich ändern.

Abbildung 6: Effekt der Bildung (mittel und hoch) auf die geschätzte Frühgeburtenrate, mit (durchgezogene Linie) und ohne Kontrolle (gestrichelte Linie) von weiteren Kovariaten

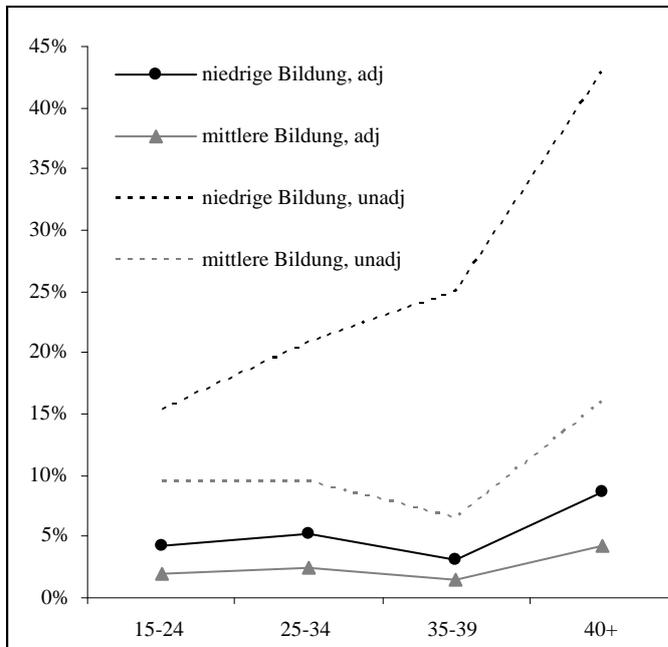


Abbildung 7: Effekt der Bildung (mittel und hoch) auf die geschätzte Frühgeburtenrate, unter Berücksichtigung der Interaktion Bildung und Alter. Modell ohne Interaktion mit und Interaktionsmodell ohne Marker.

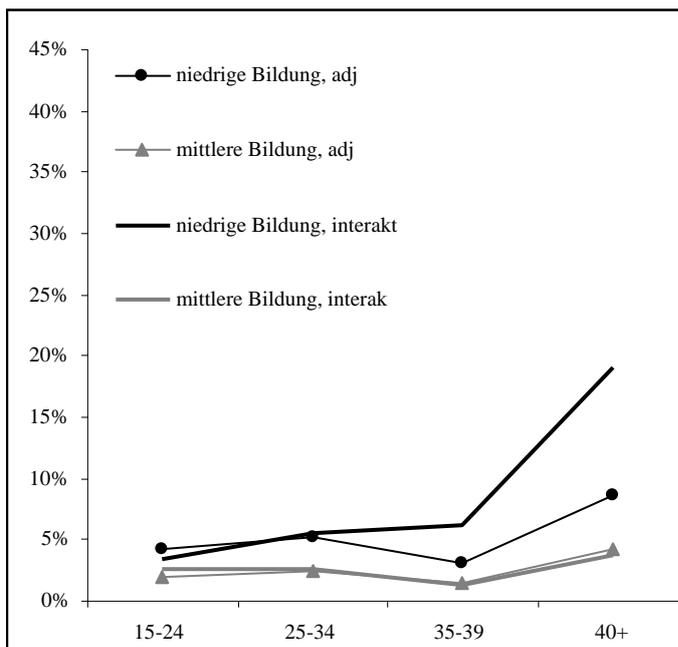


Abbildung 7 zeigt deshalb noch einmal die Frühgeburtenraten, wenn in das Modell 4 aus Tabelle 5 noch ein Interaktionsterm für Alter und Bildung hinzugefügt wird. Damit werden verschiedene Einflüsse der fehlenden Bildung über das Alter zugelassen, was sich in der Grafik deutlich zeigt. Während sich für die mittlere Bildung die Altersabhängigkeit der Frühgeburtenrate sogar noch weiter reduziert, so wird in der Kategorie „niedrige Bildung“ ein Alterseffekt sichtbar, der inhaltlich idealisiert gesprochen den Einfluss der Seneszenz in Abwesenheit von Ressourcen repräsentiert.

Tabelle 6: Ergebnisse zur Erklärung der Frühgeburt (0=nein, 1=ja) vor und nach Aufnahme eines Interaktionsterms, aus Bildung und Alter bestehend.

