

Verbundprojekt
„Steuerung von Schulen des Zweiten Bildungswegs
(Schulen für Erwachsene) in Hessen“

Ergebnisse des Teilprojektes
„Effizienzmessung mit der Data Envelopment Analyse (DEA)“



Susanne Warning

Universität Trier
Institut für Arbeitsrecht und Arbeitsbeziehungen
in der Europäischen Gemeinschaft (IAAEG)
Trier, Juni 2005

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Tabellenverzeichnis.....	3
Abbildungsverzeichnis.....	4
1 Einführung.....	6
2 Datengrundlage und Analyserahmen	8
2.1 Die Datengrundlage	8
2.2 Effizienzanalyse mit der Data Envelopment Analyse (DEA)	8
2.3 Die Anwendung der DEA auf Schulen für Erwachsene	12
3 Die Ergebnisse der Data Envelopment Analyse (DEA).....	14
3.1 Abendrealschulen	15
3.1.1 Modell und deskriptive Statistiken der Inputs und Outputs	15
3.1.2 Ergebnisse der Analyse.....	16
3.2 Abendgymnasien.....	21
3.2.1 Das DEA-Modell M1 – Absolventen.....	21
3.2.1.1 Modell und deskriptive Statistiken der Inputs und Outputs	21
3.2.1.2 Ergebnisse der Analyse	22
3.2.2 Das DEA-Modell M2 – Note.....	29
3.2.2.1 Modell und deskriptive Statistiken der Inputs und Outputs	29
3.2.2.2 Die Ergebnisse der Analyse	30
3.3 Hessenkollegs	37
3.3.1 Das DEA-Modell M1 – Absolventen.....	37
3.3.1.1 Modell und deskriptive Statistiken der Inputs und Outputs	37
3.3.1.2 Ergebnisse der Analyse	37
3.3.2 Das DEA-Modell M2 – Note.....	41
3.3.2.1 Modell und deskriptive Statistiken der Inputs und Outputs	41
3.3.2.2 Die Ergebnisse der Analyse	41
3.4 Anmerkungen zur Interpretation der DEA-Werte	45
4 Abschließende Bemerkungen.....	47
Literaturverzeichnis	48

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Deskriptive Statistiken der Inputs und Outputs an Abendrealschulen.....	16
Tabelle 2 Ergebnisse der DEA für die Abendrealschulen im Zeitablauf.....	17
Tabelle 3 Deskriptive Statistiken der Inputs und Outputs an Abendgymnasien, M1	22
Tabelle 4 Ergebnisse der DEA für die Abendgymnasien im Zeitablauf (Modell M1).....	23
Tabelle 5 Deskriptive Statistiken der Inputs und Outputs an Abendgymnasien, M2	30
Tabelle 6 Ergebnisse der DEA für die Abendgymnasien im Zeitablauf (Modell M2).....	31
Tabelle 7 Deskriptive Statistiken der Inputs und Outputs an Hessenkollegs, M1	37
Tabelle 8 Ergebnisse der DEA für die Hessenkollegs im Zeitablauf (Modell 1)	38
Tabelle 9 Deskriptive Statistiken der Inputs und Outputs an Hessenkollegs, M2	41
Tabelle 10 Ergebnisse der DEA für die Hessenkollegs im Zeitablauf (Modell 2)	42

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Grafische Darstellung der Data Envelopment Analyse (DEA).....	11
Abbildung 2 Produktionsprozess bei Abendrealschulen.....	15
Abbildung 3 DEA-Effizienzwerte für die Abendrealschule Darmstadt (ARSDA).....	18
Abbildung 4 DEA-Effizienzwerte für die Abendrealschule Frankfurt (ARSFRA).....	18
Abbildung 5 DEA-Effizienzwerte für die Abendrealschule Gießen (ARSGI).....	19
Abbildung 6 DEA-Effizienzwerte für die Abendrealschule Kassel (ARSKS).....	19
Abbildung 7 DEA-Effizienzwerte für die Abendrealschule Marburg (ARSMA).....	20
Abbildung 8 DEA-Effizienzwerte für die Abendrealschule Wiesbaden (ARSWI).....	20
Abbildung 9 Produktionsprozess bei Abendgymnasien – Modell M1	21
Abbildung 10 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Frankfurt 1 (AG1FRA), M1 .	24
Abbildung 11 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Frankfurt 2 (AG2FRA), M1 .	24
Abbildung 12 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Darmstadt (AGDA), M1	25
Abbildung 13 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Gießen (AGGI), M1.....	25
Abbildung 14 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Heppenheim (AGHEP), M1 .	26
Abbildung 15 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Kassel (AGKS), M1.....	26
Abbildung 16 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Marburg (AGMA), M1	27
Abbildung 17 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Neu-Isenburg (AGNI), M1 ...	27
Abbildung 18 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Wiesbaden (AGWI), M1	28
Abbildung 19 Produktionsprozess bei Abendgymnasien – Modell M2	29
Abbildung 20 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Frankfurt 1 (AG1FRA), M2 .	32
Abbildung 21 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Frankfurt 2 (AG2FRA), M2 .	32
Abbildung 22 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Darmstadt (AGDA), M2.....	33
Abbildung 23 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Gießen (AGGI), M2.....	33
Abbildung 24 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Heppenheim (AGHEP), M2 .	34
Abbildung 25 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Kassel (AGKS), M2.....	34
Abbildung 26 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Marburg (AGMA), M2.....	35
Abbildung 27 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Neu-Isenburg (AGNI), M2 ...	35
Abbildung 28 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Wiesbaden (AGWI), M2	36
Abbildung 29 DEA-Effizienzwerte für das Hessenkolleg Frankfurt (HKFRA), M1	39
Abbildung 30 DEA-Effizienzwerte für das Hessenkolleg Kassel (HKKS), M1	39
Abbildung 31 DEA-Effizienzwerte für das Hessenkolleg Wetzlar (HKWET), M1	40
Abbildung 32 DEA-Effizienzwerte für das Hessenkolleg Wiesbaden (HKWI), M1	40

Abbildung 33 DEA-Effizienzwerte für das Hessenkolleg Frankfurt (HKFRA), M2	43
Abbildung 34 DEA-Effizienzwerte für das Hessenkolleg Kassel (HKKS), M2	43
Abbildung 35 DEA-Effizienzwerte für das Hessenkolleg Wetzlar (HKWET), M2.....	44
Abbildung 36 DEA-Effizienzwerte für das Hessenkolleg Wiesbaden, M2.....	44

1 Einführung

Wie der gesamte öffentliche Sektor in Deutschland ist auch das Bildungssystem mit Mittelkürzungen konfrontiert. Folglich nimmt die Notwendigkeit eines systematischen Mitteleinsatzes im Schulbereich und somit auch im Bereich der Schulen für Erwachsene zu. Zur Evaluation werden immer wieder eine Vielzahl von Kennzahlen herangezogen, die jedoch in ihrer Interpretation und zur Ableitung von Handlungsempfehlungen nicht unkritisch zu sehen sind.

Im wesentlichen sind immer wieder zwei Kritikpunkte an der Verwendung einzelner Kennzahlen genannt.

Zum einen sind manche Kennzahlen inhaltlich schwer zu interpretieren. So stellt sich die Frage, ob eine hohe Anzahl von Unterrichtsstunden pro Schüler aus ökonomischer Sicht tatsächlich wünschenswert ist, wenn ein vergleichbarer Abschluss auch mit geringerer Stundenzahl zu erreichen ist. Es lässt sich argumentieren, dass eine höhere Anzahl von Stunden einen positiven Einfluss auf die Studierenden hat. Andererseits kostet jedoch jede zusätzliche Unterrichtsstunde nicht unerhebliche Ressourcen. Es kommt also bei der Interpretation dieser Kennzahlen auf den Standpunkt der Argumentation an, ob Faktoren als Ressourcen oder als Ergebnis gesehen werden.

Zum anderen, und das Problem ist sicherlich größer, gibt es keine allgemein akzeptierte Erfolgskennzahl im Schulbereich. Die Leistung von Schulen wird, wenn Kennzahlen zum Einsatz kommen, meist durch eine ganze Reihe von Verhältniszahlen angegeben. Nur selten allerdings weist eine Schule in all diesen Kennzahlen den besten Wert auf. Notwendig wird dann eine Aggregation der einzelnen Kennzahlen bzw. die Berücksichtigung mehrerer Faktoren. Eine von allen Beteiligten akzeptierte Gewichtung für jedes einzelne Kriterium zu finden, stellt sich jedoch meistens als ein scheinbar unerreichbares Ziel dar.

Im folgenden wird ein Verfahren vorgestellt, das diesen beiden Problemen begegnet. Dabei sei angenommen, dass in der Schule ein „Produktionsprozess“ stattfindet, in dessen Rahmen die angesprochenen Kennzahlen eindeutig in die Kategorie Einsatzfaktor und Ergebnis einzuordnen sind. Als einheitliches Performance-Kriterium für diesen „Produktionsprozess“ wird die in der öffentlichen Diskussion oft eingeworfene Effizienz herangezogen. Diese ökonomisch fundierte Kennzahl sollte für Schulen simultan mehrere Faktoren berücksichtigen, um die multiplen Dimensionen einer Schule zu erfassen. Hierbei werden Gewichte für jede Schule individuell optimal bestimmt, so dass sich kein Gewichtungsschema finden lässt, in dem eine betrachtete Schule besser da steht als mit den im folgenden vorgestellten Aggregationsfaktoren. Diese Analyse wird mithilfe eines mathematischen Verfahrens, der Data Envelopment Analyse (DEA), durchgeführt.

Während die anderen Teilprojekte auf Primärerhebungen beruhen, wird hier im engeren Sinne eine Effizienzanalyse basierend auf Sekundärdaten durchgeführt. Dabei setzt die Effizienzanalyse einen gegebenen Aufwand zu einem zu bestimmenden Ertrag in Beziehung. Aufwand und Ertrag werden durch Indikatoren gemessen, die aus den Besonderheiten des Kontextes selbst entwickelt werden.

Auf diese Weise liefert die DEA eine ökonomisch fundierte Kennzahl für jede Schule, die mehrdimensionale Effizienz. Damit wird die in der internationalen Bildungsforschung etablierte Methode erstmals auf Schulen für Erwachsene in Deutschland angewendet. Die

resultierenden Ergebnisse liefern Informationen um administratives Handeln im Sinne der Neuen Verwaltungssteuerung zu unterstützen.

Die Data Envelopment Analyse stellt sowohl für einzelne Schulen als auch für Schulformen vergleichbare und standardisierte Indikatoren bereit. Diese auf Effizienz beruhenden Kennzahlen haben jedoch nicht nur einen isolierten Wert, indem sie Hinweise auf weiteres Potential der Schulen aufzeigen. Darüber hinaus können diese Hinweise auf Unterschiedlichkeit zwischen den Schulen in die Feld- und Kontextanalyse der anderen Teilprojekte einbezogen werden, um dort die ökonomische Dimension zu beschreiben.

Die zentralen Ergebnisse dieser Studie lassen sich wie folgt zusammenfassen: Zum einen wird die DEA zur Bestimmung einer Effizienzkennzahl für Schulen für Erwachsene auf theoretischer Ebene eingeführt und diskutiert. Zum anderen lässt sich mithilfe der empirischen Ergebnisse zeigen, dass sich die Unterschiedlichkeit der Schulen im Gesamtsystem im Zeitablauf geändert hat. Die relative Effizienz von Abendrealschulen und Hessenkollegs scheint nach einer Abnahme bis Mitte der neunziger Jahre einem positiven Trend zu folgen, wohingegen sich bei den Abendgymnasien eine stetige Abnahme im Zeitverlauf andeutet.

