

## Hohe prognostische Validität der Mathematiknote für das spätere Berufsprestige

### Eine longitudinale Analyse anhand des Kölner Gymnasiastenpanels

*Benedikt Gasser*

*Institut für Anatomie, Universität Bern*

#### Zusammenfassung

Immer wieder wird von verschiedenster Seite, insbesondere auch im Rahmen der allgemeinen Diskussion von Studierfähigkeiten, auf die mangelnden Mathematikfähigkeiten verwiesen, wobei diesbezüglich oft intuitiv die Relevanz des Faches mit bestimmten Attributen verbunden wird, welche für das Studium und sekundär den zukünftigen Berufserfolg Wirksamkeit entfalten sollen. Die empirische Situation bezüglich der Relevanz von Noten für Parameter des Berufserfolgs ist trotz der allgemein verbesserten Befundlage aufgrund von PISA, IGLU und TIMSS für den überspannenden Zeitraum von der Schule bis zum Berufsleben als gering zu taxieren. Anhand des umfangreichen und für den deutschen Sprachraum einzigartigen longitudinalen Datenmaterials des Kölner Gymnasiastenpanels, einer als hochselektiv zu taxierenden Stichprobe ehemaliger Gymnasiasten, werden die Noten des 10. Schuljahres bezüglich ihrer Aussagekraft für den Berufserfolg operationalisiert als Einkommen und Berufsprestige mit 30, 43 und 56 Lebensjahren analysiert. Dabei kann festgestellt werden, dass die Mathematiknote im Vergleich zu anderen Fächern die höchste prognostische Güte aufweist, teilweise besser als der Notendurchschnitt. Dieser empirische Befund verdeutlicht die Relevanz des Faches und lässt sich in der jüngsten bildungsökonomischen Diskussion einordnen, wonach insbesondere gute schulische Leistungen im Fach Mathematik besondere Bedeutsamkeit für die Wohlfahrt von Volkswirtschaften erlangen.

#### Abstract

The discussion concerning fundamental study skills for successfully graduating at university as precondition for occupational success evoked in the german-speaking area. From different point of view the missing math skills of high-school pupils are pointed out whereby often relevance of mathematics is assigned to specific attributes necessary for further occupational success. The situation concerning relevance of mathematics is despite efforts such as PISA, IGLU and TIMSS for the long-lasting period between school and labor market sparse. With the encompassing material of the Cologne Gymnasiast panel grades from 10th year of schooling (1969) of a highly selective sample of former high-school pupils were analyzed according the prognostic validity of grades for occupational success with 30, 43 and 56 years operationalized as income and job prestige. Math grades do have an outstanding prognostic validity compared to other grades. This fact implies relevance of math and is in accordance with youngest educational economic findings suggesting especially math skills having relevance for welfare of economies.

## 1 Einleitung

“The physician in preparing for his work needs three things: mathematics, mathematics, mathematics” – was einst Wilhelm Conrad Roentgen so eindrücklich proklamierte, scheint viel breiter auch heute noch Daseinsberechtigung zu haben (Sarton 1936). Insbesondere schulische Leistungen im Fach Mathematik scheinen für die Entwicklung moderner Volkswirtschaften und die Wohlfahrt von Ländern entscheidend zu sein. Die Befunde stammen aus der jüngsten bildungsökonomischen Debatte, welche den mathematischen Fähigkeiten eine zentrale Bedeutung für Erfolg auf dem Arbeitsmarkt zuweisen und sekundär enge Zusammenhänge zwischen den Mathematikfähigkeiten und der wirtschaftlichen Entwicklung eines Landes proklamieren (Wössmann 2015; Wagner 2012; Becker 1964). Die Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts wird im humankapitaltheoretischen Verständnis als Funktion des Bildungsniveaus verstanden und somit direkt von schulischen Fähigkeiten abhängig gemacht (Wössmann 2015; Wagner 2012; Becker 1964). Aus der Sichtweise der ebenfalls oft in diesem Kontext genannten Signaling Theorie spielt dabei vor allem der erworbene Abschluss eine zentrale Rolle, welcher als Signal für die auf dem Arbeitsmarkt tätigen Akteure zur Reduktion asymmetrischer Information dient (Spence 1973; 1974), während die Humankapitaltheorie (Becker 1963) den produktivitätssteigernden Effekt von Bildung ins Zentrum stellt (Wössmann 2015; Wagner 2012; Becker 1964). Die jüngste bildungsökonomische Debatte folgt dabei hauptsächlich der zweiten Ansicht (Wössmann 2015; Hanushek/Wössmann 2015). Unabhängig vom Ansatz kommt man anhand von Extrapolationsanalysen des Zusammenhangs zwischen Bildungsleistungen und Wirtschaftswachstum beispielsweise für Deutschland zum Ergebnis, dass sich langfristig (über den Lebenszeitraum eines heute geborenen Kindes) über 13 Billionen Euro an zusätzlichem Bruttoinlandsprodukt erzielen ließen, wenn die Bildungsleistungen auf das Niveau führender europäischer PISA-Länder wie Finnland gesteigert würden (Wössmann 2015; Wagner 2012; Becker 1964). Dabei scheinen sich insbesondere mathematische Defizite besonders negativ auf die zukünftigen Arbeitsmarktfähigkeiten auszuwirken (Wagner 2015). Versucht man das Erwähnte auf die mikroökonomische respektive die Individualebene herunterzubrechen, so liefert die steuerungsstrategische Ebene von Bildungssystemen einen ersten Zugang zu einem Verständnis. Helmut Schelsky (1957) bezeichnete Ende der 1950er-Jahre die Schule als „erste und damit entscheidende zentrale Dirigierungsstelle für die künftige soziale Sicherheit, für den künftigen sozialen Rang und für das Ausmaß künftiger Konsummöglichkeiten“ (S. 18). Meulemann (1979) verdeutlichte in den 1980er-Jahren die Bedeut-

samkeit von Bildungsabschlüssen als Mittel des Staterwerbtes und implizierte sekundär deren volkswirtschaftliche Relevanz. Unmittelbar mit Bildungsabschlüssen verknüpft sind die Noten als potenzielles Leistungskorrelat und Steuerungsmittel, wobei die Einsicht in die Fragwürdigkeit dieses Instrumentariums bekannt ist (Lintorf 2012; Ingenkamp 1995; Becker 1983). Kritik an Schulnoten findet sich insbesondere bei den Zusammenstellungen von Ingenkamp (1995), welcher anhand unterschiedlicher Einzelanalysen verdeutlicht, dass Schulnoten messtheoretischen Gütekriterien nur beschränkt genügen und lediglich partiell ein Korrelat schulischer Leistungen darstellen (Rindermann/Kwiatoski 2009; Sacher 2001; Lintorf 2012). Auch die jüngste wissenschaftliche Auseinandersetzung, insbesondere zum big-fish-little-pond-effect, kommt zu expliziten Hinweisen, dass Lehrpersonen nicht nur die Schulleistung in die Note einfließen lassen und die soziale Bezugsgruppe sich unmittelbar auf die Note niederschlägt (Marsh/O'Mara 2010). Aus bildungsbiografischer Sichtweise besitzen Noten eine allokativen Funktion durch Regulierung des Zugangs zu weiterführenden Schulen und tertiären Bildungswegen (Lintorf 2012). Gerade auf gymnasialer Ebene mit der für diesen Untersuchungskontext noch bestehenden mittleren Reife (1969) wurden mit den Zeugnissen des 10. Schuljahres die Voraussetzungen für einen späteren akademischen Lebensweg geschaffen. Kurz und konzipis ist bezüglich des Instrumentariums Ziegenspeck (1999): „Alle Zeugnisse sind in unserer gegenwärtigen Gesellschaft Unterlagen für Aufstiegsmöglichkeiten und wahren oder verringern die Chance des Weiterkommens“ (S.111). Das zu Lernende und zu Leistende wird durch Noten allokativ gelenkt, was wiederum verdeutlicht, dass Noten nur beschränkt ein Korrelat der Schulleistung sind (Rindermann/Kwiatoski 2009; Sacher 2001). Auch dies mag dazu beitragen, dass der Zusammenhang von Noten und Determinanten des Berufserfolgs bei empirischen Analysen oft gering ausfällt und ein Interesse für eine umfassende Analyse zu existieren scheint.<sup>1</sup>