Variable	Ausprägung	Mod. 4	Modell 4a			
			Bildung <sup>10</sup>			
			lo	mid	hi	
Alter	15-24	0,8	0,6	1,0	n.v.	
	25-34	1	1	1	1	
	35-39	<b>0,6</b>	*	1,1	0,5	0,6
	40+	1,7		4,0	1,5	1,0
Wunschkind	geplant	1				
	ungeplant	<b>1,7</b>	***	<b>1,8</b>	***	
	fehlend	0,0		0,0		
Ressourcen	Bildung	10-13 Jahre	1			
		7-10 Jahre	<b>2,2</b>	***		
		13-18 Jahre	<b>1,6</b>	*		
		fehlend	1,0			
	Einkommen	50-100% Percentil	1		1,0	
		0-50% Perzentil	<b>1,5</b>	*	<b>1,5</b>	*
		fehlend	1,6		1,6	
	Gesundh.- Verhalten	ungesund	<b>1,8</b>	**	<b>1,8</b>	**
	Geburtsordnung	Erste Geburt	1,3		1,3	
	Region	Ost	1		1,0	
West		1,3		1,2		
fehlend		1,0		0,9		
Herkunft	Nicht-Deutsch	1,1		1,1		
BMI	20-25	1		1		
	20-	1,3		1,3		
	25+	1,2		1,2		
	fehlend	1,0		1,0		
Jahreszeit Geburt	Winter	1,1		1,1		
	-2LL	830		826		
	Cases	1318		1318		

Irrtumswahrscheinlichkeit: \*=10%, \*\*=5%, \*\*\*=1%

<sup>10</sup> Koeffizienten über eine Interaktion aus Bildung und Alter geschätzt und anschließend auf die mittlere Altersgruppe normiert, um den Alterseffekt je Bildungsgruppe vergleichbar zu machen.

Auch Tabelle 6 bestätigt diesen Befund. Ist in Modell 4 unter Anwendung der Proportionalitätsannahme lediglich ein Alterseffekt für die Gruppe „35-39“ zu verzeichnen ergibt sich im Modell 4a ein deutlicher Einfluss des Alters in der niedrigen Bildungsgruppe. Das Risiko steigt hier gegenüber der Referenz „25-34“ stetig an und erreicht schließlich sogar in der selektiven eigentlich besonders günstigen Altersgruppe „35-39“ ein deutlich höheres Niveau, als zuvor. Der Interaktionsterm zeigt den protektiven Einfluss der Bildung an, der bereits in der mittleren Kategorie voll wirksam wird. Bei hoher Bildung ist kein Effekt des Alters mehr zu bestimmen.

Auch wenn hier lediglich *ein* Zusammenhang zweier Variablen näher untersucht wurde, kann ein Fazit der Analyse der logistischen Regression getroffen werden:

Insgesamt kann Hypothese 2 am ehesten zugestimmt werden. Der Einfluss des Alters der Mutter auf das Risiko der Frühgeburt ist bei ausreichend hohem Ressourcenlevel kaum bis gar nicht wirksam. Vor allem bei fehlender Bildung wird der Einfluss der Biologie voll wirksam und die Frühgeburtenrate steigt mit dem Alter deutlich an.

Folglich kann die zuvor beschriebene Empfehlung von John Mirowsky, eine Mutter solle die Geburt so lange wie möglich hinausschieben, folgendermaßen modifiziert werden. Aus Sicht der Gesundheit des Säuglings lohnt sich ein Aufschub der Geburt nur solange die Frau ihre Bildungslevel, aber auch ihr Gesundheitsverhalten und ihre Einkommen noch steigern kann. Für potentielle Mütter, die keine Verbesserung ihres Ressourcenniveaus antizipieren lohnt sich eine möglichst frühe Geburt, da später der Einfluss der Seneszenz und damit der fehlende protektive Einfluss der Bildung möglicherweise zu höheren Risiken führen kann.

## 6. Diskussion

Um die Untersuchungsergebnisse der vorliegenden Analyse zur Frühgeburtlichkeit einordnen zu können, ist es wichtig zunächst auf mögliche Fehlerquellen aufmerksam zu machen.

Jede Analyse steht und fällt mit dem verwendeten Sample. Liegen bereits hier starke Verzerrungen vor, so können alle nachfolgenden Schritte kaum gültige Ergebnisse produzieren. Eine erste Fehlerquelle könnte hier erstens die Freiwilligkeit der Befragung und zweitens die emotionale Relevanz des Themas Geburt sein. Beide Fakten könnten dazu führen, dass sich eher physisch und psychisch starke Mütter zur Teilnahme entscheiden. Gerade Mütter, deren Kinder nach Geburt verstorben oder sehr krank sind, was ja eine Folge von Frühgeburtlichkeit sein können, werden sich seltener zu einer Befragung entschließen. Die generelle Aus-

klammerung von Totgeburten, als auch von pränataler Mortalität, erhöht die Selektionseffekte hin zu „fitteren“ Kindern in der Befragung. Konkrete Auswirkungen könnte dies in der vorliegenden Untersuchung im Fall der Altersgruppe 35-39 gehabt haben, die trotz aller Kontrollvariablen ein sehr niedriges Risiko auf eine Frühgeburt aufweisen. In der Medizineliteratur gilt dieses Alter hingegen als recht gesicherter Risikofaktor (Katwijk/Peeters 1998: 185). Eine Erklärung, warum gerade ältere Befragte gesünder und weniger risikobehaftet als erwartet sind, könnte der Mangel wichtiger Hintergrundvariablen im Modell sein. Zwar werden Ressourcen zwar umfangreich einbezogen, biologisches Einflüsse aber als Residuum im Modell betrachtet. In der Realität wirken noch zusätzlich rein medizinische Variablen, die über sämtliche Kovariaten unterschiedlich verteilt sein können. Die wichtigsten sind dabei Typ II Diabetes, Bluthochdruck und Leiomyome (ebd.). Entscheidend ist nun, ob diese unabhängig von den Ressourcen Einkommen, Bildung und Gesundheitsverhalten mit steigendem Alter immer wahrscheinlicher auf das Risiko der Frühgeburt einwirken.