Hier findet zunächst eine Zustandsbeschreibung statt, die auf den durch das Kultusministerium zur Verfügung gestellten Daten beruht. Die Darstellung von Kausalzusammenhängen oder Handlungsempfehlungen findet nicht statt.

Der Bericht besteht im folgenden aus drei Abschnitten. Abschnitt zwei stellt zunächst die Datengrundlage sowie die zu deren Auswertung und Aufbereitung angewendeten Methoden dar. Der wesentliche Abschnitt drei stellt die Modellierung und die Ergebnisse der Data Envelopment Analyse (DEA) für Schulen für Erwachsene in Hessen dar. Abschnitt vier schließt mit einigen Hinweisen zur Interpretation der Ergebnisse.

2 Datengrundlage und Analyserahmen

Dieses Kapitel stellt die Datengrundlage der Auswertungen sowie die einzelnen Analysemethoden vor. Die Daten stammen komplett aus dem hessischen Kultusministerium. Als erstes findet eine Beschreibung der Datengrundlage statt. In einem zweiten Schritt wird die Methode der Data Envelopment Analyse (DEA) zur Effizienzmessung von Schulen vorgestellt. Der dritte Abschnitt diskutiert die Anwendung der DEA auf Schulen für Erwachsene.

2.1 Die Datengrundlage

Grundlage der nachfolgenden Auswertungen sind 17 Schulen für Erwachsene in Hessen. Diese gliedern sich in sechs Abendgymnasien, vier Hessenkollegs und zwei Abendrealschulen. Hinzu kommen drei Abendschulen, die alle Abschlussmöglichkeiten anbieten sowie eine Abendschule, die sowohl einen Real- als auch Hauptschulabschluss ermöglicht.

Bei Bündelschulen werden allerdings die jeweiligen Zweige den einzelnen Schulformen zugeordnet. Nach dieser begrifflichen Festsetzung basieren die Auswertungen auf Daten von sechs Abendrealschulen (Abendrealschule Darmstadt, Abendhaupt- und Realschule Frankfurt, Abendschule Gießen, Abendschule Kassel, Abendschule Marburg, und Abendrealschule Wiesbaden), neun Abendgymnasien (Abendgymnasium Darmstadt, Abendgymnasium Frankfurt I, Abendgymnasium Frankfurt II, Abendschule Gießen, Abendgymnasium Heppenheim, Abendschule Kassel, Abendschule Marburg, Abendgymnasium Neu-Isenburg, Abendgymnasium Wiesbaden) und vier Hessenkollegs (Hessenkolleg Frankfurt, Hessenkolleg Kassel, Hessenkolleg Wetzlar, Hessenkolleg Wiesbaden).

In den folgenden Auswertungen wird jeweils der Zeitraum von 1990 bis 2003 berücksichtigt, so dass sich die Dynamik über die 90er Jahre aufzeigen lässt. Nicht immer sind jedoch für alle Schulen oder Schulformen alle Daten vorhanden.

2.2 Effizienzanalyse mit der Data Envelopment Analyse (DEA)

Unter Annahme eines produktionstheoretischen Zusammenhangs berechnet die Data Envelopment Analyse (DEA) unter simultaner Berücksichtigung mehrerer Inputs und Outputs für jede Schule einen Effizienzwert. Dabei wird den einzelnen Input- und Outputfaktoren a priori keine Gewichtung für die einzelnen Kriterien zugewiesen. Die zur Aggregation auf einen einzigen Wert notwendigen Gewichtungsfaktoren werden endogen über einen Optimierungsalgorithmus bestimmt. Ausgangspunkt dabei ist die Idee, dass das als Schlagwort viel verwendete Kriterium der Effizienz als Verhältnis von Output zu eingesetzten Mitteln dargestellt wird. In der DEA wird dieses für den Ein-Input-Ein-Output-Fall bekannte Vorgehen auf mehrere Input- und Outputfaktoren erweitert. Ziel der Analyse besteht darin, für jede Schule einen einzigen Score anzugeben, der die Information vieler Einzel-

Kennzahlen beinhaltet. Die Input- und Outputfaktoren sind für alle Schulen bekannt. Die zu bestimmenden Variablen sind die Aggregationsgewichte.

Die DEA ist ein nicht-parametrisches Verfahren und setzt damit keine spezielle Form der Produktionsfunktion voraus. Daher erstrecken sich die Anwendungen über den gesamten Bildungsbereich, wo die exakte funktionale Form der Produktion nicht bekannt ist (z.B. Ruggiero et al. 2002 für Schulen, Abbott und Doucouliagos 2002 für Universitäten). Die DEA stammt aus dem Gebiet des Operations Research und geht im Ursprungsmodell von konstanten Skalenerträgen in der Produktion aus (Charnes, Cooper und Rhodes 1978).

Methodisch erfolgt das Vorgehen der DEA in zwei Schritten: In einem ersten Schritt wird eine „Best-Practice“-Produktionsfunktion bestimmt, wobei die Schulen auf dem Rand als effizient bezeichnet werden. Dieser wird als effizienter Rand bezeichnet und umhüllt die übrigen Schulen. Diese Eigenschaft, die nicht-effizienten Schulen zu umhüllen, hat der DEA ihren Namen gegeben: Data *Envelopment* Analyse. In einem zweiten Schritt findet dann ein Vergleich der Distanzen der von der Effizienzgrenze eingeschlossenen Schulen zum effizienten Rand statt. Auf diese Weise lassen sich Effizienz-Werte individuell für jede Schule berechnen, wobei allen einbezogenen Variablen (Inputs und Outputs) der jeweils schulspezifisch optimale Gewichtungsfaktor zugewiesen wird. Alle Schulen mit dem Effizienzwert Eins liegen auf dem Rand der Produktionskurve und werden als effizient bezeichnet.

In den nächsten Abschnitten wird das technische Vorgehen der DEA beschrieben.

Angenommen es werden $j = 1, \dots, n$ Schulen evaluiert. Jede Schule verwendet m Inputs um s Outputs zu herzustellen. Schule j braucht genau x_{ij} von Input i , um y_{rj} Einheiten von Output r zu produzieren. Die Gewichte für Output r werden mit u_r und die Gewichte für Input i werden mit v_i bezeichnet. Diese Gewichtungsfaktoren sind variabel und werden für jede Universität individuell bestimmt.

Das Ausgangsmodell mit konstanten Skalenerträgen hat folgende Form (Charnes, Cooper und Rhodes 1978):

$$\begin{aligned}
 & \max_{u_r, v_i} \frac{\sum_{r=1}^s y_{rk} u_r}{\sum_{i=1}^m x_{ik} v_i} \\
 (1) \quad & \text{unter den NB: } \frac{\sum_{r=1}^s y_{rj} u_r}{\sum_{i=1}^m x_{ij} v_i} \leq 1 \quad (j = 1, 2, \dots, n) \\
 & u_r > 0 \quad (r = 1, 2, \dots, s) \\
 & v_i > 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m)
 \end{aligned}$$

Weiter wird angenommen, dass der Algorithmus für Schule k betrachtet wird. Die DEA berechnet dann für Schule k die optimalen Outputgewichte u_r und Inputgewichte v_i . Bei Anwendung dieser optimalen Gewichte ist das Verhältnis der gewichteten Summe von Outputs und Inputs - und damit der Effizienzwert - für Schule k maximal. Neben der Zielgröße in der ersten Zeile des Programm müssen weitere Nebenbedingungen erfüllt sein.

Die erste Nebenbedingung sorgt für eine Normierung der Effizienzwerte auf das Intervall von Null bis Eins. Weiter darf die Zielgröße für keine Universität bei Zugrundelegen der optimalen Gewichte von Schule k größer als Eins sein. Die Forderung der Nicht-Negativität der Gewichte sorgt dafür, dass jeder Input- und Outputfaktor in der Optimierung berücksichtigt wird. Das oben stehende Programm wird für alle n Schulen gelöst. Auf diese Weise wird jeder Schule ein individuell maximaler Effizienzwert zugewiesen.

Die Maximierung des Bruches in (1) führt jedoch zu keiner eindeutigen Lösung, so dass eine weitere Nebenbedingung eingefügt wird. Der Zähler wird auf Eins normiert und es resultiert eine eindeutige Lösung.

$$\begin{aligned}
 & \max_{u_r, v_i} \frac{\sum_{r=1}^s y_{rk} u_r}{\sum_{i=1}^m x_{ik} v_i} \\
 & \text{unter den NB: } \frac{\sum_{r=1}^s y_{rj} u_r}{\sum_{i=1}^m x_{ij} v_i} \leq 1 \quad (j = 1, 2, \dots, n) \\
 (2) \quad & \sum_{r=1}^s y_{rj} u_r = 1 \quad (j = 1, 2, \dots, n) \\
 & u_r > 0 \quad (r = 1, 2, \dots, s) \\
 & v_i > 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m)
 \end{aligned}$$

Aufgrund fester Budgets in den Ministerien, hier speziell im Kultusministerium, kann man davon ausgehen, dass die Inputs der einzelnen Schulen weitestgehend fixiert sind. Um einen möglichst hohen Effizienzwert zu erreichen, bleibt den Schulen als Handlungsvariable nur die Erhöhung der Outputmengen. Diese Annahme, bei gegebener Inputmenge ein Maximum an Outputmenge zu erzielen, bildet ein output-orientiertes DEA-Modell ab (im Gegensatz zum input-orientierten Modell, dass einen geforderten Output mit möglichst geringen Inputs zu produzieren versucht).

Diese Output-Orientierung wird in folgendem linearen Programm erfasst (Charnes, Cooper und Rhodes 1978):

$$\begin{aligned}
 & \min_{u_r, v_i} \sum_{i=1}^m x_{ik} v_i \\
 & \text{unter den NB: } \sum_{r=1}^s y_{rk} u_r = 1 \\
 (3) \quad & -\sum_{r=1}^s y_{rj} u_r + \sum_{i=1}^m x_{ij} v_i \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n) \\
 & u_r > 0 \quad (r = 1, 2, \dots, s) \\
 & v_i > 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m)
 \end{aligned}$$

Aus rechentechnischen Gründen wird aber meistens folgende Formulierung (4) gelöst, die das gleiche Ergebnis der Zielgröße liefert und auch formal eine bessere Intuition für die Output-Orientierung bietet:

$$\begin{aligned}
 & \max_{\phi^k, \lambda} \phi^k \\
 & \text{unter den NB: } \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq \phi^k y_{rk} \quad (r = 1, 2, \dots, s) \\
 & \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq x_{ik} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \\
 & \lambda_j \geq 0 \quad (j = 1, \dots, n)
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

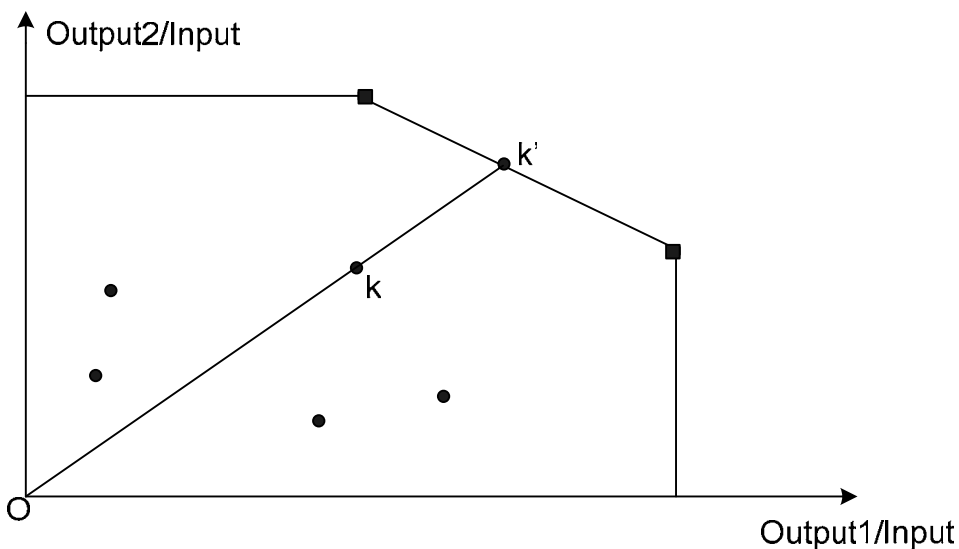
Die Variable ϕ^k ist dann der Faktor, um den alle Outputs von Schule k unter Einhaltung der Nebenbedingungen proportional erhöht werden können. Die Variablen λ_j sind die Gewichte, die angeben, welche Bedeutung die Vergleichseinheiten auf dem effizienten Rand für die betrachtete Einheit haben. Die Nebenbedingungen stellen sicher, dass die Vergleichs-Schule mindestens genau so viele Einheiten Output produziert bei maximal gleichem Input. Der gesuchte Effizienzwert für Schule k bestimmt sich dann als

$$\frac{1}{\phi^{k*}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^m x_{ik} v_i^*} .$$

Gemäß des Modells (4) müssen die ineffizienten Schulen bei gleichem Input ihren Output proportional um den Faktor $1/\phi^k$ erhöhen, um vollständig effizient zu werden.