## 2 Theoretischer Rahmen und Forschungsstand

### 2.1 Noten

Wenn man sich mit der Mathematiknote als Forschungsgegenstand auseinandersetzt, so ist die empirische Befundlage für diesen Parameter im Vergleich zu anderen Fächern relativ umfassend, was sich mitunter auch als Konsequenz der breiten Durchdringung des Fachs auf

---

<sup>1</sup> Der vorliegende Artikel ist eingebettet in einer umfassenden Übersichtsarbeit hinsichtlich der Problematik von Noten. Für eine vollständige Darstellung wird auf die Originalarbeit verwiesen.

allen Schulstufen ergibt (Bloemke 2009; Hochweber 2010; Schreiner et al. 2008). Fachspezifische Defizite konnten bei Schülern auf gymnasialer Ebene beispielsweise in der Schweiz nachgewiesen werden (Eberle et al. 2008). So konnten im Rahmen der Untersuchung EVAMAR II (Evaluation Maturität) bei 41 Prozent der schriftlichen Mathe-Maturaprüfungen ungenügende Noten identifiziert werden; wird die mündliche Note hinzugerechnet, so bleibt mit 24 Prozent immer noch fast ein Viertel ungenügend (Eberle et al. 2008). Verbindet man das Erwähnte mit jüngeren Untersuchungen in Deutschland, so kann auf Analysen von Datensätzen für die Sekundarstufe der Mathematik-Gesamterhebung Rheinland-Pfalz (MARKUS; rund 1500 Datensätze der achten Schulklassen) und für die Primarstufe auf Daten der Studie VERA – Gute Unterrichtspraxis (ca. 50 vierte Schulklassen, Rheinland-Pfalz) verwiesen werden, wobei sich in den analysierten Datensätzen von Zeugnissen zeigte, dass sich Schülermerkmale wie das Fachinteresse und die Anstrengung des Schülers signifikant auf die Noten auswirkten, was impliziert, dass in den Noten wesentlich mehr Informationen enthalten sind als lediglich das Leistungskorrelat (Hochweber 2010). So wirkte sich insbesondere auch das Interesse für das Fach Mathematik (positiv) auf die Notengabe aus (Hochweber 2010). Relativ deutlich wird von anderer Seite weiter die Vermutung aufgestellt, dass bei der Leistungsbeurteilung Faktoren wie das Verhalten der Schüler und ihr Verhältnis zu den Lehrkräften ebenfalls die Notenvergabe steuern (Schreiner et al. 2008). Dass in den Noten mehr Informationen als lediglich das Leistungskorrelat enthalten sind, kann auch durch Analysen aus der Intelligenzforschung unterstützt werden (Rost 2009). So konnten im Rahmen der Längsschnittstudie von Deary et al. (2007) bei englischen Schülern aufgrund eines im Alter von elf Jahren durchgeführten Intelligenztests (2. Auflage des Cognitive Ability Tests CAT2E von Thorndike et al. 1986) die rund fünf Jahre später erbrachten Leistungen in zwei landesweit eingesetzten Abschlussexamen (GCSE: General Certificate of Secondary Education; GNVQ: General National Vocational Qualification) sehr gut vorausgesagt werden (Rost 2009). Auch wies der Zusammenhang zwischen der identifizierten Intelligenz und den Leistungen in 25 Einzelfächern (effektive Fallzahl, je nach Fach, bei  $n = 2720$  bis zu  $n = 68125$ ) eine hohe Korrelation von  $r = .77$  für das Fach Mathematik auf, wobei als Vergleich im Fach Kunst & Design lediglich eine Korrelation von  $r = .43$  identifiziert werden konnte (Rost 2009). Auswirkungen von mathematischen Defiziten auf die volkswirtschaftliche Wohlfahrt wurden von verschiedenen Seiten thematisiert und explizit nachgewiesen (Wagner 2013; Wössmann 2015; Hanushek/Wössmann 2015). Gerade in der jüngeren bildungsökonomischen Debatte wird eine hohe Relevanz von Mathematiknoten proklamiert, wonach eine nahezu perfekte Vorhersage der künftigen wirtschaftlichen Entwick-

lung eines Landes möglich ist, wenn die Testergebnisse von Schülern in Mathematik und Naturwissenschaften als Referenzmaß verwendet würden (Wagner 2013; Wössmann 2015; Hanushek/Wössmann 2015). Explizit wird proklamiert, dass das Wachstum des BIP in den USA oder Deutschland sich erhöhen könnte, wenn die auf dem Arbeitsmarkt eintreffenden Jugendlichen die Mathematikfähigkeiten der Kanadier oder Finnen besitzen würden (Wössmann 2015; Hanushek/Wössmann 2015); entsprechende Kritik wurde an diesem monokausalen Verständnis laut (Lankau 2013). Fokussiert man sich auf die Prädiktorebene zukünftiger Parameter des Berufserfolgs, so ist auf das Instrumentarium der Noten zu verweisen, wobei insbesondere die Zusammenstellungen von Ingenkamp Grundlage der Kritik bilden (dazu insbesondere Wild/Krapp 2006; Tent/Birkel 2010; Lintorf 2012). Lehrpersonen werden als die Noten-prägenden und mitdeterminierenden Subjekte dargestellt, welche entsprechend großen Einfluss auf den späteren beruflichen Lebensweg haben. Heinz (1996) bezeichnet diese als „Gatekeeper“, die gewisse Lebenswege ermöglichen und verunmöglichen (ebd., 59). Unabhängig vom Erwähnten hat sich das Instrumentarium der Noten, insbesondere auch der Mathematiknote, ein ganzes Jahrhundert kaum verändert, weist eine erstaunliche Resistenz gegenüber potenziellen Reformen auf und wird von der Grundschule bis zur Universität unangefochten verwendet, trotz aller erwähnten Bedenken und der damit verbundenen Kritik.

## 2.2 Berufserfolg

Betrachtet man die Berufserfolgsvorschung, so ist diese durch eine erstaunliche Vielfalt gekennzeichnet. Begrifflich handelt es sich bei Erfolg um ein stark wertbehaftetes Element: “the important criteria of success in psychology may literally depend on who you ask” (Hofer et al. 1994, 457). Für eine umfassende Übersicht hinsichtlich der Thematik sei hier auf Dette (2005) verwiesen. Gattiker/Larwood (1988) darf wohl zugestimmt werden: “Career success is a construct which only exists in people’s minds and which has no clear boundaries” (S. 570). Diese Tatsache hat zur Konsequenz, dass in der Berufserfolgsvorschung zahlreiche unterschiedliche Begriffe existieren und oft inkonsistent benutzt werden (Dette 2005). Ungeachtet dessen hat sich in der Berufserfolgsvorschung die Aufteilung in objektiven und subjektiven Berufserfolg durchgesetzt, wobei unter objektivem Berufserfolg harte Faktoren wie Gehalt oder Berufsprestige und unter subjektivem Berufserfolg die weichen Faktoren wie beispielsweise die Arbeitszufriedenheit subsumiert werden (Dette 2005; Gunz/Heslin 2005). Ob somit eine ausreichende Annäherung an das Konstrukt des Berufserfolgs ermöglicht wird, darf angezweifelt werden (Dette 2005; Merker 2009). Verschiedene Operationalisierungen respektive Formen wurden

vorgeschlagen, wobei diese von einer dynamischen und statischen Sichtweise des Einkommens und des Status über die Eigenbeurteilung der Arbeit und der Zufriedenheit bis zur Berufsprestigeskala reichen (Dette 2005; Merker 2009). Für die konkrete Operationalisierung im Rahmen dieser Untersuchung wurden zur Umschreibung des Berufserfolgs die drei häufig in der Berufserfolgsvorschung verwendeten Parameter Berufsprestige – operationalisiert mit der Magnitude-Prestige-Skala (Wegener 1985) –, erzielt (Brutto-)Einkommen zum jeweiligen Zeitpunkt sowie Arbeitszufriedenheit gewählt (Dette 2005; Merker 2009).