Eine weitere Schwäche der Untersuchung ist die mangelnde Berücksichtigung der Heterogenität des Outcomes. Grundsätzlich gilt es bei der Frühgeburtslichkeit zu unterscheiden ob diese von außen induziert ist, oder aber spontan von selbst erfolgt (Meis et al. 1994: 597). Wie in einer Untersuchung von knapp 40.000 Einlingsgeburten in Wales gezeigt, entscheiden sich die Risikofaktoren für beide Outcomes deutlich (ebd.). Der wichtigste Effekt für die Bewertung der vorliegenden Untersuchung: ein niedriges Alter kann mit höherem Risiko auf eine spontane Geburt assoziiert werden, während für induzierte Entbindungen ein höheres Alter ein relevantes Risiko darstellt (ebd.).

Ebenfalls wünschenswert wäre die Einbeziehung von Zwillingsgeburten und Geburten, die durch Reproduktionsmedizin eingeleitet werden. Hier wäre aber eine wesentlich höhere Fallzahl notwendig. Der Ausschluss beider Faktoren führt ebenfalls zu einer Positivselektion der älteren Mütter, da beide Phänomene häufiger im höheren Alter auftreten und zudem mit sehr hohen Frühgeburtsrisiken assoziiert sind.

Neben der Verzerrung des Samples, sind die Missings bei den Kovariaten eine mögliche Quelle für Verzerrungen. So sind bei Bildungsjahren, Einkommen und Region zahlreiche Missings vorhanden, die sich ungünstig auswirken könnten. Dies liegt zum einen an der Tatsache, dass einigen Müttern kein Interview vor der Schwangerschaft zugeordnet werden konnte und zum anderen an der Verweigerung der Fragen als Item-Nonresponse. Beides könnte erneut selektiv auf die Befragten wirken, so dass gesündere und „fittere“ Frauen eher im Jahr zuvor befragt werden und auch eher auf jede Frage antworten.

In ebendiese Richtung fällt auch der mögliche Verzerrungseffekt, der im Item „Wunschkind“ begründet liegt. Wie gezeigt, hat diese Variable einen sehr starken Effekt auf Frühgeburtlichkeit, wird aber gleichzeitig lediglich ex-post erhoben. Hier kann soziale Erwünschtheit und Veränderung während der Prozesszeit zu einem Fehler der Modellschätzung führen. Dieser ist umso größer, je deutlicher sich die Verzerrungen über Alter und Bildung unterscheiden.

Insgesamt könnte der vorliegenden Untersuchung eine zu große Einseitigkeit vorgeworfen werden. Zwar werden soziale und demografische Variablen umfassend und kausal modelliert, explizit medizinische und biologische Einflüsse aber nur über das Alter berücksichtigt. Haben medizinische Studien ihren Schwerpunkt wohl in der Regel zu stark auf letzteren Faktoren, so ist die vorliegende zu umfeldzentriert. Tatsächlich ist von einer wesentlich größeren biologischen Variabilität auszugehen, die vor allem die Konstitution der Mutter abseits des Alters betrifft (Voigt et al. 200: 177).

Erklärungsbedürftig erscheint zudem das deutlich höhere Risiko im Westen Deutschlands, was auch unabhängig von den Kontrollfaktoren gilt. Diese Frage könnte mit Aufnahme weiterer Interaktionsterme, als auch durch Berechnen getrennter Modelle für Ost und West erfolgen, war aber hier nicht primäres Ziel der Untersuchung.

Im Bezug auf die Hauptforschungsfrage kann zunächst kritisiert werden, dass lediglich die Bildung für Interaktionen mit dem Alter genutzt wurde. Auch Einkommen und Gesundheitsverhalten könnten hier ja herangezogen werden. Grund des Vorgehens ist ein inhaltlicher. Bildung wird im weiteren Sinne als zentral für das Ausbilden einer gesunden Lebensweise und der Ansammlung ökonomischen Kapitals gesehen (vgl. Mirowsky 2002: 315; Hoffmann 2006: 50). In dieser vereinfachten Sichtweise bedingt Bildung deshalb Gesundheitsverhalten und Einkommen, bleibt aber zentraler Hintergrundfaktor. Für den Einfluss auf die Frühgeburtlichkeit wurde empirisch gezeigt, dass auch wenn man für andere Ressourcenvariablen kontrolliert, ein positiver Effekt der Bildung besteht. Deshalb kann vermutet werden, dass eine höhere Bildung noch für andere günstige Einflüsse auf die Geburt verantwortlich ist, etwa eine umfangreiche Geburtsvorbereitung und Anpassung an die Erfordernisse an die Schwangerschaft. Der Effekt könnte sogar noch größer ausfallen, wenn man für Risikofaktoren kontrolliert, die typischerweise bei höherer Bildung auftreten können. Hier wären Stress im Allgemeinen, und viele Überstunden als auch eine Karriereorientierung im Besonderen zu nennen. So haben Martius et al. gezeigt, dass Hausfrauen die geringste und gestresste „Vielarbeiter“ das höchste Risiko auf eine Frühgeburt aufweisen (1998: 186). Über die Aufnahme der Variablen Erwerbsstatus, Stress und psychische Gesundheit könnte ein

derartiger Einfluss auch im SOEP kontrolliert werden. Zu Gunsten klarer interpretierbarer Faktoren und der Konzentration auf die wichtigsten Proxy-Variablen wurde darauf aber verzichtet.