Abbildung 1 stellt den Verlauf des effizienten Randes für den Fall konstanter Skalenerträge dar.

Abbildung 1 Grafische Darstellung der Data Envelopment Analyse (DEA)



Anschaulich erfolgt das Vorgehen der DEA damit in zwei Schritten:

In einem ersten Schritt wird eine „Best-Practice“-Produktionsfunktion bestimmt, wobei die Schulen auf dem Rand als effizient bezeichnet werden. Dieser wird als effizienter Rand bezeichnet und umhüllt die übrigen Schulen (in der Grafik wird dieser effiziente Rand durch die beiden Vierecke gebildet).

In einem zweiten Schritt findet dann ein Vergleich der Distanzen von der Effizienzgrenze eingeschlossener Schulen zum effizienten Rand statt. Die Schule k wird radial, d.h. mit einer Geraden durch den Nullpunkt, auf den effizienten Rand projiziert. Würde also Schule k bei gleicher Struktur „effizient“ produzieren, dann befände sie sich an der Position der fiktiven Schule k' . Das Verhältnis der Abstände der realen Schule k und der fiktiven Schule k' ergibt den Effizienz-Score für Schule k . Dieser Score liegt immer zwischen 0 und 1. Er lässt sich aber auch als Prozentsatz zwischen 0 und 100 interpretieren. Grafisch lässt sich dieser Wert im zweidimensionalen Fall (Abbildung 1) als Verhältnis der Strecke Ok zu der Strecke Ok' bestimmen.

Wie das analytische Modell weiter oben jedoch zeigt, kann dieses Vorgehen auf beliebig viele Inputs und Outputs erweitert werden. Lediglich die grafische Darstellung in dieser einfachen Form ist dann nicht mehr möglich.

2.3 Die Anwendung der DEA auf Schulen für Erwachsene

Dieser Abschnitt überträgt das grundlegende Konzept der Data Envelopment Analyse (DEA) auf Schulen für Erwachsene. Dabei findet sowohl eine Beleuchtung von theoretischer wie auch von empirischer Seite statt. Begonnen wird mit der theoretischen Übertragbarkeit der DEA auf Schulen für Erwachsene. Als erstes ist festzuhalten, dass Effizienz in der ökonomischen Literatur weitestgehend als Leistungskriterium akzeptiert und angewendet ist (siehe Hanushek 2003 Part I).

Für die Leistungsmessung wird von der Effizienz als einheitlichem Leistungskriterium ausgegangen. Diese Annahme kann zum einen dadurch gerechtfertigt werden, dass es weder für Input- noch für Outputfaktoren von öffentlichen Schulen Marktpreise gibt. Folglich steht der Gewinn als traditionelles ökonomisches Leistungskriterium nicht zur Verfügung. Somit ist das Zielkriterium der DEA fundiert, solange die Interpretation eines „Produktionsprozesses“ in der Schule akzeptiert werden kann. Dieser ist durch die Transformation von Input in Outputs gekennzeichnet.

Es wird der typische Ein-Input-Ein-Output-Fall auf mehrere Input- und Outputfaktoren erweitert. Wir bestimmen mit einem Verfahren der linearen Optimierung, der Data Envelopment Analyse (DEA), eine „Best-Practice“ Produktionsfunktion für Schulen. Dabei werden mehrere Input- und Outputfaktoren simultan berücksichtigt. Im Ein-Input-Ein-Output-Fall berechnet man die Effizienz als Verhältnis von Output zu Input. Bei der DEA ist die Zielgröße, also die Effizienz im mehrdimensionalen Fall, der Quotient aus der gewichteten Summe von Outputs und der gewichteten Summe von Inputs. Dieser Quotient wird unter Nebenbedingungen für jede Schule individuell optimiert, d.h. es werden individuell optimale Gewichtungen bestimmt.

Als Einsatzfaktoren (Inputs) bei Schulen sind vor allem Quantität und Qualität der Studienanfänger zu nennen. Des Weiteren sind Lehrer-Stunden oder die Anzahl der Lehrer zu nennen. Aber auch finanzielle Mittel im Umfeld und Ausstattung der Schule spielen eine wichtige Rolle. Die Outputfaktoren stellen im Wesentlichen die Qualität und Quantität der verschiedenen Abschlüsse dar. Aber auch Abschlüsse unterschiedlicher Schülergruppen können als Outputfaktor herangezogen werden. Die Modellspezifikationen richten sich im konkreten Fall immer an den Schultypen aus, so dass hier später bei Abendgymnasien und Hessenkollegs auf unterschiedliche Abschlusstypen abgezielt wird, bei Abendrealschulen dagegen auf Schülergruppen, weil dort lediglich ein Abschlusstyp üblich ist. Auf diese Weise bildet der der DEA zugrunde liegende „Produktionsprozess“ die Mehrdimensionalität des Outputs von Schulen ab.

Die Modellierung dieses „Produktionsprozesses“ wird allerdings – so auch in diesem Fall – durch die Datenverfügbarkeit und Datenqualität eingeschränkt. So liegen zuverlässige qualitative Informationen für Input- und Outputfaktoren in Deutschland nur selten vor. Einige weitere dieser Probleme bei der empirischen Umsetzung werden im folgenden diskutiert.

Grundsätzlich gilt, dass die Zuverlässigkeit der Ergebnisse mit steigender Anzahl der Schulen zunimmt. Während die Anzahl der Schulen für eine Querschnittsanalyse in diesem Fall für alle Schulformen zu niedrig ist, lässt sich dieser Nachteil dadurch beheben bzw. in einen Vorteil umdrehen, dass Daten für mehrere Jahre vorliegen. Somit lassen sich über eine Art Längsschnittanalyse zuverlässige Auswertungen erstellen. Das immer wieder kritische Problem der zu geringen Beobachtungszahl konnte somit in zufrieden stellendem Maße behoben werden.

Vor allem bezüglich der Wahl der Outputfaktoren lässt sich anmerken, dass reine Quantitäten nur beschränkt aussagekräftig und bei der Interpretation zu berücksichtigen sind. Denn selbst bei der Berücksichtigung von Abschlussnoten muss auf deren Skalierbarkeit und unterschiedliche Praktiken bei der Benotung über die Schulen hingewiesen werden.

Weniger problematisch, aber dennoch zu erwähnen, sind unterschiedliche Aufnahme-Modi über die Schulen (halbjährlich, jährlich). Diese Zahlen wurden dahingehend vereinheitlicht, dass die Zahlen der Schulen mit halbjährlicher Aufnahmepraxis entsprechend summiert wurden. Weitere Probleme zeigen sich z.B. in der Ausländerstatistik, die ausschließlich Passausländer ausweist. Schließlich ist anzumerken, dass die unterrichtswirksamen Stunden oft nur unvollständig zur Verfügung stehen, so dass an einigen Stellen auf gewichtete Durchschnitte zurückgegriffen werden musste.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass von theoretischer Seite die DEA ein alternatives Verfahren zur Erstellung einer Effizienzkennzahl auch für Schulen für Erwachsene darstellt. Zu interpretieren sind die Ergebnisse allerdings immer mit Blick auf die Datenverfügbarkeit und deren Qualität. Dennoch bietet es über die Angabe der Abstände der Schulen im System zusätzliche für Steuerungszwecke einsetzbare Informationen, die auf einem ökonomischen Konzept beruhen, die über andere Methoden nicht bereit gestellt werden können und überdies ein Maximum an „Fairness“ den Schulen gegenüber erbringen.

3 Die Ergebnisse der Data Envelopment Analyse (DEA)

Dieser zentrale Abschnitt stellt die Ergebnisse der Data Envelopment Analyse zur Effizienzmessung für die einzelnen Schulen vor. Wie bereits oben dargestellt, basiert die DEA auf produktionstheoretischen Überlegungen, so dass die zu berücksichtigenden Faktoren in die beiden Kategorien Input und Output eines „Produktionsprozesses“ einzuteilen sind. Auch wenn dies auf den ersten Blick ein wenig technisch klingen mag, so ist diese Sichtweise doch – zumindest – in zahlreichen wissenschaftlichen Artikeln verbreitet.

Für jede Schule berechnet die DEA einen Effizienzwert, der das Effizienzniveau der jeweiligen Schule im Vergleich zu den übrigen in der Analyse berücksichtigten Schulen angibt. Ein Effizienzwert von Null bedeutet Ineffizienz, ein Effizienzwert von Eins (bzw. 100) bedeutet volle Effizienz. In dem Intervall von Null bis Eins kann jeder Wert angenommen werden. Der Wert gibt den Grad der Effizienz der jeweiligen Schule an. Die Effizienzwerte werden innerhalb der jeweiligen Organisationstypen ausgewiesen, aber es erfolgt auch eine Auswertung der Effizienzwerte für die Schulen individuell.

Neben den grafischen Darstellungen sind immer wieder vier zentrale Kennzahlen zur Beschreibung der Ergebnisse aufgeführt. Zum einen wird jeweils der kleinste Wert (Minimum) und der größte Wert (Maximum) angegeben, um die Spannweite der Daten zu illustrieren. Außerdem ist immer das arithmetische Mittel (Mittelwert) angegeben. Falls x_i die zu beschreibenden Werte sind, dann bestimmt es sich als gleich gewichteter Durchschnittswert, was formal wie folgt beschrieben wird:

$$\text{Mittelwert} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Neben diesem Durchschnittswert interessiert weiter häufig, wie groß die Variation der untersuchten Werte ist. Dieses Streuungsmaß ist hier die Standard-Abweichung (Std. Abw.), die sich folgendermaßen berechnen lässt:

$$\text{Std. Abw.} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \text{Mittelwert})^2}$$

Je größer dieser Wert ist, desto größer sind die Unterschiede der Schulen in dieser Variablen. Allerdings ist beim Vergleich dieser Kennzahl über verschiedene Variablen die unterschiedliche Spannweite zu berücksichtigen.