### **2.3 Zusammenhang Noten und Berufserfolg**

Da für diese Arbeit die prädiktive Kraft der Noten, insbesondere der Mathematiknote, und der Zusammenhang zwischen Noten und Berufserfolg interessiert, ist aufgrund der mangelnden Datenlage für den deutschsprachigen Raum auf die großen Metaanalysen aus dem US-amerikanischen Raum zu verweisen, wobei in chronologischer Reihenfolge die Arbeiten von Hoyt (1965), Cohen (1984), Samson et al. (1984), Roth et al. (1996), Roth/Clarke (1998), Ng et al. (2005) zu nennen sind. Dabei liegen die korrelativen Zusammenhänge zwischen Noten und den Determinanten des Berufserfolgs im Bereich von 0.15–0.3. Im Gegensatz zum nordamerikanischen Raum mit dem Vorhandensein von großen Metaanalysen präsentiert sich die Situation im deutschsprachigen Raum lediglich mit einigen Einzelstudien (dazu Ziegler et al. 1988; Klein 1994; Brüderl et al. 1996; Peschel 1997; Butz et al. 1997; Becker 1997; Beyer/Wacker 1999; Lüdeke/Beckmann 2001). Generalisierend und zusammenfassend kommen diese Studien zum Befund, dass lediglich ein geringer Zusammenhang zwischen Noten und Berufserfolg besteht. Dies führt unmittelbar zur zentralen Fragestellung der Untersuchung: Wie präsentiert sich der empirische Zusammenhang zwischen Noten respektive Intelligenz mit den Elementen des Berufserfolgs: Berufsprestige, Einkommen und Arbeitszufriedenheit? Als Ausgangspunkt der empirischen Betrachtung sei die Hypothese formuliert, dass kein Zusammenhang zwischen Noten und Berufserfolg bestehe (Popper 1969).

## **3 Daten und Methoden**

Neben den allgemein bekannten longitudinalen Datensätzen des deutschen Sprachraums wie dem BIJU (vgl. Baumert et al. 1996), Tosca (vgl. Trautwein et al. 2007; Köller et al. 2004), der LifE-Studie (vgl. Fend et al. 2009) und dem sozioökonomischen Panel (SOEP) (vgl. Schupp 2009) darf auf einen weiteren umfassenden longitudinalen Datensatz des Kölner Gymnasias-tenpanels (KGP) verwiesen werden. Anhand des außerordentlich umfangreichen und für den

deutschen Sprachraum einzigartigen longitudinalen Datenmaterials ehemaliger Gymnasialbesucher, für welche umfassende Informationen für das zehnte Schuljahr (1969) sowie für die beruflichen Stationen jeweils mit 30, 43 und 56 Jahren vorliegen, wurde der Zusammenhang der Mathematiknote und der Durchschnittsnoten für den späteren Berufserfolg analysiert. Die Primärerhebung umfasste 3240 Gymnasiasten und fand im Jahre 1969 bei damals rund 16-Jährigen (Besuch des 10. Schuljahres) statt. Daraus resultierten drei Wiederbefragungen. Bei Wiederbefragung eins 1984 im Alter von 30 Jahren nahmen beachtliche 61,3 Prozent teil, mit 43 Jahren immer noch 49,3 Prozent der ehemaligen Gymnasiasten und immerhin 40,2 Prozent konnten auch noch bei Wiederbefragung drei mit 56 Jahren im Jahre 2010 befragt werden. Methodisch wurden in einem ersten Schritt Regressionsanalysen zwischen der Mathematiknote, dem Notendurchschnitt sowie dem Intelligenzwert als unabhängigen Variablen und den abhängigen Variablen Einkommen, Berufsprestige und Arbeitszufriedenheit berechnet (Tab. 1). Der Intelligenztest (Amthauer 1953) wurde parallel zu den Notenerhebungen des zehnten Schuljahres durchgeführt, wobei die vier Subtestteile Wortauswahl, die Analogieschlüsse, die Zahlenreihen (logisches Schließen im Umgang mit Zahlenreihen) und der Würfeltest (Raumvorstellung) administriert wurden. Alle Tests sind Schnelligkeitstests, d. h., gemessen werden die in einer bestimmten Zeit gelösten Aufgaben (Meulemann 1979). Für die hier präsentierten Analysen wurde jeweils der Durchschnitt der vier Untertests als Intelligenzwert verwendet. Ausgehend von diesem Datenmaterial konnten Strukturgleichungsmodelle entwickelt werden, welche es erlaubten, mehrere Variablen insbesondere der sozialen Herkunft mithilfe einer latenten Variable (das Prestige des Berufs des Vaters, das Familieneinkommen, die Ausbildung des Vaters, ein familiärer Schichtindex)<sup>2</sup> zu kontrollieren und so den Zusammenhang zwischen der Mathematiknote, dem Notendurchschnitt und dem Durchschnittsintelligenztestwert mit den Elementen des Berufserfolgs zu analysieren (Abb. 2 und Tab. 2).

---

<sup>2</sup> Zur Quantifizierung der sozialen Herkunft wurde dem Vater eine tragende Rolle zugewiesen, was sich insbesondere auch aus dem Zeitpunkt der Primärerhebung (1969) ergibt. Der Vater verfolgte oft die Rolle des Broterwerbs und diejenige der Frau war in der Mehrheit eine klassische als Hausfrau und Mutter (Birkelbach 1969; Beck-Gernsheim 1988; Blossfeld/Huinik 1989; Sørensen et al. 1986; Sørensen 1990). Bezüglich des verwendeten familiären Schichtindex ist zu erwähnen, dass sich dieser aus drei Dimensionen zusammensetzt. Die erste Dimension beinhaltet Informationen zur sozialen Rangfolge, der Klassenlage des Vaters, der Ausbildung des Vaters sowie zur Ausbildung der Mutter. Die zweite Dimension beinhaltet Informationen zum soziokulturellen Milieu und der Berufarbeit bzw. zum Situs des Vaters. Die dritte Dimension beinhaltet Informationen zur Sozialbiografie, zum Beruf des Großvaters väterlicher als auch mütterlicher Seite, zur Statuskarriere der Eltern und der Mobilitätsbiografie der Eltern (Meulemann 1979). Das verwendete Prestige des Berufs des Vaters wurde mithilfe der Magnitude-Prestige-Skala operationalisiert (Wegener 1985). Das Familieneinkommen stellt den verfügbaren Betrag aller Beteiligten und Produktionsfaktoren dar.