Als letztes Problem der vorliegenden Untersuchung kann die Altersvariable und deren Ausprägungen genannt werden. Es existieren im Alter „40+“ relativ wenige Geburten und Frühgeburten, was die Koeffizienten der Modelle wenig robust macht. Auch im jungen Alter sind wenige Fälle enthalten. Da bisher erst wenige Wellen Neugeborene im SOEP sind, bieten sich in der Zukunft bessere Möglichkeiten die gewonnenen Ergebnisse zu erhärten. Wie bereits gezeigt kommen jährlich etwa 200 Geburten neu ins Panel.

Trotz aller Einschränkungen sind die vorliegenden Ergebnisse allein aufgrund ihrer Plausibilität ernst zu nehmen. In Übereinstimmung mit den medizinischen Befunden haben soziale Faktoren einen deutlichen Einfluss auf das Risiko der Frühgeburt (Lumley 2003: 5). So differenziert wie in der vorliegenden Untersuchung wurden diese bisher noch nicht herausgearbeitet. In der Medizin wird der indirekte Einfluss der Bildung selten ausreichend berücksichtigt. Grund dafür ist das höhere Interesse und Faktoren, die während der medizinischen Behandlungsphase auftreten und somit beeinflussbar sind. Friese et al. weisen ausdrücklich darauf hin, dass die soziale Lage nicht im Einflussbereich der Medizin liegt (2003: 479). Hier konzentriert man sich vor allem auf Faktoren, die während der Schwangerschaft eine mögliche Frühgeburt anzeigen könnten (Goldenberg et al. 1998: 233). Erst holistischere Studien, so wie Hoffman es für den Bereich der Altersmortalität gezeigt hat (2006), könnten einen Beitrag zur Klärung der Problematik leisten. Die zentralen Erkenntnisse der hier umgesetzten Studie werden nachfolgend im letzten Kapitel noch einmal komprimiert dargestellt.

## **7. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen**

Ausgehend von der Problematik, dass in sämtlichen westlichen Ländern, vor allem aber in Deutschland, das mittlere Alter bei Geburt und auch das mittlere Alter bei Erstgeburt immer weiter ansteigt, hat sich die vorliegende Arbeit die Folge dieses Anstiegs zum Thema gemacht. Als zentral werden dabei die Folgen für die Gesundheit der Neugeborenen erachtet, die über den Indikator *Frühgeburt* umfassend bestimmt werden kann. Vor allem durch medizinische Forschung wurden hier Folgen, als auch mögliche Einflussfaktoren aufgedeckt. So gilt eine Geburt vor der 37. Schwangerschaftswoche als Determinante für Säuglings-

Kinder- und Erwachsenenmortalität und –morbidity, aber auch für vielfältige Entwicklungsstörungen, Beeinträchtigungen und Behinderungen. Haben gesellschaftliche Veränderungen bisher zu einer umfassenden Verbesserung in diesem Bereich geführt, so ist seit einigen Jahrzehnten keine weitere Senkung, teils sogar eine Steigerung der Frühgeburtenraten zu verzeichnen gewesen.

Als Ursachen kommt eine Vielzahl von Faktoren aus den unterschiedlichsten Bereichen in Frage, wobei eine Vielzahl dieser Faktoren auch statistisch belegt wurde. Die Komplexität des Ursachengeflechts lässt sich dabei über zwei zentrale Hypothesen reduzieren. Entsprechend der Seneszenzhypothese führen biologische Alterungsprozesse zu schlechteren Ausgangsbedingungen einer Geburt, die sich ab einem bestimmten Alter der Mutter in stark gesteigerten Frühgeburtenraten niederschlagen. Grund dafür bietet die Evolutionsbiologie, nach deren Logik nur jene Merkmale selektiert werden, die ihren Einfluss auf die Fitness der Mutter vor Weitergabe der Gene ausspielen. Seneszenz, hier verstanden als Nachlassen des optimalen Funktionierens des Reproduktionsapparates, ist eine Folge des Evolutionsprozesses.

Auf der anderen Seite können auch Argumente gefunden werden, die gegen einen direkten Einfluss des Alters sprechen. Neben der körperlichen Reife, die bereits in relativ frühen Jahren erfolgt, setzt heute die soziale Reife erst relativ spät ein. Entsprechend der Ressourcentheorie steigt mit dem Alter, aufgrund von Bildungsprozessen, sowohl die Versorgungssituation mit notwendigen Gütern, als auch das generelle Gesundheitsverhalten kumulativ an. Beides wirkt protektiv auf eine drohende Frühgeburt und erklärt so das Primat der sozialen vor der biologischen Reife.