Die Effizienzmessung mit der DEA lässt sich aus Gründen der Datenverfügbarkeit nur für die Abendrealschulen, Abendgymnasien und die Hessenkollegs durchführen. Für die Abendhauptschulen stehen die Daten nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung, um eine DEA rechnen zu können.

Im folgenden sind die Ergebnisse nach Schulformen getrennt. Abschnitt 3.1 stellt die DEA-Ergebnisse für die Abendrealschulen vor, Abschnitt 3.2 untersucht die Abendgymnasien und Abschnitt 3.3 präsentiert die Effizienzergebnisse für die Hessenkollegs.

3.1 Abendrealschulen

Für die Abendrealschulen stellt dieser Abschnitt zunächst das DEA-Modell vor, das den weiteren Berechnungen zugrunde liegt. Ebenso werden die einbezogenen Daten deskriptiv ausgewertet. Die Ergebnisse werden tabellarisch für die einzelnen Jahre und grafisch individuell für die einzelnen Schulen berichtet.

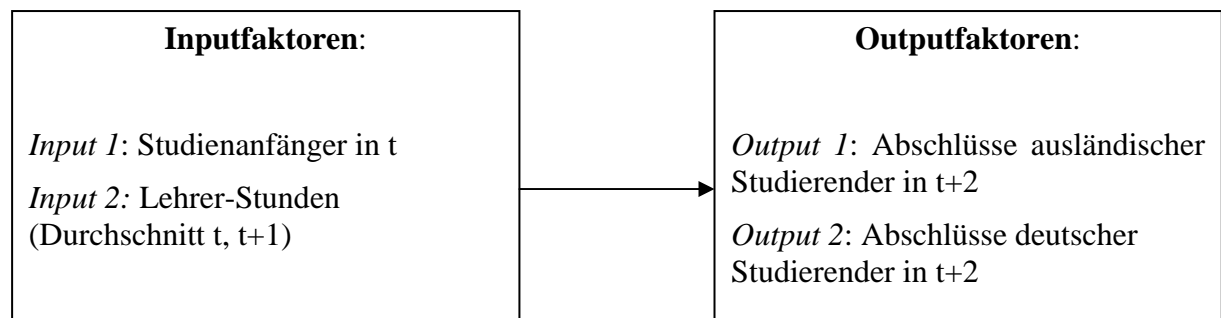
3.1.1 Modell und deskriptive Statistiken der Inputs und Outputs

Im folgenden werden nicht nur eigenständige Abendrealschulen betrachtet, sondern auch die Realschulbereiche der Abendschulen sind in diese Analyse mit einbezogen.

Für sechs Abendrealschulen stehen Daten vom hessischen Kultusministerium für die Jahre 1990 bis 2003 zur Verfügung. Als Inputfaktoren für den „Produktionsprozess“ werden die Studierenden im 1. Semester (Studienanfänger) sowie die unterrichtswirksamen Lehrer-Stunden (im Durchschnitt über 2 Jahre) zugrunde gelegt. Als Output und damit als Ergebnis des „Produktionsprozesses“ stehen die Abschlüsse deutscher und ausländischer Studierender. Um zu berücksichtigen, dass die Studienanfänger 1992 erst 1994 ihren Abschluss machen, werden die Abschlüsse mit einer Verzögerung von zwei Jahren gemessen.

Abbildung 2 beschreibt diesen im folgenden für die Auswertung der Abendrealschulen zugrunde liegenden „Produktionsprozess“.

Abbildung 2 Produktionsprozess bei Abendrealschulen



Für jede Schule ist ein in Abschnitt 2.2 beschriebenes lineares Programm zu rechnen, so dass letztlich sechs lineare Gleichungen mit den entsprechenden Nebenbedingungen gelöst werden.

Diese als Input- und Outputfaktoren gekennzeichneten Variablen finden sich im Datensatz und lassen sich wie in Tabelle 1 beschreiben.

Tabelle 1 Deskriptive Statistiken der Inputs und Outputs an Abendrealschulen

Variable	Beob.	Mittelwert	Std. Abw.	Min	Max
Studienanfänger	58	106,67	61,85	32,00	263,00
Lehrerstunden (2-Jahresdurchschnitt)	58	184,74	102,33	88,00	460,00
Abschlüsse deutscher Studierender in t+2	58	25,79	13,02	1,00	56,00
Abschlüsse ausländischer Studierender in t+2	58	13,55	16,22	0,00	84,00

Zu lesen ist diese Tabelle wie folgt: Infolge der zeitlichen Struktur umfasst der Datensatz 58 Abendrealschulen, wobei diese aus dem oben angegebenen Zeitraum stammen (jede Schule wird in jedem Jahr getrennt betrachtet). Im Durchschnitt gab es 107 Studienanfänger jedes Jahr an jeder Abendrealschule. Durchschnittlich standen 185 unterrichtswirksame Stunden zur Verfügung. Diese Kombination an Inputfaktoren führte dann mit jeweils zweijähriger Verzögerung zu durchschnittlich 26 Abschlüssen von deutschen und 14 Abschlüssen von ausländischen Studierenden.

3.1.2 Ergebnisse der Analyse

Dieser Abschnitt beschreibt zunächst die Ergebnisse der Auswertungen mit der DEA im Zeitablauf, wobei über alle Abendrealschulen aggregiert ist. Anschließend werden für jede Schule individuell die Effizienzwerte im Zeitablauf grafisch angegeben. Tabelle 2 beschreibt die Ergebnisse der DEA für die Abendrealschulen im Zeitablauf.

Tabelle 2 Ergebnisse der DEA für die Abendrealschulen im Zeitablauf

	Beob.	Mittelwert	Std. Abw.	Min	Max
1990	1	93,53	---	93,53	93,53
1991	1	97,25	---	97,25	97,25
1992	6	79,78	19,21	58,25	100,00
1993	6	82,49	23,35	36,94	100,00
1994	6	77,73	16,78	52,83	100,00
1995	6	66,35	26,71	43,31	99,52
1996	6	65,59	15,97	48,10	85,68
1997	6	70,27	10,66	52,32	82,56
1998	6	57,88	19,86	21,38	77,63
1999	6	66,68	19,60	42,29	100,00
2000	4	69,48	17,42	43,97	81,45
2001	4	81,30	7,96	71,98	88,53

Im Zeitraum von 1990 bis 2001 schwanken die durchschnittlichen DEA-Effizienzwerte über die Jahre für die Abendrealschulen zwischen 57,88 und 97,25. Nach einem Tiefpunkt im Jahre 1998 scheinen die Effizienzwerte danach wieder zu zunehmen. Diesen Trend von zunächst fallenden, dann aber wieder steigenden DEA-Effizienzwerten zeigen auch einige der folgenden Abbildungen, die für jede Abendrealschule individuell den Verlauf der DEA-Effizienzwerte über die Zeit darstellen.

Die Balken geben den jeweiligen Effizienzwert im angegebenen Jahr an, die Linie zeigt dagegen den durchschnittlichen Effizienzwert über alle Abendrealschulen in dem entsprechenden Jahr.

Abbildung 3 DEA-Effizienzwerte für die Abendrealschule Darmstadt (ARSDA)

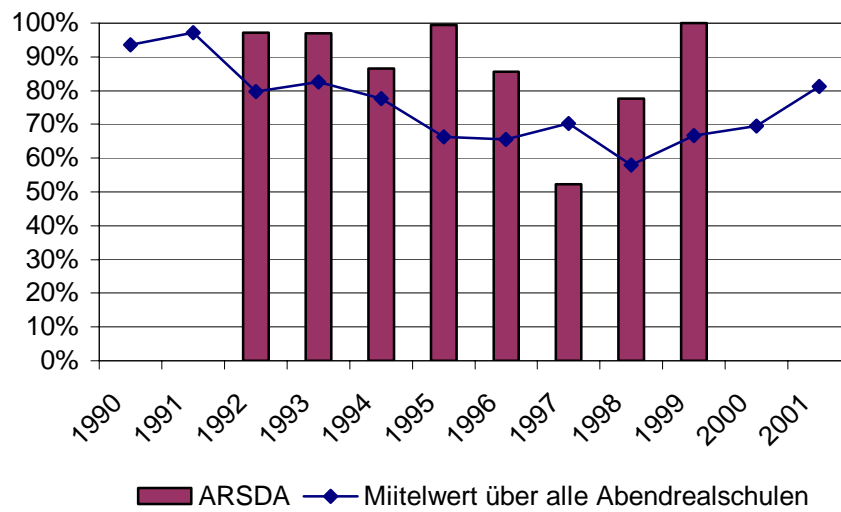


Abbildung 4 DEA-Effizienzwerte für die Abendrealschule Frankfurt (ARSFRA)

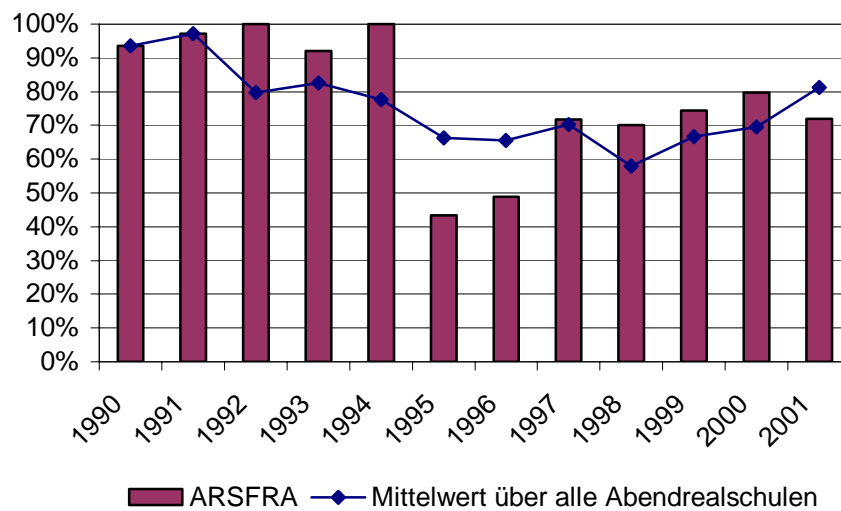


Abbildung 5 DEA-Effizienzwerte für die Abendrealschule Gießen (ARSGI)

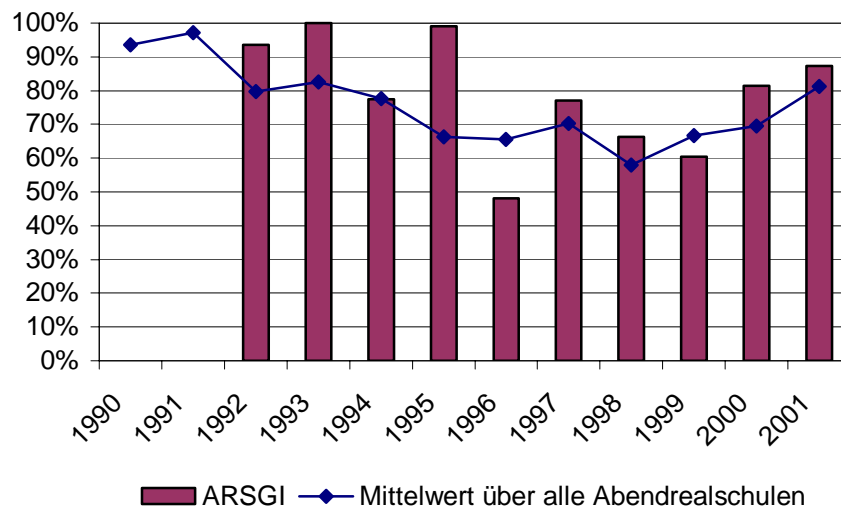


Abbildung 6 DEA-Effizienzwerte für die Abendrealschule Kassel (ARSKS)