## 4 Ergebnisse und Diskussion

### 4.1 Ergebnisse

Die untenstehende Tabelle 1 gibt die Regressionsgewichte (Beta-Schätzer) der Mathematiknote der Durchschnittsnote (Durchschnitt des Durchschnitts der Jahresfachnoten) und des Intelligenztestwertes als Durchschnittswert der vier Untertests (Amthauer 1953) auf die jeweilige Zielvariable des Berufserfolges wieder. Man erkennt in erster Approximation, dass die Zusammenhänge zwischen Noten und Prestige häufiger Signifikanzen aufweisen als die Werte zwischen Noten und Einkommen. Bezüglich der Arbeitszufriedenheit sind nur drei signifikante Ergebnisse zu verzeichnen, weshalb auf diese Dimension in den später berechneten Strukturgleichungsmodellen verzichtet wurde (Abb. 2).<sup>3</sup>

|                   |               | Frauen 30  | Männer 30  | Frauen 43 | Männer 43  | Frauen 56  | Männer 56 |
|-------------------|---------------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
|                   |               | $\beta$    | $\beta$    | $\beta$   | $\beta$    | $\beta$    | $\beta$   |
| Mathematiknote    | Prestige      | -0.258 *** | -0.223 *** | -0.106 *  | -0.212 *** | -0.255 *** | -0.2 ***  |
| Mathematiknote    | Einkommen     | -0.215 *** | -0.295 *** | -0.015 ns | -0.253 *** | -0.227 *** | -0.26 *** |
| Mathematiknote    | Zufriedenheit | 0.102 **   | -0.048 **  | 0.155 *   | 0.085 *    | 0.134 **   | 0.098 **  |
| Notendurchschnitt | Prestige      | -0.029 ns  | -0.098 *   | -0.029 ns | -0.035 ns  | -0.121 **  | -0.069 ns |
| Notendurchschnitt | Einkommen     | 0.094 ns   | -0.16 ***  | -0.015 ns | -0.022 ns  | -0.061 ns  | -0.077 ns |
| Notendurchschnitt | Zufriedenheit | -0.014 ns  | -0.013 ns  | 0.135 ns  | 0.016 ns   | 0.161 **   | 0.042 ns  |
| Intelligenzwert   | Prestige      | -0.255 *** | 0.118 **   | 0.024 ns  | 0.057 ns   | 0.024 ns   | 0.048 ns  |
| Intelligenzwert   | Einkommen     | 0.018 ns   | 0.087 ns   | -0.019 ns | -0.018 ns  | -0.019 ns  | -0.019 ns |
| Intelligenzwert   | Zufriedenheit | 0.119 *    | -0.084 ns  | -0.048 ns | -0.016 ns  | -0.048 ns  | 0.002 ns  |

Tabelle 1: Mathematiknote, Notendurchschnitt und Gesamtintelligenzwert regressiert auf Zielvariablen des Berufserfolges Prestige, Einkommen und Zufriedenheit – wiedergegeben sind die standardisierten Regressionsgewichte Beta (stand) / \*\*\* = Signifikanzniveau 0.01 / \*\* = Signifikanzniveau 0.05 / \* = Signifikanzniveau 0.1 / ns = nicht signifikant / n = 321 Frauen, n = 441 Männer.

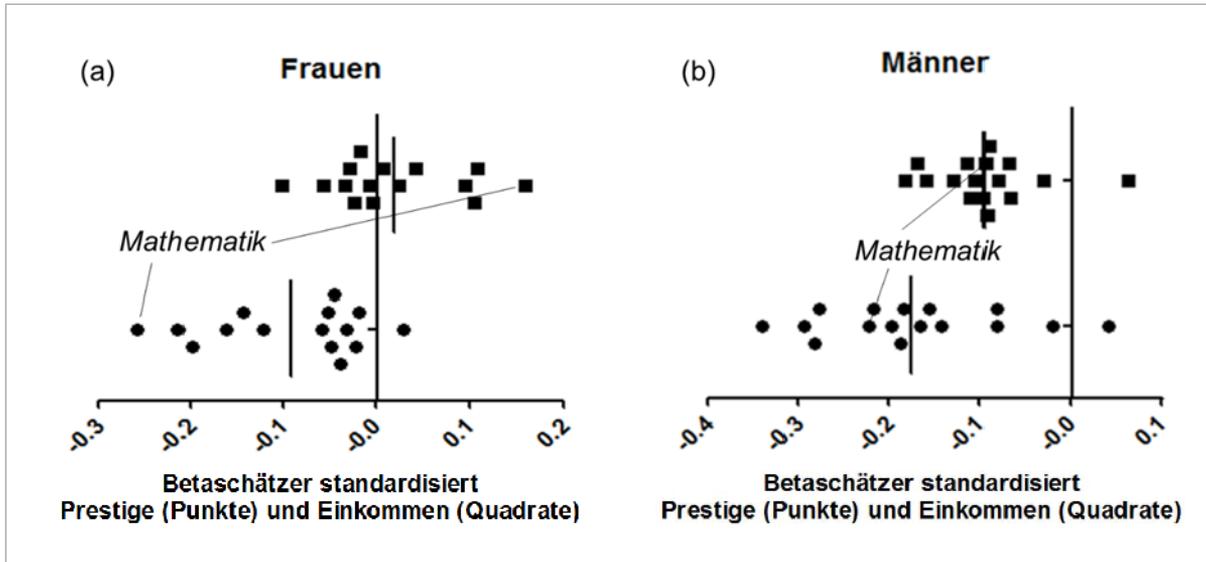
Betrachtet man die Mathematiknoten, so wird ersichtlich, dass diese in allen drei Befragungszeitpunkten signifikante Werte für das Berufsprestige liefern. Auch für das Einkommen sind signifikante Werte mit 30 und 56 Jahren bei der Frau ersichtlich. Hier sei der Hinweis gemacht, dass kein anders durchgerechnetes Einzelfach so hohe und enge Zusammenhänge aufwies wie die Mathematiknote. Als Vergleich sei auf die Regressionsgewichte der Einzelfächer für die Frauen und Männer mit 30 Jahren in Abbildung 1a und 1b verwiesen. Betrachtet man nun die Stärke der Regressionsgewichte, so fallen in erster Analyse die konsistent um -0.25 hochsignifikanten Regressionsgewichte für die Noten auf die abhängige Variable Berufsprestige

<sup>3</sup> Die Arbeitszufriedenheit wurde operationalisiert als Zufriedenheit mit der gegenwärtigen Tätigkeit. Es handelt sich somit um eine Punktbetrachtung. Für eine umfassende Diskussion dieses Aspekts sei auf Dette (2005) verwiesen.

auf. Hier ist der ergänzende und interpretierende Hinweis notwendig, dass aufgrund der Berechnung (Quadratur der Gewichte beispielsweise 0.25) somit nur gerade 0.0625 % (Bestimmtheitsmaß  $R^2$ ) direkt durch die Note erklärt werden können. Exemplarisch sei hier auf Abbildung 1a für die Frauen und Abbildung 1b für die Männer verwiesen, welche die Regressionsgewichte nach 30 Jahren wiedergeben, wobei insbesondere bei den Frauen ein unerreicht hoher Wert der Mathematiknote als Prädiktor für das Berufsprestige identifiziert werden kann.

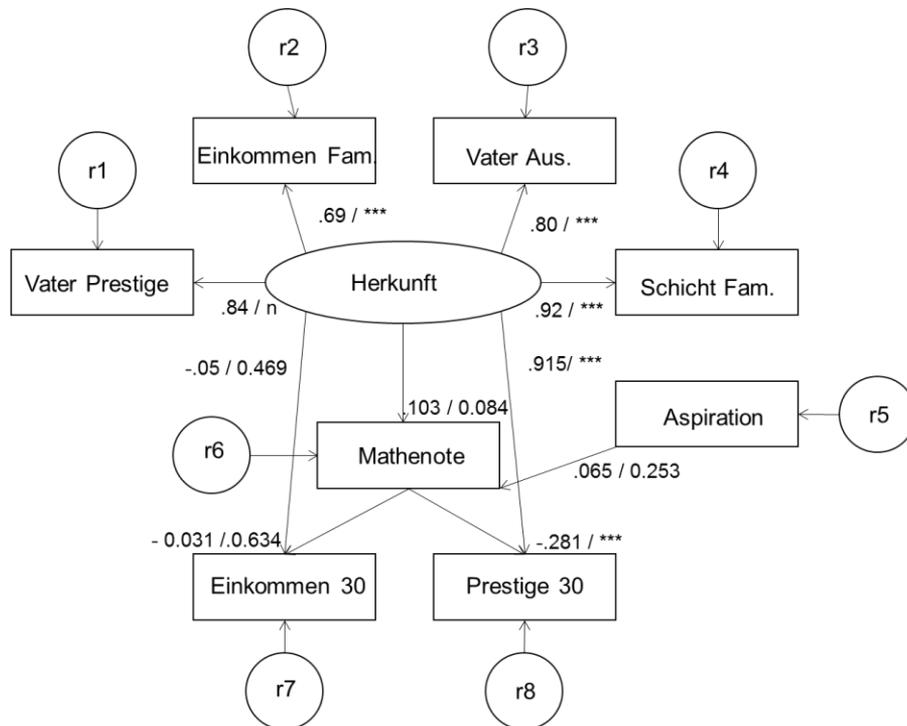
|                   |           | Frauen 30 | Männer 30 | Frauen 43 | Männer 43 | Frauen 56 | Männer 56 |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                   |           | $\beta$   | $\beta$   | $\beta$   | $\beta$   | $\beta$   | $\beta$   |
| Mathematiknote    | Prestige  | -0.281*** | -0.204    | -0.274*** | -0.029 ns | -0.27***  | -0.035 ns |
| Mathematiknote    | Einkommen | -0.031 ns | -0.093    | -0.103*   | 0.025 ns  | -0.118**  | 0.049 ns  |
| Notendurchschnitt | Prestige  | -0.213*** | 0.269     | -0.249*** | -0.234*** | -0.253**  | -0.21***  |
| Notendurchschnitt | Einkommen | 0.088 ns  | -0.161    | -0.018 ns | 0.017 ns  | -0.071    | -0.016 ns |
| Intelligenzwert   | Prestige  | 0.024 ns  | 0.043     | 0.001 ns  | 0.074 ns  | 0.014 ns  | 0.062 ns  |
| Intelligenzwert   | Einkommen | 0.02 ns   | -0.067    | 0.008 ns  | 0.151**   | 0.007 ns  | 0.158***  |