Bringt man beide Hypothesen zusammen, so ergibt sich ein umfassendes kausales Erklärungsmodell von Frühgeburtslichkeit. Nach diesem gibt die Biologie zwar über den Prozess der Alterung ein Grundmuster vor, dass die Risiken determiniert, die Kultur hingegen überformt dieses und kann im Extremfall den Zusammenhang von Alter und Frühgeburt umkehren. Da die biologische Konstitution durch die Seneszenz über den Lebensverlauf abnimmt, die Ressourcen hingegen zunehmen gibt es ein theoretisches Optimum bei dem hohe kulturelle Mittel auf einen gesunden Organismus treffen.

Auch wenn dieser Zusammenhang theoretisch plausibilisiert ist, stellt sich die Frage nach dem konkreten Zusammenspiel der beiden Komponenten in der Realität.

Aufgrund der Einbeziehung Neugeborener und deren Gestationsdauer in das SOEP seit dem Jahr 2003, ist für Deutschland erstmals eine prospektive Analyse von Frühgeburtslichkeit möglich, die explizit nicht retrospektiv erhobene Ereignisse vor Beginn der Schwangerschaft in die Analyse aufnehmen kann. Informationen zu pränatalen Merkmalen der Mutter können

mit dem Outcome der Schwangerschaft kausal in Beziehung gesetzt werden, auch weil seit dem Jahr 2001 verstärkt Informationen zur Gesundheit abgefragt werden. Für die Analyse konnten Daten von insgesamt 1391 Säuglingen genutzt werden, die zwischen 2002 und 2008 geboren wurden. Diesen Angaben wurden Informationen der Mutter zum Zeitpunkt vor der Geburt aus den Jahren 2001 bis 2007 zugespielt. Operationalisiert wurde die zu erklärende Variable über die Gestationszeit, als dichotomes Merkmal Frühgeburt. Als erklärende Variable wurden das Alter der Mutter als Operationalisierung der Seneszenz und die Bildungsjahre, das Nettoäquivalenzeinkommen als auch das Gesundheitsverhalten für Dimensionen der Ressourcen einbezogen. Zur Kontrolle für Heterogenität wurden die Drittvariablen Parität, Mehrlingsschwangerschaft, Region, Herkunft, Kinderwunsch, Jahreszeit der Geburt und BMI genutzt.

Nachfolgend sah die empirische Analyse zunächst eine deskriptive und später eine multivariate Betrachtung der Einflussfaktoren aus dem Mutterinterview vor der Schwangerschaft auf das Outcome der Geburt aus dem Interview nach der Entbindung vor.

Entsprechend der theoretischen Vorüberlegungen werden drei Hypothesen des Einflusses der Faktoren aufgestellt:

*H1: Die Natur bestimmt die Gestationsdauer im Wesentlichen. Auch bei Einbeziehung der Ressourcen (Bildung, Einkommen und Gesundheitsverhalten) zeigt sich ein Ansteigen der Frühgeburtlichkeit.*

*H2: Die Kultur bestimmt das Alter des Säuglings zum Zeitpunkt der Entbindung hauptsächlich. Bei Berücksichtigung der Ressourcen zeigt sich ein Ausbleiben des Effektes der Alterung.*

*H3: Die Natur bestimmt das Muster, und die Kultur das Level der Frühgeburtlichkeit. Das Risiko steigt folglich immer an, durch den kumulativen Effekt der Bildung kann sich aber ein geringeres Level zeigen.*

Die drei Hypothesen wurden über eine logistische Regression auf die Variable Frühgeburt geprüft, bei der insbesondere mögliche Interaktionseffekte des Alters und der Bildung geprüft wurden.

Folgende Ergebnisse wurden zusammenfassend gefunden:

Aufgrund der Befunde auf Grundlage des Modells kann am ehesten Hypothese 2 zugestimmt werden. Nach Kontrolle aller Faktoren und Aufnahme eines Interaktionsterms aus Bildung und Alter, konnte ein protektiver Effekt mittlerer Bildung gegenüber niedriger Bildung gezeigt werden, der über das Alter noch zunimmt. Hier scheint sich die Vermutung zu bestätigen, dass über steigendes Wissen nicht nur ökonomische Ressourcen sondern auch das gesamte Verhalten einen immer günstigeren Einfluss auf das Outcome der Geburt haben. Bereits für mittlere Bildung existiert kein negativer Alterungseffekt mehr in der Population der SOEP Geburten. Bei Abwesenheit von Ressourcen hingegen schlägt dieser voll durch. Das Gesundheitsverhalten und das Einkommen bilden einen zusätzlichen Erklärungsbeitrag in Form eines steigenden Risikos auf eine Frühgeburt bei geringeren Ausprägungen. Der Effekt des Alters und der Ressourcen bleibt dabei auch bei Aufnahme weiterer Kontrollfaktoren weitgehend stabil.