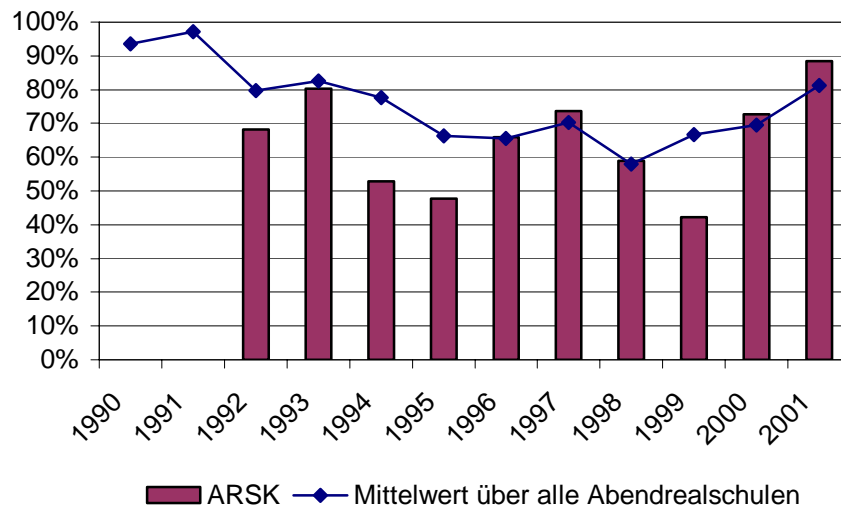


Abbildung 7 DEA-Effizienzwerte für die Abendrealschule Marburg (ARSMA)

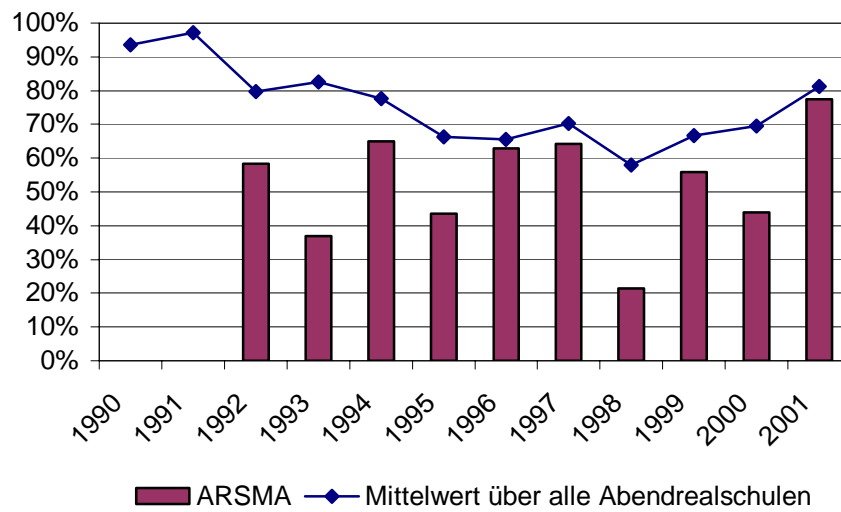
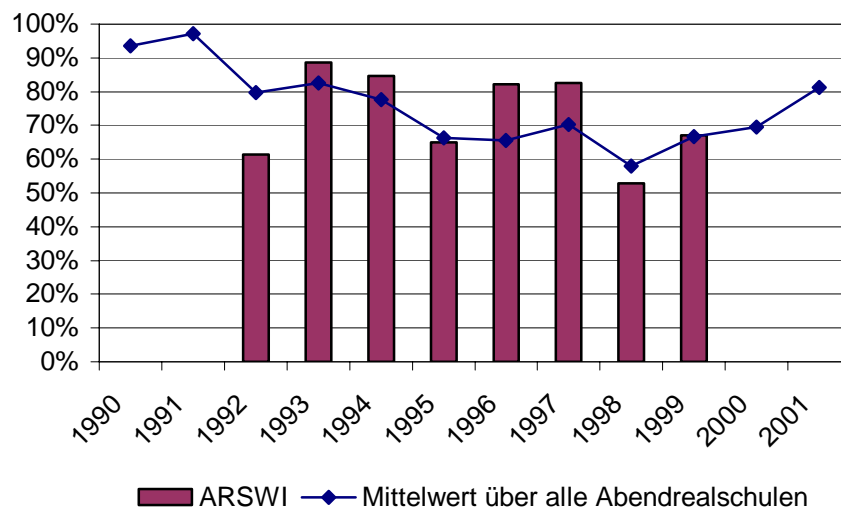


Abbildung 8 DEA-Effizienzwerte für die Abendrealschule Wiesbaden (ARSWI)



3.2 Abendgymnasien

Für die Abendgymnasien können aufgrund der guten Datenverfügbarkeit zwei Modelle gerechnet werden. Ein erstes Modell, M1, berücksichtigt die Anzahl der Absolventen als Outputfaktor und erfasst damit vor allem die quantitative Dimension des Ergebnisses des „Produktionsprozesses“. Das zweite Modell, M2, dagegen bezieht zusätzlich eine qualitative Dimension mit ein und berücksichtigt die Abitur-Abschlussnote.

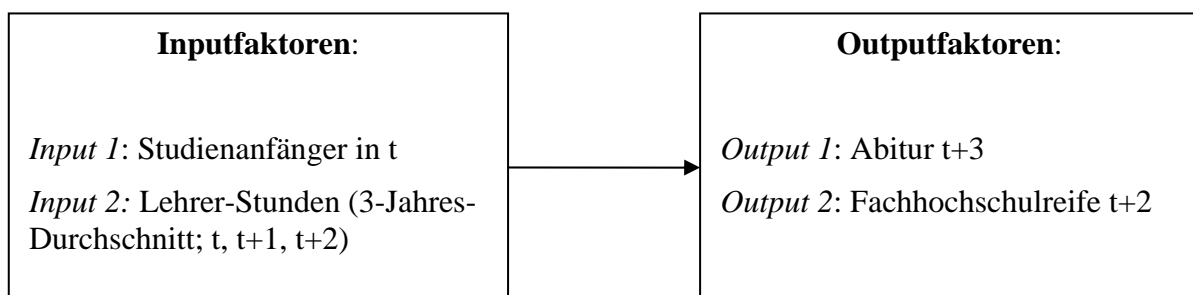
Für die Abendgymnasien stellt dieser Abschnitt zunächst die DEA-Modelle vor, die den weiteren Berechnungen zugrunde liegen. Ebenso werden die einbezogenen Daten deskriptiv ausgewertet. Die Ergebnisse werden tabellarisch für die einzelnen Jahre und grafisch individuell für die einzelnen Schulen berichtet.

3.2.1 Das DEA-Modell M1 – Absolventen

3.2.1.1 Modell und deskriptive Statistiken der Inputs und Outputs

Für neun Abendgymnasien stehen Daten vom Hessischen Kultusministerium für die Jahre 1990 bis 2003 zur Verfügung. Als Inputfaktoren für den „Produktionsprozess“ werden die Studienanfänger (Einführungsphase 1 + Einführungsphase 2) sowie ein Dreijahresdurchschnitt der unterrichtswirksamen Lehrer-Stunden zugrunde gelegt. Diese gemittelte Größe erfasst dabei, dass die Studierenden in der Regel einen Zeitraum von drei Jahren die Schule besuchen. Als Ergebnis des „Produktionsprozesses“ stehen die Studierenden mit einem erfolgreichen Abschluss, der hier das Abitur oder die Fachhochschulreife bedeutet. Um zu berücksichtigen, dass die Studienanfänger 1990 erst 1992 bzw. 1993 ihren Abschluss machen, werden die Abschlüsse mit einer Verzögerung von zwei (Fachhochschulreife) bzw. drei (Abitur) Jahren gemessen. Abbildung 9 beschreibt diesen „Produktionsprozess“ grafisch.

Abbildung 9 Produktionsprozess bei Abendgymnasien – Modell M1



Für jede Schule ist ein in Abschnitt 2.2 beschriebenes lineares Programm zu rechnen, so dass letztlich neun Gleichungssysteme gelöst werden.

Tabelle 3 Deskriptive Statistiken der Inputs und Outputs an Abendgymnasien, M1

Variable	Beob.	Mittelwert	Std. Abw.	Min	Max
Studienanfänger in t	104	81,29	37,11	17,00	185,00
Lehrerstunden (3-Jahres-Durchschnitt)	104	420,52	163,90	151,00	736,33
Abschlüsse Abitur in t+3	104	34,64	20,86	0,00	93,00
Abschlüsse Fachhochschulreife in t+2	104	15,24	9,86	1,00	55,00

Zu lesen ist diese Tabelle wie folgt: Infolge der zeitlichen Struktur umfasst der Datensatz 104 Abendgymnasien, wobei diese aus dem oben angegebenen Zeitraum stammen (jede Schule wird in jedem Jahr getrennt betrachtet). Im Durchschnitt gab es 81 Studienanfänger jedes Jahr an jedem Abendgymnasium. Durchschnittlich standen 420 unterrichtswirksame Stunden zur Verfügung. Diese Kombination der Inputfaktoren führte dann mit jeweils zweijähriger Verzögerung zu durchschnittlich 15 Abschlüssen mit Fachhochschulreife und zu 35 Abschlüssen mit Abitur.

3.2.1.2 Ergebnisse der Analyse

Dieser Abschnitt beschreibt zunächst die Ergebnisse der Auswertungen mit der DEA im Zeitablauf, wobei über alle Abendgymnasien aggregiert ist. Anschließend werden für jede Schule individuell die Effizienzwerte im Zeitablauf grafisch angegeben. Tabelle 4 beschreibt die Ergebnisse der DEA für die Abendgymnasien im Zeitablauf.

Tabelle 4 Ergebnisse der DEA für die Abendgymnasien im Zeitablauf (Modell M1)

	Beob.	Mittelwert	Std. Abw.	Min	Max
1990	9	85,33	8,29	76,05	100,00
1991	8	85,60	10,45	72,28	100,00
1992	9	77,03	15,42	62,33	100,00
1993	9	80,82	12,80	63,29	98,56
1994	9	79,17	14,80	56,71	100,00
1995	9	68,08	11,43	48,19	84,82
1996	9	67,38	13,05	43,20	81,82
1997	9	69,36	17,21	45,47	100,00
1998	9	63,14	17,31	25,18	80,36
1999	9	66,63	6,71	58,52	77,46
2000	9	64,95	13,51	40,54	86,26
2001	6	47,53	11,42	27,47	59,17

Im Zeitraum von 1990 bis 2001 schwanken die durchschnittlichen DEA-Effizienzwerte über die Jahre für die Abendgymnasien zwischen 47,53 und 85,60. Im Zeitablauf scheinen die DEA-Effizienzwerte systematisch abzunehmen. Diesen Trend von fallenden DEA-Effizienzwerten zeigen auch einige der folgenden Abbildungen, die für jedes Abendgymnasium individuell den Verlauf der DEA-Effizienzwerte über die Zeit darstellen.

Die Balken geben den jeweiligen Effizienzwert im angegebenen Jahr an, die Linie zeigt dagegen den durchschnittlichen Effizienzwert über alle Abendgymnasien in dem entsprechenden Jahr.