Tabelle 2: Kernergebnisse der Strukturgleichungsmodelle ( $n = 321$  Frauen,  $n = 441$  Männer) – hochsignifikant ( $p < 0.01 = *** / 0.01 < p < 0.05 = ** / 0.05 < p < 0.1 = *$ ).



**Abbildung 1a:** Regressionsgewichte ( $r$ ) und Signifikanzniveaus ( $p < 0.01 = *** / 0.01 < p < 0.05 = ** / 0.05 < p < 0.1 = *$ ) / Prestige  $r_p$  (s), Einkommen  $r_e$  (s), Anzahl ( $n$ ) der Fachnoten Frauen: Biologie ( $r_p = -.045$  ns  $r_e = -.035$  ns /  $n = 183$ ), Chemie ( $r_p = .027$  ns  $r_e = -.008$  ns /  $n = 101$ ), Deutsch ( $r_p = -.162$  \*\*\*  $r_e = .006$  ns /  $n = 325$ ), Englisch ( $r_p = -.049$  ns  $r_e = .159$  ns /  $n = 325$ ), Französisch ( $r_p = -.123$  \*  $r_e = .041$  ns /  $n = 257$ ), Geschichte ( $r_p = -.145$  \*\*\*  $r_e = -.024$  ns /  $n = 323$ ), Kunst ( $r_p = -.022$  ns  $r_e = -.057$  ns /  $n = 245$ ), Latein ( $r_p = -.199$  \*\*\*  $r_e = .105$  ns /  $n = 253$ ), Sport ( $r_p = -.052$  ns  $r_e = .108$  \* /  $n = 314$ ), Mathematik ( $r_p = -.258$  \*\*\*  $r_e = -.029$  ns /  $n = 326$ ), Musik ( $r_p = -.032$  ns  $r_e = -.005$  ns /  $n = 246$ ), Physik ( $r_p = -.059$  ns  $r_e = .023$  ns /  $n = 315$ ), Religion ( $r_p = -.019$  ns  $r_e = -.017$  ns /  $n = 300$ ), Erdkunde ( $r_p = -.04$  ns  $r_e = -.102$  ns /  $n = 264$ ) regressiert auf das Prestige und das Einkommen. Hinweis: Nicht alle Frauen haben alle Fächer besucht.

**Abbildung 1b:** Regressionsgewichte ( $r$ ) und Signifikanzniveaus ( $p < 0.01 = *** / 0.01 < p < 0.05 = ** / 0.05 < p < 0.1 = *$ ) / Prestige  $r_p$  (s), Einkommen  $r_e$  (s), Anzahl ( $n$ ) der Fachnoten Männer: Biologie ( $r_p = -.142$  \*  $r_e = -.031$  ns /  $n = 232$ ), Chemie ( $r_p = -.283$  \*\*\*  $r_e = -.09$  ns /  $n = 120$ ), Deutsch ( $r_p = -.165$  \*\*\*  $r_e = -.092$  \* /  $n = 439$ ), Englisch ( $r_p = -.197$  \*\*\*  $r_e = -.106$  \* /  $n = 438$ ), Französisch ( $r_p = -.156$  \*\*  $r_e = -.17$  \*\* /  $n = 215$ ), Geschichte ( $r_p = -.187$  \*\*\*  $r_e = -.114$  \*\* /  $n = 441$ ), Kunst ( $r_p = -.082$  ns  $r_e = -.094$  ns /  $n = 332$ ), Latein ( $r_p = -.287$  \*\*\*  $r_e = -.129$  \*\* /  $n = 423$ ), Sport ( $r_p = .041$  ns  $r_e = -.067$  ns /  $n = 426$ ), Mathematik ( $r_p = -.223$  \*\*\*  $r_e = -.098$  \*\* /  $n = 438$ ), Musik ( $r_p = -.021$  ns  $r_e = .063$  ns /  $n = 286$ ), Physik ( $r_p = -.218$  \*\*\*  $r_e = -.07$  \*\*\* /  $n = 435$ ), Religion ( $r_p = -.185$  \*\*\*  $r_e = -.08$  \*\*\* /  $n = 412$ ), Erdkunde ( $r_p = -.083$  ns  $r_e = -.111$  \* /  $n = 335$ ) regressiert auf das Prestige und das Einkommen. Hinweis: Nicht alle Männer haben alle Fächer besucht.



**Abbildung 2:** Exemplarisch das Strukturgleichungsmodell für die Frauen mit 30 Jahren ( $n = 334$ ), wobei jeweils die erste numerische Einheit den Standardschätzer und die zweite das Signifikanzniveau ( $p < 0.01 = *** / 0.01 < p < 0.05 = ** / 0.05 < p < 0.1 = *$ ) wiedergibt. Die exemplarischen Gütemassen:  $Cmin/df = 1.602$ ,  $RMSEA = 0.044$ ,  $CFI = 0.985$ ,  $TLI = 0.969$ ,  $NFI = 0.963$ ,  $Hoelter = 321$

## 4.2 Ergebnisdiskussion

Neuere wissenschaftliche Untersuchungen belegen, dass Bildungsleistungen der Bevölkerung, wie sie etwa als Kompetenzen in internationalen Schülertests gemessen wurden, wichtige Bestimmungsfaktoren des langfristigen volkswirtschaftlichen Wachstums sind (Hanushek/Wößmann 2008, 2015). Neben dieser makroökonomischen Sichtweise ist auf die mikroökonomische Individualebene zu verweisen. Relativ deutlich können enge Zusammenhänge zwischen der Mathematiknote und den Determinanten des Berufserfolgs identifiziert werden. Auch im Vergleich zum Intelligenztest zeigt sich die relativ robuste Befundlage der Mathematiknote als Prädiktor (Tab. 1 und Tab. 2). Versucht man die Ergebnisse zusammenzufassen, so imponiert als Kernbefund, dass sowohl für die Mathematiknote als auch bei den Durchschnittsnoten die Note eine bessere prognostische Validität für das Berufsprestige als für das Einkommen aufweist. Im Vergleich dazu weist die Intelligenz eine geringere prädiktive Kraft auf, besitzt jedoch einen komparativen Vorteil hinsichtlich der Vorhersage des Einkommens. Die identifizierte Robustheit der Mathematiknote als Prädiktor ist prinzipiell vereinbar mit neuere bildungsökonomischen Befunden mit Ursprung in der Humankapitaltheorie und Signaltheorie, wonach bessere schulische Fähigkeiten zu einem höheren Einkommen und bei