Zusammenfassend lässt sich die Forschungsfrage *Welche vor der Konzeption ausgeprägten biologischen und sozialen Merkmale führen zu einer Frühgeburt/zu einer früheren Geburt?* folgendermaßen beantworten.

Über Bildung, als zentrale Proxy-Variable, und das Einkommen, als auch das Gesundheitsverhalten, lassen sich bereits vor der Konzeption der Frau deutliche Unterschiede darstellen. Diese Ergebnisse sprechen insgesamt für die These, dass vor allem die Kultur und nicht die Biologie für das Phänomen Frühgeburtlichkeit kausal verantwortlich ist. Nicht das Alter der Mutter als isolierter Risikofaktor, sondern die Ressourcen, die über das Lebensalter erworben werden, sind wichtig zur weiteren Forschung in diesem Bereich. Für die Zukunft stellt sich deshalb nicht die Frage, welcher Anteil der Mütter älter als 35 oder älter als 40 ist, sondern über welche Kenntnisse, sozialen und kulturelle Praktiken diese verfügen. Dabei können sich sogar positive Effekte des Alters, folglich der sozialen Reife, zeigen.

Weiterer Forschungsbedarf besteht aber noch hinsichtlich der Heterogenität des Phänomens. Ergebnisse aus der bisherigen Literatur zum Thema haben gezeigt, dass für bestimmte Subgruppen – etwa Erstgebärende – deutlich andere Effekte möglich sind. Dies kann allerdings nur bei Kontrolle weiterer medizinischer Variablen, etwa Diabetes Typ II und Bluthochdruck aber auch Arbeitsstress und psychische Belastungen, näher untersucht werden.

Gleichzeitig müsste biologische Heterogenität hinsichtlich der Fruchtbarkeit oder Störungen des reproduktiven Apparats stärker beachtet werden.

Trotz allen Einschränkungen konnte die vorliegende Untersuchung zeigen, dass sich das SOEP für die Aufdeckung kausaler Ursachen grundsätzlich eignet. Einschränkend bleibt lediglich die (noch) recht geringe Fallzahl und die Selektivität der Neugeborenenpopulation.

Die Wichtigkeit gegenläufiger Einflussfaktoren über den Lebenslauf der (potentiellen) Mütter, trägt zur Klärung des im Eingangszitat aufgeworfenen Rätsels bei. Die bisher unbekanntten Gründe des Anstiegs der Frühgeburtenraten in den wohlhabenden westlichen Ländern seit den 80er Jahren, müssen vor dem Hintergrund des sich ändernden mittleren Alters der Mütter bei (Erst-)Geburt im Zusammenhang mit deren Ressourcenausstattung neu bewertet werden.

---

**Literatur**

American Society for Reproductive Medicine (2008) Age-related Fertility Decline: a Committee Opinion, in: *Fertility and Sterility* (90) Suppl 3, S. 154-155.

Ancel, P.-Y./Saurel-Cubizolles, M.-J./Di Renzo, G.C./Papiernik, E./Breart, G (1999) Social Differences of Very Preterm Birth in Europe: Interaction with Obstetric History, in: *American Journal of Epidemiology* (149) 10, S. 908-915.

Babson, S.G./Benson, R.C./Pernoll, M.L./Benda, G.I. (1975) *Management of high-risk Pregnancy and intensive Care of the Neonate*. Saint Louis.

Backhaus, K./Erichson, B./Plinke, W./Weiber, R. (2008) *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung*, Berlin, Heidelberg.

Baudisch, A. (2008) *Inevitable Aging? Contributions to evolutionary-demographic Theory*. Berlin.

Baudisch, A./Vaupel, J.W. (2009) *Senescence vs. Sustainance: Evolutionary-Demographic Models of Aging*. MPIDR Working Paper WP 2009-040. Rostock.

Behrman, R.E./Butler, A.S. [Hrsg.] (2007) *Preterm Birth: Causes, Consequences and Prevention*. Washington.

Berkowitz, G.S./Papiernik, E. (1993) Epidemiology of Preterm Birth, in: *Epidemiological Reviews* (15) 2, S. 414-443.

Billari, F.C./Kohler, H.P./Andersson, G./Lundström, H. (2007) Approaching the Limit: Long-Term Trends in Late and Very Late Fertility, in: *Population and Development Review* 33(1), S. 149-170.

Blossfeld, H.-P./Hamerle, A./Mayer, K. U. (1986) *Ereignisdatenanalyse. Statistische Theorie und Anwendung in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften*. Frankfurt, New York.

Böhning, Dankmar (2000) Allgemeine Epidemiologie, In: Mueller, U./Nauck, B./Diekmann, A. [Hrsg.] Handbuch der Demographie, Band 2, Berlin, Heidelberg, New York.

Brandt, I./Sticker, E./Höcky, M. (1997) Lebensqualität von Frühgeborenen und Reifgeborenen bis ins Erwachsenenalter: Auseinandersetzung mit biologischen und sozialen Risiken (prä-, peri- und postnatal sowie im Kindesalter). Baden Baden.