Abbildung 10 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Frankfurt 1 (AG1FRA), M1

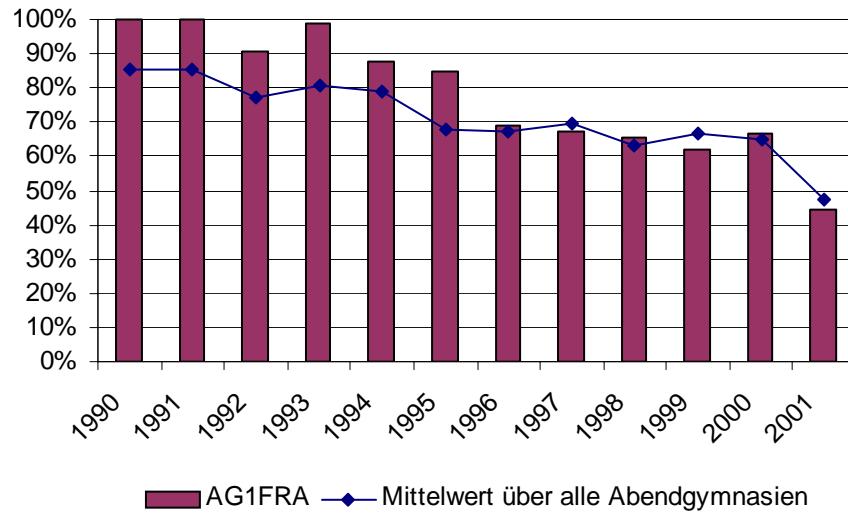


Abbildung 11 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Frankfurt 2 (AG2FRA), M1

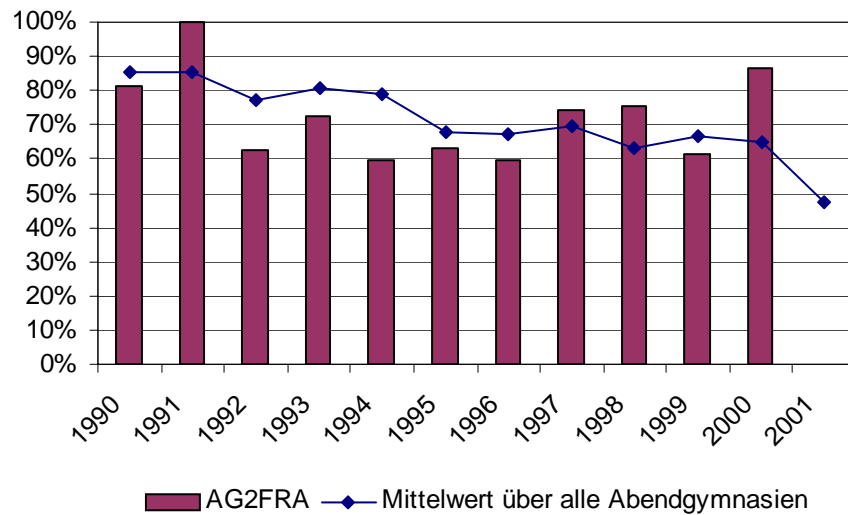


Abbildung 12 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Darmstadt (AGDA), M1

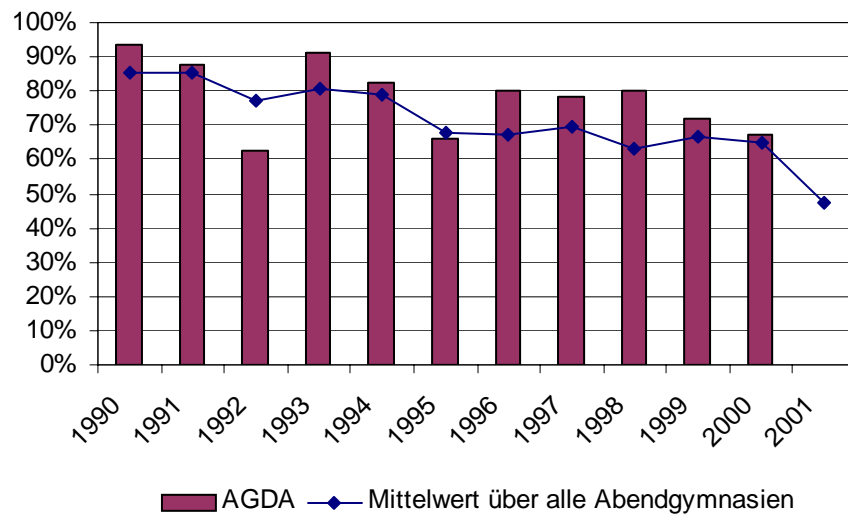


Abbildung 13 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Gießen (AGGI), M1

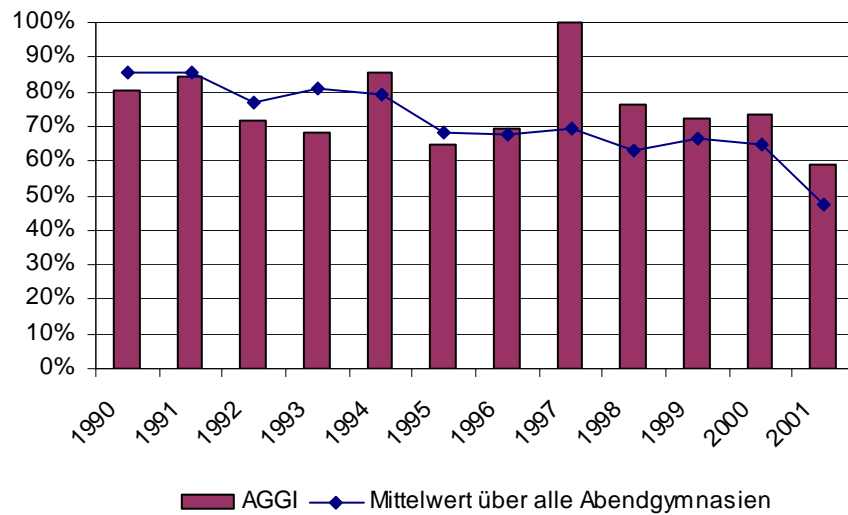


Abbildung 14 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Heppenheim (AGHEP), M1

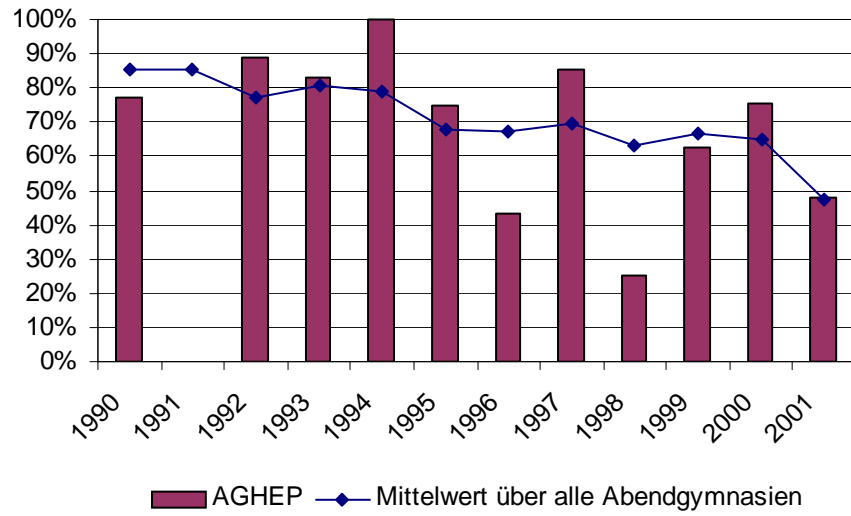


Abbildung 15 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Kassel (AGKS), M1

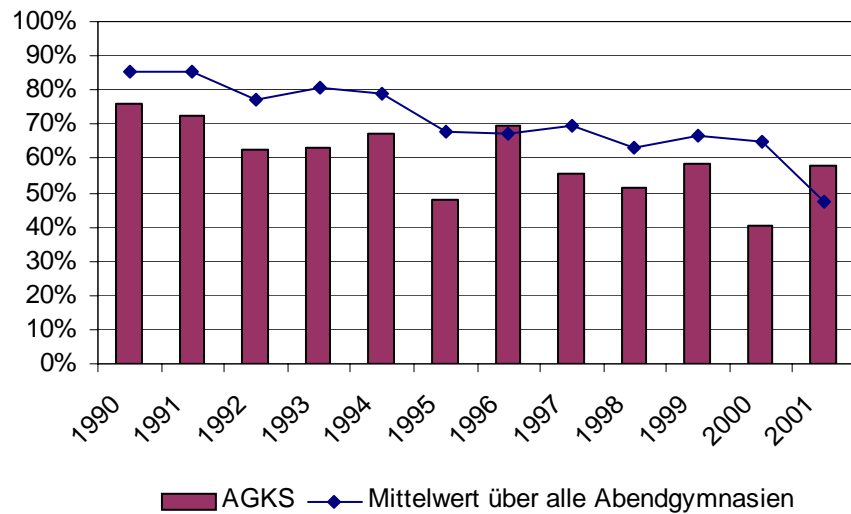


Abbildung 16 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Marburg (AGMA), M1

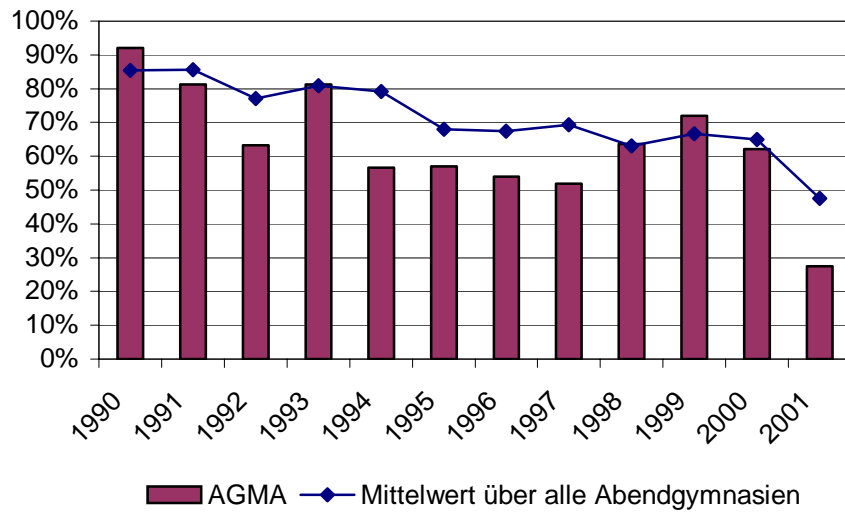


Abbildung 17 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Neu-Isenburg (AGNI), M1