elaborativer Betrachtung Berufsprestige führen, wobei sich dies sowohl auf mikroökonomischer Akteurebene als auch makroökonomisch auf die ganze Volkswirtschaft auswirkt (Spence 1973; Becker 1993; 1994; Hanushek/Wössmann 2015). Versucht man die Resultate empirisch zu verorten, so sind die Befunde bezüglich der Enge des Zusammenhangs mit den erwähnten großen Metaanalysen der USA vereinbar. Hierzu ist entsprechend des engsten identifizierten Zusammenhangs des Berufsprestiges zu erwähnen, dass dieses durch die Magnitude-Prestige-Skala (MPS) operationalisiert wurde, welche Bernd Wegener (1985) für die damalige Bundesrepublik Deutschland konstruiert hatte. Das Berufsprestige hat in der Bundesrepublik einen Mittelwert von 63.8 und eine Standardabweichung von 30.8. Die Skala reicht von einem Maximum von 186.8 für Fach- und Chefärzte bis zu einem Minimum von 20 für Handlanger und ungelernete Handarbeiter (Wegener 1985). Bei der Interpretation der Resultate ist dabei noch einmal auf die Selektivität der Stichprobe zu verweisen. Die Primärbefragung der Gymnasiasten fand 1969 statt, was zur Konsequenz hat, dass es sich bei den analysierten Personen hauptsächlich um angehende Akademikerinnen und Akademiker handelte. Der engere Zusammenhang zwischen Noten und Berufsprestige versus Noten und Einkommen führt unmittelbar zur Frage nach Begründungsfaktoren. Noten beinhalten vermutlich mehr Informationen als beispielsweise der hier verwendete Intelligenzwert. Dasselbe darf vermutet werden für das eher mehrdimensionale Konstrukt des Berufsprestiges im Vergleich zur eindimensionalen Größe des Einkommens. Relativ klar kann aufgrund der Daten aufgezeigt werden, dass gute Schüler eher eine berufliche Stellung mit hohem Berufsprestige, wie beispielsweise Kinderarzt, erlangen, während Schüler mit hohen gemessenen Intelligenzwerten eher berufliche Stellungen mit hohem Einkommen, beispielsweise Vorstandsvorsitzender einer Bank, erreichten. Auf der Suche nach Begründungsfaktoren könnte die Annahme verfolgt werden, dass in den Noten mehr Informationen enthalten sind. Hinweise finden sich beispielsweise im big-fish-little-pond-effect, wo sich der soziale Bezugsrahmen ebenfalls auf die Zensurierung niederschlägt. Unzweifelhaft gehen mit Noten auch andere Zielsetzungen als die reine Leistungsmessung einher (Rindermann/Kwiatoski 2009; Sacher 2001). Es könnte sein, dass Lehrpersonen auch ein soziales Element mitgewichten und indirekt in die Zensurierung einfließen lassen, was sich sekundär auf die Notengebung auswirkt, mit wiederum allokativem Charakter auf dem Arbeitsmarkt.

Weiter fällt bei geschlechtsseparierter Betrachtung der Koeffizienten der Strukturgleichungsmodelle auf, dass die aus den Strukturgleichungsmodellen der Männer resultierenden Koeffizienten einen tendenziell engeren Zusammenhang erkennen lassen als bei den Frauen. Dies

lässt sich vermutlich auch auf die Tatsache der veränderten Rolle der Frau über den Betrachtungszeitraum zurückführen (Birkelbach 1996; Sørensen et al. 1986; Sørensen 1990). Auch ist auf die mit der Erziehung eines Kindes entstehende Komplexität der Lebenssituation zu verweisen, welche die berufliche Situation der Frau stärker prägt als beim Mann (Birkelbach 1996; Sørensen et al. 1986; Sørensen 1990). Die mit der Erziehung eines Kindes einhergehende Zunahme der Komplexität der Lebenssituation bindet persönliche Ressourcen und tangiert Determinanten des Berufserfolgs (Beck-Gernsheim 1988; Blossfeld/Huinik 1989).

Fokussiert man sich noch einmal auf die Mathematiknote, so ist zu erwähnen, dass diese über alle untersuchten Konstellationen hinweg (Befragungszeitpunkte/Geschlechter/Berufsprestige versus Einkommen) die engsten Zusammenhänge aller Fachnoten aufzeigt (exemplarisch Abb. 1a und 1b). Dies kann vermutlich auf verschiedene Faktoren zurückgeführt werden. Die Mathematiknote hatte und hat auf unterschiedlichen Schulstufen eine starke Selektionsfunktion (Eberle et al. 2008). Die Akzeptanz des Mathematikunterrichts war (und ist) im allgemeinen schulischen Verständnis hoch. Dass die identifizierten engsten Zusammenhänge der Mathematiknote nicht nur Effekte eines spezifischen Zensurierungsverhaltens sind, kann beispielsweise aufgrund der Befunde von Starch/Elliot (1995) vermutet werden, wobei sich zeigte, dass sich das Zensurierungsverhalten der Lehrpersonen zwischen den Mathematikfächern und sprachlichen Fächern nicht unterschied. Versucht man nun, die Resultate zu verorten, so ist zu erwähnen, dass beispielsweise für die Schweiz anhand empirischer Studien klar gezeigt werden konnte, dass Berufserfolg mit dem Bildungsniveau in Verbindung steht und die Höhe des Bildungsniveaus eines Menschen wiederum positiv mit der Gesundheit eines Individuums korreliert – gute Bildung zahlt sich aus (Bopp et al. 2006; Wössmann 2015). Die Mathematiknote scheint für den Kontext dieser Untersuchung als valider Indikator der Determinanten des Berufserfolgs taxierbar. Dies lässt sich weiter auch in den Befunden aus pädagogisch-psychologischer Richtung von Schuler (2001) verorten, wonach Mathematiknoten am Ende der 9. Jahrgangsstufe zentrale Prädiktoren für den Übergang in die berufliche Erstausbildung und den Ausbildungserfolg als Bedingungsfaktoren des späteren beruflichen Erfolges identifiziert werden konnten (Schuler 2001). Weiter wurde aus anderer Richtung gezeigt, dass die Mathematiknote nach der Gesamtnote die höchste prädiktive Kraft für den Ausbildungserfolg hat, was mit dieser Untersuchung entsprechend vereinbar ist (Baron-Boldt/Schuler/Funke 1988).

## 5 Ausblick und weiterer Forschungsbedarf

Prinzipiell konnte diese Untersuchung die empirische Relevanz des Fachs Mathematik für Determinanten des späteren Berufserfolgs untermauern. Dass somit der Mathematik als Fach eine entsprechende Bedeutung bei der Ausgestaltung von Lehrplänen zugewiesen werden sollte, wird damit impliziert. Eine alleinige Priorisierung des Faches scheint dabei aber auch problematisch: einerseits wird dies zwangsläufig auf Kosten anderer Fächer gehen, zweitens beziehen sich die empirischen Zusammenhänge auf die Vergangenheit – ob dies auch in Zukunft so ist, muss offen bleiben. Drittens hatte und hat das Fach in den unterschiedlichsten Schulsystemen oft schon eine starke Stellung und unabhängig vom Schul- und Leistungslevel geht mit diesem Fach ohnehin schon eine Selektionsfunktion einher (Eberle et al. 2008; Donzé 2014). Somit stellt sich zwangsläufig auch die Frage: Sollen ohnehin schon stark gewichtete Lerninhalte noch stärker gewichtet werden? Zielführend könnte sein, dass ausgehend von den konkreten Erfordernissen des Arbeitsmarktes basale mathematische Fähigkeiten definiert werden, welche beispielsweise auf Abiturlevel unabdingbare Voraussetzung des Bestehens sind. Somit könnte nicht nur ein reibungsfreier Übergang an die Universität vollzogen werden, sondern diese voraussetzenden Fähigkeiten hätten auch eine entsprechende Selektionsfunktion und würden sekundär der potenziell inflationären Vergabe von Noten- und Reifezeugnissen entgegenwirken (Schleithoff 2015).