Breart, G. (1997) Delayed Childbearing, in: European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology (75); S. 71-73.

Carroll, S.G./Sebire, N.J./Nicolaidis, K.H. (1996) Preterm prelabour Amniorrhexis. New York.

Charlesworth, B. (1994) Evolution in age - structured populations. Cambridge: Cambridge University Press.

Doblhammer, G. (2004) The Late Life Legacy of Very Early Life. Berlin, Heidelberg.

Friese, L./Dudenhausen, J.W./Kirschner, W./Schäfer, A./Elkes, T. (2003) Risikofaktoren der Frühgeburt und ihre Bedeutung für Prävention und Gesundheitsförderung – Eine Analyse auf der Grundlage des BabyCare Programms.

Goldenberg, R.L./Iams, J.D./Mercer, B.M./Meis, P. J./Moawad, A. H./Copper, R. L./Das, A./Thom, E./Johnson, F./McNellis, D./Miodovnik, M./Van Dorsten, J.P./Caritis, S.N./Thurnau, G.R./Bottoms, S.F. (1998) The Preterm Prediction Study: the Value of new vs. standard Risk Factors in predicting early and all spontaneous Preterm Births, in: American Journal of Public Health (88) 2, S: 223-238.

Goldstein, J.R./Sobotka, T./Jasilioniene, A. (2009) The End of “Lowest-Low” Fertility?, in: Population and Development Review (35) 4, S. 663-699.

Gordo, L.R./Motel-Klingebiel, A./Wurm, S. (2009) SOEP as a Source for Research on Ageing – Issues, Measures and Possibilities for Improvement. RatSWD Working Paper Series, No. 83.

---

Grabka, M. M. (2008) Codebook for the \$PEQUIV File 1984-200 CNEF Variables with Extended Income Information for the SOEP. Berlin.

Gustafsson, S.S. (2000) Optimal age at motherhood. Theoretical and empirical Considerations on Postponement of Maternity in Europe, in: *Journal of Population Economics* (14), S. 225-247.

Headey, B./Holst, E. (2008) Introduction, in: Headey, B./Holst, E. [Hrsg.] *A Quarter Century of Change: Results from the German Socio-Economic Panel (SOEP)*, Berlin.

Hess-Meining, U./Tölke, A. (2005) Familien- und Lebensformen von Frauen und Männern, in: Corneließen, W. [Hrsg.] *Gender-Datenreport. 1. Datenreport zur Gleichstellung von Frauen und Männern in der Bundesrepublik Deutschland*. S. 244-275

Hoffmann, R. (2006) Socioeconomic Differences in Old Age Mortality in Denmark and the USA with Special Emphasis on the Impact of Unobserved Heterogeneity on the Change of Mortality Differences over Age. Rostock.

Hosmer, D.W./Lemeshow, S. (2000) *Applied Logistic Regression*. Second Edition, New York.

Illing, S. (1993) *Das gesunde und das kranke Neugeborene*. Stuttgart.

Kane, S.H. (1967) Advancing Age and the Primigravida, in: *Obstetrics and Gynecology* (29), S. 409-413.

Van Katwijk, C./Peeters, L.L.H. (1998) Clinical Aspects of Pregnancy after the Age of 35 years: a Review of the Literature, in: *Human Reproduction Update* (4) 2, S: 185-194.

Kelnar, C.J.H./Harvey, D./Simpson, C. (1995) *The Sick newborn Baby*. London.

Kleinbaum, D.G./Klein, M. (2002) *Logistic Regression. A Self Learning Text*. Second Edition, New York.

Klein, J.P./Moeschberger, M.L. (2003) *Survival Analysis. Techniques for Censored and Truncated Data*. New York.

Kirscher, W./Dudenhausen, J.W./Friese, K. (2009) Interventions to reduce Preterm Births in Germany, in: *Journal of Perinatal Medicine* (37) 1, S. 279-287.

Kramer, M. S. (1997) Preventing Preterm Birth. Are we making any Progress?, in: *Yale Journal of Biology and Medicine* 70, S. 227-232.

Kreyenfeld, M./Konietzka, D. (2007) *Kinderlosigkeit in Deutschland – theoretische Probleme und empirische Ergebnisse*, In: Konietzka, D./Kreyenfeld, M. [Hrsg.] *Ein Leben ohne Kinder. Kinderlosigkeit in Deutschland*. Wiesbaden.

Kreyenfeld, M./Scholz, R./Peters, F./Wlosnewski, I. (2010) *The German Birth Order Register – Order-Specific Data Generated from Perinatal Statistics and Statistics on Out-of-Hospital Births 2001-2008*. MPIDR Working Paper WP 2010-010, Rostock.

Kirkwood, T.B.L. (1977) Evolution of aging, in: *Nature* (408), S. 233-238.

Kubli, F./Arabin, B. (1984) Frühgeburt, in: Dudenhausen, J.W. [Hrsg.] *Praxis der Perinatalmedizin*. Stuttgart, New York, S. 148-184.