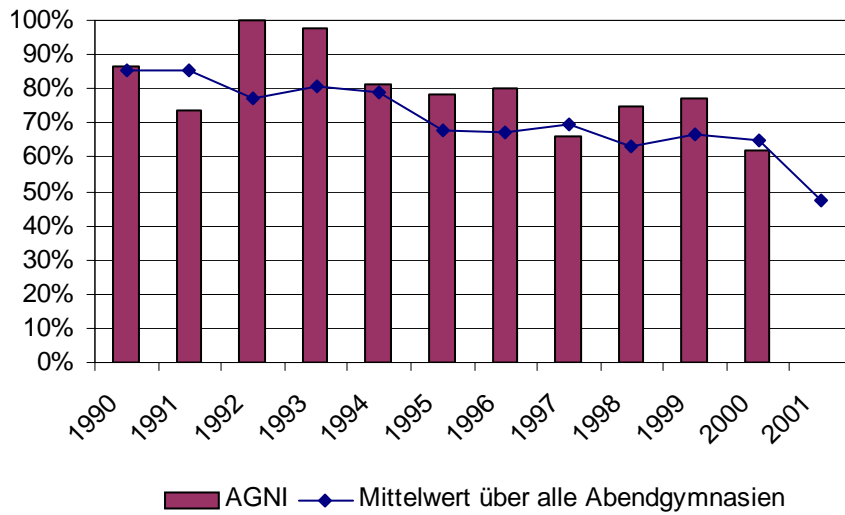
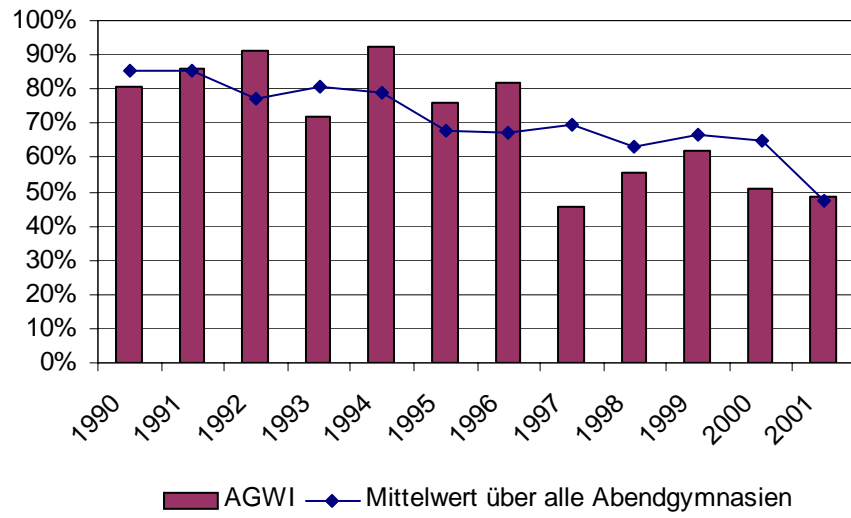


Abbildung 18 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Wiesbaden (AGWI), M1



3.2.2 Das DEA-Modell M2 – Note

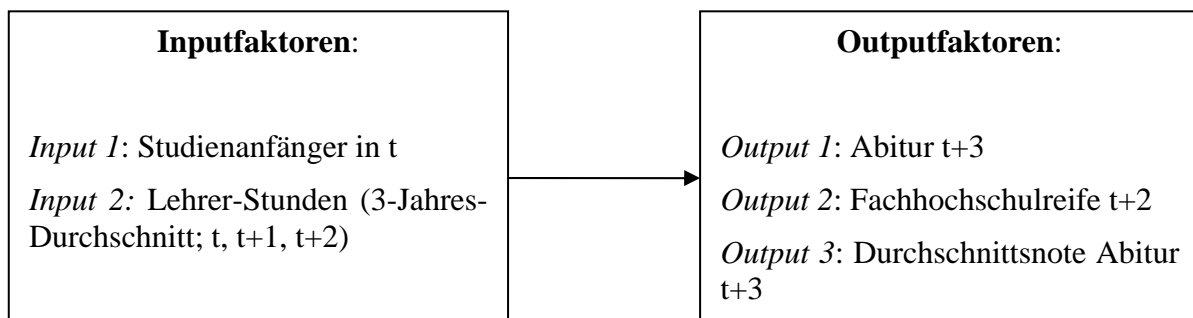
Während das Modell M1 im vorhergehenden Abschnitt sich bei den Outputfaktoren auf die Anzahl der Absolventen konzentriert und damit im Wesentlichen eine quantitative Dimension erfasst, berücksichtigt das Modell M2 zusätzlich die qualitative Dimension. Als zusätzlicher Outputfaktor dient dazu die durchschnittliche Abiturnote.

3.2.2.1 Modell und deskriptive Statistiken der Inputs und Outputs

Das Modell M2 unterscheidet sich von dem eben vorgestellten Modell M1 lediglich in einem Outputfaktor. Zur Erfassung der qualitativen Dimension der Absolventen dient die durchschnittliche Abiturnote als zusätzlicher Output. Allerdings geht eine Transformation, nämlich die Inverse ($=1/\text{Note}$), in die Berechnungen ein. Diese wissenschaftlich begründete Transformation der Abiturnote ist notwendig, da sich mit der DEA nur der Zusammenhang „je mehr, desto besser“ modellieren lässt. Bei Schulnoten würde das dann aber gerade zu völlig falschen Ergebnissen führen, da ja Schulnoten mit zunehmender Größe schlechter werden. Um dieses methodische Problem zu lösen, ist die genannte Transformation eine plausible Lösung.

Somit stellt Abbildung 19 den „Produktionsprozess“ des Modells M2 grafisch dar.

Abbildung 19 Produktionsprozess bei Abendgymnasien – Modell M2



Für jede Schule ist wieder ein in Abschnitt 2.2 beschriebenes lineares Programm zu rechnen, so dass letztlich neun lineare Gleichungen mit den entsprechenden Nebenbedingungen gelöst werden.

Tabelle 5 Deskriptive Statistiken der Inputs und Outputs an Abendgymnasien, M2

Variable	Beob.	Mittelwert	Std. Abw.	Min	Max
Studienanfänger in t	88	77,78	36,03	17,00	185,00
Lehrerstunden (3-Jahres-Durchschnitt)	88	410,01	166,12	151,00	736,33
Abschlüsse Abitur in t+3	88	31,91	20,41	0,00	93,00
Abschlüsse Fachhochschulreife in t+2	88	14,33	8,83	1,00	39,00
Durchschnittsnote in t+3	88	2,22	0,21	1,67	2,62

Zu lesen ist diese Tabelle wie folgt: Infolge der zeitlichen Struktur umfasst der Datensatz 88 Abendrealschulen, wobei diese aus dem oben angegebenen Zeitraum stammen (jede Schule wird in jedem Jahr getrennt betrachtet). Im Durchschnitt gab es 78 Studienanfänger jedes Jahr an jeder Abendrealschule. Durchschnittlich standen 410 unterrichtswirksame Stunden zur Verfügung. Diese Kombination an Inputfaktoren führte dann mit jeweils zwei- bzw. dreijähriger Verzögerung zu durchschnittlich 32 Abschlüssen als Abitur mit einer Durchschnittsnote von 2,22 und zu 14 Abschlüssen mit Fachhochschulreife.

3.2.2.2 Die Ergebnisse der Analyse

Dieser Abschnitt beschreibt zunächst die Ergebnisse der Auswertungen mit der DEA im Zeitablauf, wobei über alle Abendgymnasien aggregiert ist. Anschließend werden für jede Schule individuell die Effizienzwerte im Zeitablauf grafisch angegeben. Tabelle 6 beschreibt die Ergebnisse der DEA für die Abendgymnasien im Zeitablauf.

Tabelle 6 Ergebnisse der DEA für die Abendgymnasien im Zeitablauf (Modell M2)

	Beob.	Mittelwert	Std. Abw.	Min	Max
1991	1	100,00	-	100,00	100,00
1992	9	80,74	14,73	63,72	100,00
1993	9	83,21	13,88	64,73	100,00
1994	9	80,14	13,55	57,37	100,00
1995	9	72,53	10,90	54,97	88,88
1996	9	74,59	7,32	61,40	83,80
1997	9	73,27	18,18	52,23	100,00
1998	9	74,38	13,65	55,40	99,33
1999	9	72,97	10,92	61,20	95,28
2000	9	71,11	17,18	43,63	100,00
2001	6	67,15	18,92	44,38	100,00

Im Zeitraum von 1990 bis 2001 schwanken die durchschnittlichen DEA-Effizienzwerte über die Jahre für die Abendgymnasien zwischen 67,15 und 100. Im Zeitablauf scheinen die DEA-Effizienzwerte systematisch abzunehmen. Diesen Trend von fallenden DEA-Effizienzwerten zeigen auch einige der folgenden Abbildungen, die für jedes Abendgymnasium individuell den Verlauf der DEA-Effizienzwerte über die Zeit darstellen.

Durch Ergänzung eines zusätzlichen Outputfaktors, der Abiturnote, nehmen – Methoden bedingt – die DEA Effizienzwerte zu, so dass kein direkter Vergleich der Scores zwischen den Modellen möglich ist. Allerdings ist ebenfalls ein abnehmender Trend der Effizienzwerte zu erkennen. Dass dieser nicht so deutlich ist, hängt wenigstens zu einem Teil mit der Tatsache zusammen, dass ein dritter Outputfaktor einbezogen ist und kann somit nicht auf die Note an sich zurückgeführt werden.

Im Folgenden geben die Balken den jeweiligen Effizienzwert im angegebenen Jahr an, die Linie zeigt dagegen den durchschnittlichen Effizienzwert über alle Abendgymnasien in dem entsprechenden Jahr.

Abbildung 20 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Frankfurt 1 (AG1FRA), M2

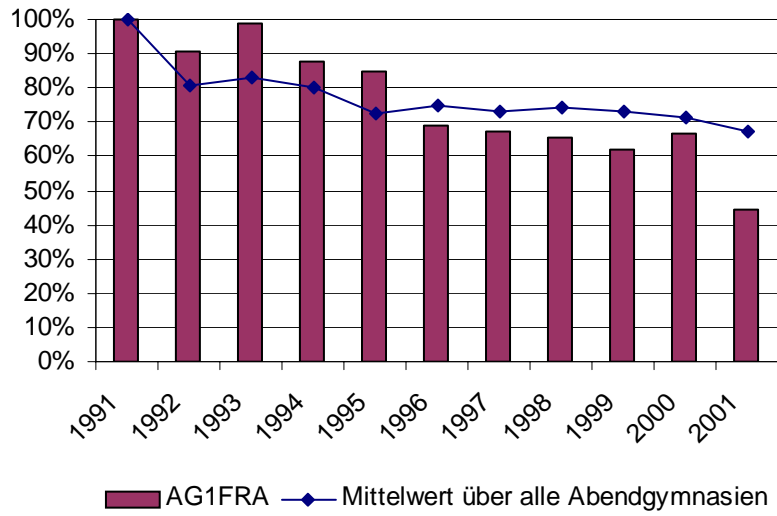


Abbildung 21 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Frankfurt 2 (AG2FRA), M2

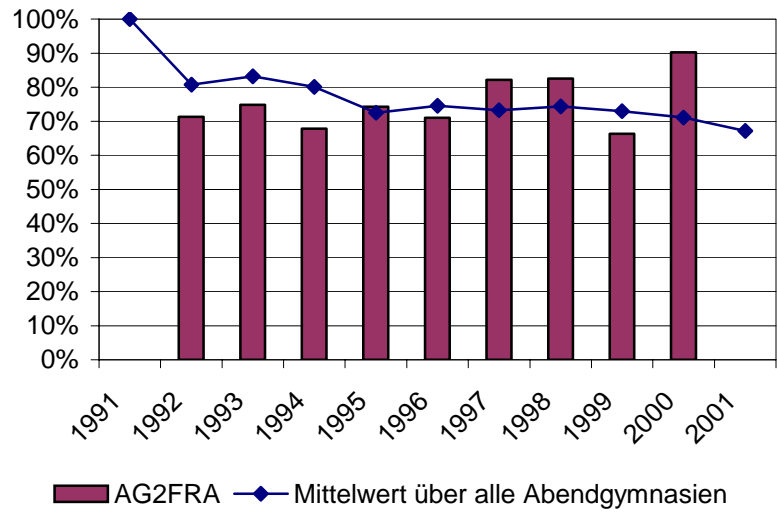


Abbildung 22 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Darmstadt (AGDA), M2