Wenn von Mathematiknoten und somit mathematischen Fähigkeiten gesprochen wird, stellt sich somit auch die Frage, was diese wirklich beinhalten. Vermutlich können breiter verstanden darunter analytische Fähigkeiten subsumiert werden. Diese sind prinzipiell auch schon auf Ebene Gymnasium, beispielsweise im Fachbereich Wirtschaft, gezielt förderbar: Einerseits sehr direkt, beispielsweise durch Lerneinheiten in Mikroökonomie, andererseits durch die Vermittlung des empirischen Instrumentariums und somit durch die Förderung statistischer Fähigkeiten oder Lerninhalte aus den Bereichen des Operations Research oder Rechnungswesens. Breiter betrachtet vermutlich auch als analytische Fähigkeiten beim Lösen von Fallstudien zu unternehmensspezifischen Problematiken. Eine Frage bleibt jedoch nicht abschliessend geklärt: Warum sollen gerade die mathematischen Fähigkeiten so entscheidend für den zukünftigen Berufserfolg sein? Eine umfassende Analyse aus den 1980er-Jahren des gymnasialen Kontexts in der Schweiz konnte beispielsweise kaum Unterschiede hinsichtlich verschiedener pädagogisch-psychologischer Variablen wie Motivation oder Intelligenz zwischen den gymnasialen Schultypen (Schwerpunkt Mathematik versus Wirtschaft und Recht)

identifizieren, was den Raum für Spekulationen eher öffnet als schließt (Eberle 1986). Wünschenswert wäre es somit zu erfahren, was für Fähigkeiten den Berufserfolg determinieren. Handelt es sich tatsächlich um die konkreten mathematischen Fähigkeiten, welche für verschiedene Berufswege unablässige Voraussetzung sind, wie beispielsweise im Ingenieurwesen, oder handelt es sich eher um die Fähigkeit des analytischen Denkens? Diese Frage kann hier nicht abschließend beantwortet werden, jedoch ist zu vermuten, dass beiden Aspekten eine gewisse Relevanz zugewiesen werden darf. Die empirische Untersuchung der darunterliegenden Mechanismen wäre wünschenswert, um die Curricula der Bildungsangebote anzupassen und entsprechend die Sinnhaftigkeit der curricularen Zusammenstellung auch im Hinblick auf den späteren Arbeitsmarkt zu optimieren und zu verbessern.

## Literatur

- Amthauer, R. (1953): Intelligenz-Struktur-Test, Göttingen: Hogrefe.
- Baron-Boldt, J./Schuler, H./Funke, U. (1988): Prädiktive Validität von Schulabschlussnoten: Eine Metaanalyse. In: Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 2, 79–90.
- Baumert, J. et al. (1996): Bildungsverläufe und psychosoziale Entwicklung im Jugendalter (BIJU), 2. Bericht für die Schulen, Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Becker, G. (1993): Human Capital: A theoretical with special reference to education, Chicago: University of Chicago Press.
- Becker, G. (1994): Human Capital, New York: National Bureau of Economic Research.
- Becker, H. (1983): Zensuren als Lebenslüge und Notwendigkeit. In: Becker, H./Hentig, H. (Hg.): Zensuren. Lüge – Notwendigkeit – Alternativen, Frankfurt a. M./Berlin/Wien: Klett.
- Beck-Gernsheim, E. (1988): Die Kinderfrage. Frauen zwischen Kinderwunsch und Unabhängigkeit, München: C. H. Beck.
- Birkelbach, K. (1996): Berufserfolg und Familiengründung. Lebensläufe zwischen institutionellen Bedingungen und individueller Konstruktion, Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Birkelbach, K. (2011): Ausfälle im Kölner Gymnasiastenpanel 1969-2010: Ursachen und mögliche Folgen für die Datenqualität, Essen. Online: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-330984> (aufgerufen: 17.05.2016).
- Bloemke, S. (2009): Ausbildungs- und Berufserfolg im Lehramtsstudium im Vergleich zum Diplomstudium – Zur prognostischen Validität kognitiver und psychomotivationaler Auswahlkriterien, Zeitschrift für Erziehung, 12, 82-110.
- Blossfeld, H.-P./Huinink, J. (1989): Die Verbesserung der Bildungs- und Berufschancen von Frauen und ihr Einfluß auf den Prozeß der Familienbildung. In: Zeitschrift für Bevölkerungswissenschaft, 15 (4), 383-404.

- Bopp, M./Spörri, A./Zwahlen, M./Egger, M./Gutzwiler, F./Mindera, C. (2006): Educational inequalities in life expectancy in the German speaking part of Switzerland between 1990 und 1997. In: Swiss Medical Weekly, 136, 145-148.
- Deary, I. J./Strand, S./Smith, P./Fernandes, C. (2007): Intelligence and educational achievement. In: Intelligence, 35, 13-21.
- Detle, D. (2005): Berufserfolg und Lebenszufriedenheit. Eine längsschnittliche Analyse der Zusammenhänge, Dissertation, Universität Nürnberg, Deutschland.
- Dicker, H. (1995): Die Reliabilität der Beurteilung von Mathematikarbeiten. In: Ingenkamp, K. (Hg.): Die Fragwürdigkeit der Zensurengebung. Texte und Untersuchungsberichte, Weinheim: Beltz, 173-176.
- Donzé, R. (2014): Forderung der Mathe-Lehrer – Keine Matur mehr für Faulpelze, NZZ, 9.2.2014.
- Eberle, F./Gehrer, K./Jaggi, B./Kottonau, J./Öpke, M./Pflüger, M. (2008): Evaluation der Maturitätsreform 1995. (EVAMAR) Schlussbericht zur Phase II. Institut für Gymnasial- und Berufspädagogik, UZH. Online: <http://www.sbf.admin.ch/htm/dokumentation/publikationen/bildung/WebEvamar-Komplett.pdf> (aufgerufen: 16.11.2012).
- Eberle, F. (1986): Unterschiede in schulleistungsrelevanten Merkmalen zwischen Wirtschaftsgymnasiasten und Gymnasiasten anderer Maturitätstypen, Dissertation, Universität St. Gallen, Schweiz.
- Eirmbter, W. H. (1977): Ökologische und strukturelle Aspekte der Bildungsbeteiligung, Weinheim/Basel: Beltz.
- Fend, H./Berger, F./Grob, U. (2009): Lebensverläufe, Lebensbewältigung und Lebensglück: Ergebnisse der LifE-Studie, Wiesbaden: VS.
- Gattiker, U. E./Larwood, L. (1988): Predictors for managers' career mobility, success, and satisfaction, Human Relations, 41, 569-591.
- Gunz, H. P./Heslin, P. A. (2005): Reconceptualizing career success. In: Journal of Organizational Behavior, 26, 105-111.
- Hanushek, E. A./Wößmann, L. (2008): The role of cognitive skills in economic development. In: Journal of Economic Literature, 46 (3), 607-668.
- Hanushek, E. A./Wößmann, L. (2011): The economics of international differences in educational achievement. In: Hanushek, E. A./Machin, S./Wößmann, L. (Hg.): Handbook of the Economics of Education, Vol. 3, Amsterdam: North Holland, 89-200.
- Hanushek, E. A./Wössmann, L. (2015): The Knowledge Capital of Nations: Education and the Economics of Growth, Cambridge, MA: MIT Press.
- Heine, C./Briedis, K./Didi, H.-J./Haase, K./Trost, G. (2006): Auswahl- und Eignungsfeststellungsverfahren beim Hochschulzugang in Deutschland und ausgewählten Ländern. Eine Bestandsaufnahme, Hannover: HIS-Kurzinformationsschreiben.
- Heinz, W. R. (1996): Status Passages as Micro-Macro Linkages in Life Course Research, 51-65. In: Weymann, A./Heinz, W. R. (Hg.): Society and Biography. Interrelationships between Social Structure, Institutions and the Life Course, Weinheim: Deutscher Studien Verlag.