Lampinen, R./Vehviläinen-Julkunen, K./Kankkunen, P. (2000) A Review of Pregnancy in Women Over 35 Years of Age, in: *The Open Nursing Journal* (3), S. 33-38.

Lee, R. (2003) Rethinking the evolutionary theory of aging: Transfers, not births, shape senescence in social species, in: *Proceedings of the National Academy of Science* (100), S. 9627-9642.

Lumley, J. (2003) Defining the problem: The Epidemiology of Preterm Birth, in: *BJOG: an International Journal of Obstetrics and Gynaecology* (110) Suppl 20, S. 3-7.

Maroulis, G.B. (1991) Effect of Aging on Fertility and Pregnancy, in: *Seminars in Reproductive Endocrinology* (9) 3, S. 165-175.

- Martius, J.A./Steck, T./Oehler, M.K./Wulf, K.H. (1998) Risk factors associated with preterm (<37+0 weeks) and early preterm Birth (<32+0 weeks): Univariate und multivariate Analysis of 106345 Singleton Births from 1994 statewide perinatal Survey of Bavaria, *European Journal of Obstetrics & Gynecology* (80), S. 183-189.
- Menken, J. (1985) Age and Fertility: How Late Can You Wait?, in: *Demography* (22) 4, S. 469-483.
- Meis, P.J./Michielutte, R./Peters, T.J./Wells, H.B./Sands, R.E./Coles, E.C./Johns, K.A. (1994) Factors associated with preterm birth in Cardiff, Wales, in: *American Journal of Obstetrics and Gynecology* (173) 2, S. 590-596.
- Mirowsky, J. (2002) Parental Health: The Pivotal and Optimal Age at First Birth, in: *Social Forces* (81) 1, S. 315-349.
- Mirowsky, J./Ross, C.E. (2002) *Education, Social Status and Health*. New York.
- Mirowsky, J. (2005) Age at First Birth, Health, and Mortality, in: *Journal of Health and Social Behavior* (46), S. 32-50.
- Mood, C. (2009) Logistic Regression: Why we cannot do what we think we can do, and what we can do about it, in: *European Sociological Review* (26) 1, S. 67-82.
- Noack, P./Noack, T. (2000) Physiologie der vorzeitigen Wehentätigkeit, in: Friese, K./Plath, C./Briese, V. [Hrsg.] *Frühgeburt und Frühgeborenes. Eine multidisziplinäre Aufgabe*. Berlin, Heidelberg, New York.
- Schnell, R./Hill, P.H./Esser, E. (2008) *Methoden der empirischen Sozialforschung*, München.
- Scott, J./Alwin, D. (1998) Retrospective Versus Prospektive Measurement of Life Histories in Longitudinal Research, in: Giele, J.Z. *Methods of Life Course Research*, S. 98-127.

Sobotka, T. (2006) In Pursuit of Higher Education, Do We Postpone Parenthood Too Long?, in: *Gender Medicine* (3) 3, S. 183-186.

Sobotka, T. (2008) Overview Chapter 6: The diverse Faces of the Second Demographic Transition in Europe, in: *Demographic Research* (19), S. 171-224.

Statistisches Bundesamt [Hrsg.] (2009) *Statistisches Jahrbuch 2009. Für die Bundesrepublik Deutschland*. Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt [Hrsg.] (2008) *Geburten und Kinderlosigkeit in Deutschland. Bericht über die Sondererhebung 2006 „Geburten in Deutschland“*. Wiesbaden.

Tamm, M. (2007) *Poverty of Children in Germany and its Impact on Childrens Health and Educational Outcomes*. Essen.

Umweltbundesamt [Hrsg.] (2008) *Start ins Leben – Einflüsse aus der Umwelt auf Säuglinge, ungeborene Kinder und die Fruchtbarkeit*. Berlin.

Voigt, M./Jähring, K./Reichelt, G./Friese, K. (2000) Gewichts-, Längen- und Kopfumfangsverteilung von Neugeborenen (insbesondere Frühgeborenen) in Ostdeutschland unter besonderer Berücksichtigung demografischer Aspekte, in: Friese, K./Plath, C./Briese, V. [Hrsg.] *Frühgeburt und Frühgeborenes. Eine multidisziplinäre Aufgabe*. Berlin, Heidelberg, New York.

Wagner, G.G./Göbel, J./Krause, P./Pischner, R./Sieber, I. (2008) *Das Sozio-oekonomische Panel (SOEP): Multidisziplinäres Haushaltspanel und Kohortenstudie für Deutschland - Eine Einführung (für neue Datennutzer) mit einem Ausblick (für erfahrene Anwender)*, in: *AStA Wirtschafts- und Sozialstatistisches Archiv* (2), S. 301-328.

Wen, S.W./Smith, G./Qiuying, Y./Walker, M. (2004) *Epidemiology of Preterm Birth and neonatal Outcome*, in: *Seminars in Fetal & Neonatal Medicine* (9), S. 429-435.

Williams, G.C. (1957) Pleiotropy, natural selection and the evolution of senescence, in: *Evolution* 1957 (11), S. 855-860.