- Hochweber, J. (2010): Was erfassen Mathematiknoten? Korrelate von Mathematik-Zeugnissensuren auf Schüler- und Schulklassenebene in Primar- und Sekundarstufe. 2010, Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie, Band 79.
- Hofer, S. M./Stallings, M. C./Reynolds, C. A./Cliff, N./Russell, G. L. (1994): What criteria define a successful career in psychology? It depends on who you ask. In: Educational and Psychological Measurement, 54 (2), 447-458.
- Ingenkamp, K.-H. (1995): Die Fragwürdigkeit der Zensurengebung, 9. Aufl., Weinheim: Beltz.
- Ingenkamp, K. (1986): Zur Diskussion über die Leistungen unserer Berufs- und Studienanfänger. In: Zeitschrift für Pädagogik, 32 (1), 1-29.
- Judge, T. A./Thoresen, C. J./Bono, J. E./Patton, G. K. (2001): The job satisfaction–job performance relationship: A qualitative and quantitative review. Psychological Bulletin, 127, 376-407.
- Köller, O./Watermann, R./Trautwein, U./Lüdtke, O. (2004): Wege zur Hochschulreife in Baden-Württemberg: TOSCA – Eine Untersuchung an allgemein bildenden und beruflichen Gymnasien, Opladen: Leske + Budrich.
- Kramer, J. (2009): Metaanalytische Studien zu Intelligenz und Berufsleistung in Deutschland, Dissertation, Universität Bonn, Deutschland.
- Kühne, M. (2009): Berufserfolg von Akademikerinnen und Akademikern. Theoretische Grundlagen und empirische Analysen, 1. Aufl., Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Lankau, R. (2013): Wenn Messen das Denken ersetzt oder: Statistik von Bildungsökonomien.
- Lehmann, R. H./Peek, R./Gänsfuß, R./Lukat, S./Mücke, S./Barth, I. (2004): QuaSUM. Qualitätsuntersuchung an Schulen zum Unterricht in Mathematik. Ergebnisse einer repräsentativen Untersuchung im Land Brandenburg, Schulforschung in Brandenburg, Heft 1.
- Lintorf, K. (2012): Wie vorhersagbar sind Grundschulnoten – Prädiktionskraft individueller und kontextspezifischer Merkmale, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Lüdemann, E. (2014): Humankapital in Deutschland – wo stehen wir? Fokus Volkswirtschaft. Nr. 76, 19. November 2014.
- Meulemann, H. (1979): Soziale Herkunft und Schullaufbahn: Arbeitsbuch zur sozialwissenschaftlichen Methodenlehre, Frankfurt a. M.: Campus.
- Meulemann, H. (1990): Schullaufbahnen, Ausbildungskarrieren und die Folgen im Lebensverlauf. Der Beitrag der Lebenslaufforschung zur Bildungssoziologie. In: Mayer, K. U. (Hg.): Lebensverläufe und sozialer Wandel, 31. Sonderheft der KZfSS, Opladen: Westdeutscher Verlag, 89-117.
- Oelkers, J. (2008): Die Qualität der Gymnasien. Eine Expertise für den Kanton Zürich, Bern: h.e.p. Verlag.
- Popper, K. R. (1969): Logik der Forschung, Tübingen: Mohr Siebeck.
- Rindermann, H./Kwiatoski, K. (2009): Diagnostik von Hochbegabung. Online: <http://groups.unipaderborn.de/rindermann/materialien/Leitfragen/6.Schulls.pdf> (aufgerufen: 15.08.09).

- Rost, D. (2009): *Intelligenz. Fakten und Mythen*, Weinheim: Beltz.
- Sacher, W. (2001): *Leistungen entwickeln, überprüfen und beurteilen: Grundlagen; Hilfen und Denkanstöße für alle Schularten*, Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Sarton, G. (1936): The discovery of X-rays, *Isis* (26), 362.
- Schleithoff, F. (2015): Noteninflation im deutschen Schulsystem – Macht das Abitur hochschulreif? In: *ORDO*, Bd. 66, 3-26.
- Schreiner, C./Breit, S./Haider, G. (2008): Zur Validität der Mathematiknoten. Ein Vergleich von Lehrerbeurteilung und Leistungsmessung bei PISA. In: Hofmann, F./Schreiner, C./Thonhauser, J. (Hg.): *Qualitative und quantitative Aspekte. Zu ihrer Komplementarität in der erziehungswissenschaftlichen Forschung*, Münster, Westfalen u. a.: Waxmann, 211-223.
- Schuler, H. (2001): Noten und Studien- und Berufserfolg. In: Rost, D. H. (Hg.): *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*, Weinheim: Beltz/PVU.
- Schumann, S./Oepke, M./Eberle, F. (2012): Referenzgruppeneffekte auf die Lernmotivation in den Fächern Mathematik und Biologie an Schweizer Gymnasien. In: *Revue suisse des sciences de l'éducation*, 34 (3) 2012, 575-594.
- Schupp, J. (2009): 25 Jahre Sozio-oekonomisches Panel. Ein Infrastrukturprojekt der empirischen Sozial- und Wirtschaftsforschung in Deutschland. In: *Zeitschrift für Soziologie (ZfS)* 38 (5), 350-357.
- Sørensen, A. B. (1990): Unterschiede im Lebenslauf von Frauen und Männern. In: Mayer, K. U. (Hg.): *Lebensverläufe und sozialer Wandel, Sonderheft 31 (1990) KZfSS*, Opladen: Westdeutscher Verlag, 7-21.
- Sørensen, A. B./Weinert, F. E./Sherrod, L. R. (1986): *Human Development and the Life Course: Multidisciplinary Perspectives*, Hilldale, New Jersey und London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Spence, A. M. (1973): Job Market Signaling. In: *Quarterly Journal of Economics*, 87, 355-374.
- Spence, A. M. (1974): *Market Signaling*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Starch, D./Elliot, E. C. (1912): Reliability of the grading of high school work in English. In: *School Review*, (20), 442-447.
- Starch, D./Elliot, E. C. (1913): Reliability of the grading of high school work in history. In: *School Review*, (21), 676-681.
- Starch, D./Elliot, E. C. (1995). Die Verlässlichkeit der Zensurierung von Mathematikarbeiten. In: Ingenkamp, K. (Hg.): *Die Fragwürdigkeit der Zensurenggebung*, 9. Aufl., Weinheim: Beltz, 81-109.
- Tent, L./Birkel, P. (2010): Zensuren. In: Rost, D. H. (Hg.): *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*, Weinheim: Beltz, 949-958.
- Thorndike, R. L./Hagen, E. P./France, N. (1986): *Cognitive Abilities Test. (CAT). 2nd edn.* Windsor, Berks: NFER-Nelson.
- Trapmann, S./Hell, B./Weigand, S./Schuler, H. (2007): Die Validität von Schulnoten zur Vorhersage des Studienerfolgs – eine Metaanalyse. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 21(1), 11-27.

- Trautwein, U./Köller, O./Lehmann, R./Lüdtke, O. (Hg.) (2007): Schulleistungen von Abiturienten: Regionale, schulformbezogene und soziale Disparitäten. Münster u. a.: Waxmann.
- Wagner, P. (2013): Gefährden schlechte Mathematiknoten unsere Zukunft? Ein Gespräch mit dem amerikanischen Bildungsökonom Eric Hanushek und seinem deutschen Kollegen Ludger Wößmann, DIE ZEIT Nr. 40/2013, 26. September 2013.
- Wegener, B. (1985): Gibt es Sozialprestige? In: Zeitschrift für Soziologie, 14, 209-235.
- Wild, K.-P./Krapp, A. (2006): Pädagogisch-psychologische Diagnostik. In: Krapp, A./Weidenmann, B. (Hg.): Pädagogische Psychologie, 5. Aufl., Weinheim: Beltz, 525-574.
- Ziegenspeck, J. W. (1999): Handbuch Zensur und Zeugnis in der Schule. Historischer Rückblick, allgemeine Problematik, empirische Befunde und bildungspolitische Implikationen. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.