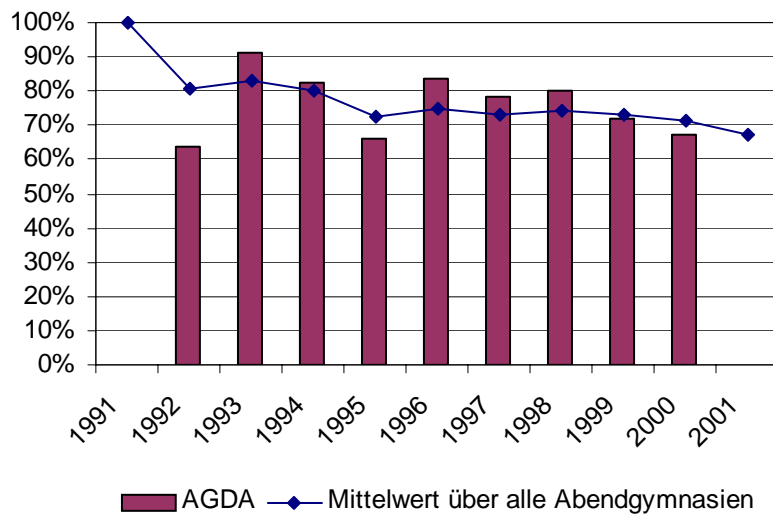


Abbildung 23 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Gießen (AGGI), M2

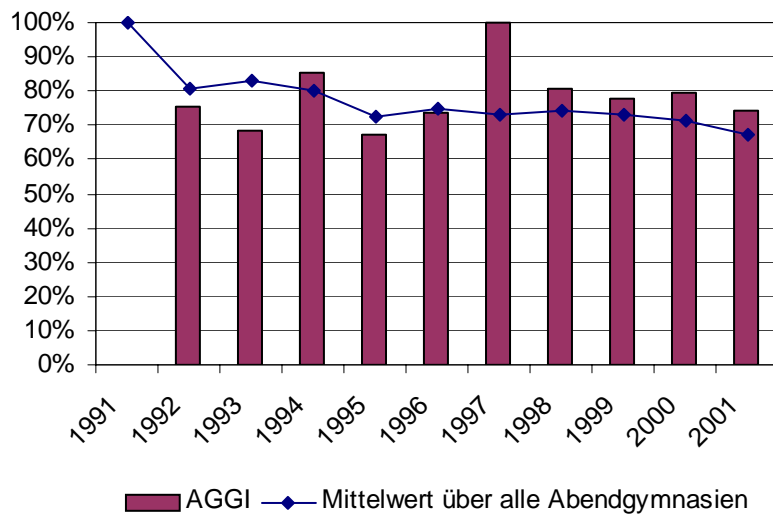


Abbildung 24 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Heppenheim (AGHEP), M2

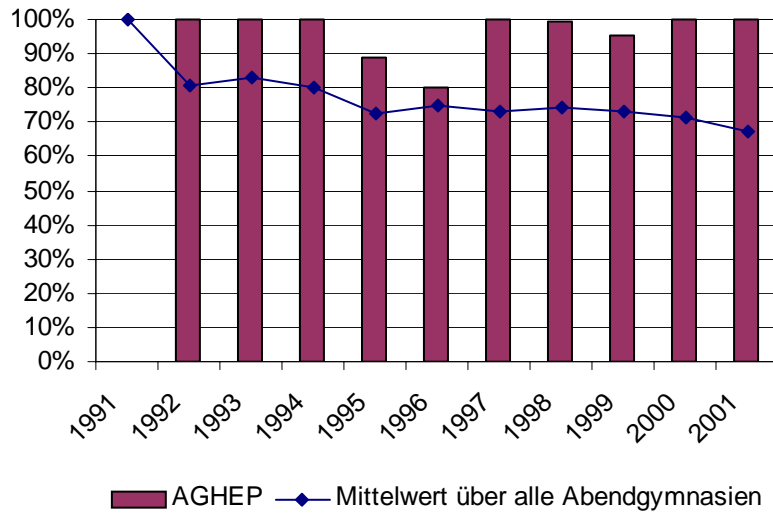


Abbildung 25 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Kassel (AGKS), M2

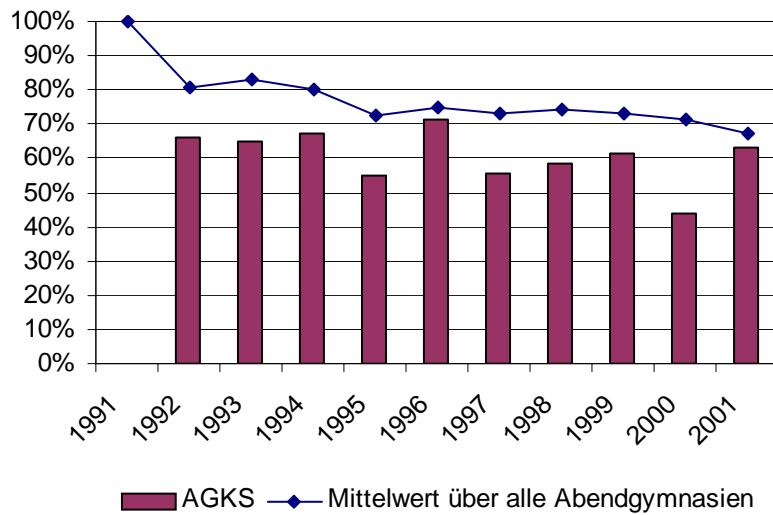


Abbildung 26 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Marburg (AGMA), M2

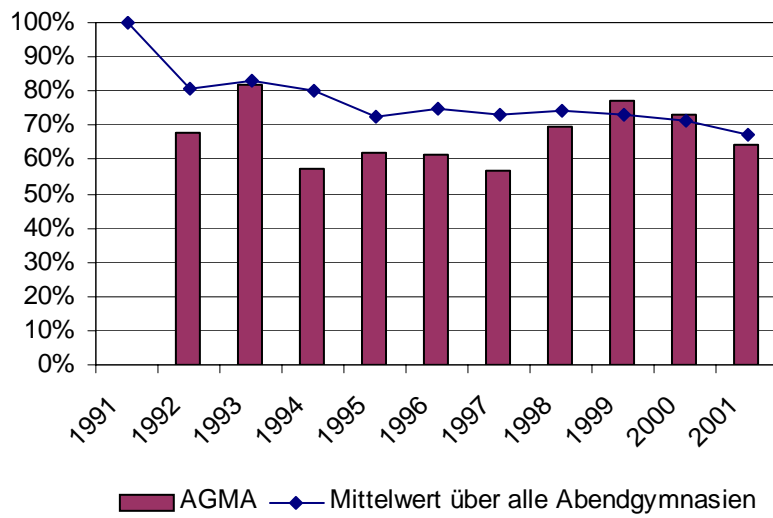


Abbildung 27 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Neu-Isenburg (AGNI), M2

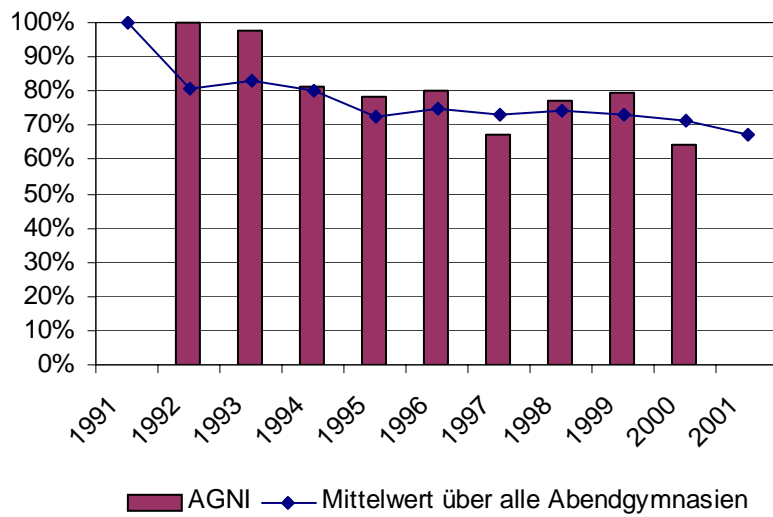
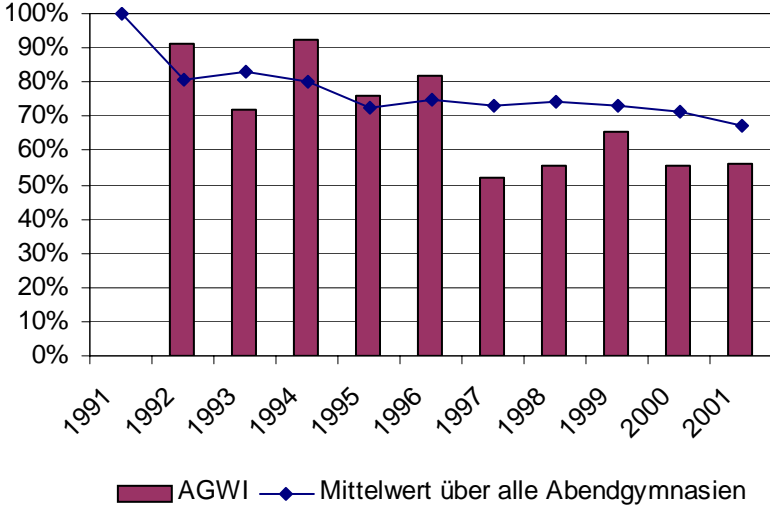


Abbildung 28 DEA-Effizienzwerte für das Abendgymnasium Wiesbaden (AGWI), M2



3.3 Hessenkollegs

Für die Hessenkollegs stellt dieser Abschnitt zunächst das DEA-Modell vor, das den weiteren Berechnungen zugrunde liegt. Ebenso werden die einbezogenen Daten deskriptiv ausgewertet. Die Ergebnisse werden tabellarisch für die einzelnen Jahre und grafisch individuell für die einzelnen Schulen berichtet.

3.3.1 Das DEA-Modell M1 – Absolventen

3.3.1.1 Modell und deskriptive Statistiken der Inputs und Outputs

Die Modellierung des „Produktionsprozesses“ bei Hessenkollegs für das Modell M1 – Absolventen entspricht dem bei Abendgymnasien und wird daher an dieser Stelle nicht noch einmal diskutiert. Es wird auf den entsprechenden Abschnitt verwiesen.

Für jede Schule ist ein in Abschnitt 2.2 beschriebenes lineares Programm zu rechnen, so dass letztlich vier lineare Gleichungen mit den entsprechenden Nebenbedingungen gelöst werden. Tabelle 7 stellt die deskriptiven Statistiken der Input- und Outputfaktoren für das Modell M1 – Absolventen an Hessenkollegs dar.

Tabelle 7 Deskriptive Statistiken der Inputs und Outputs an Hessenkollegs, M1

Variable	Beob.	Mittelwert	Std. Abw.	Min	Max
Studienanfänger in t	43	62,23	17,41	0,00	89,00
Lehrerstunden (3-Jahres-Durchschnitt)	43	333,01	73,69	201,00	427,67
Abschlüsse Abitur in t+3	43	34,51	16,99	0,00	68,00
Abschlüsse Fachhochschulreife in t+2	43	7,81	4,12	1,00	19,00

Infolge der zeitlichen Struktur umfasst der Datensatz 43 Hessenkollegs, wobei diese aus dem oben angegebenen Zeitraum stammen (jede Schule wird in jedem Jahr getrennt betrachtet). Im Durchschnitt gab es 62 Studienanfänger jedes Jahr an jedem Hessenkolleg. Durchschnittlich standen 333 unterrichtswirksame Stunden zur Verfügung. Diese Kombination an Inputfaktoren führte dann mit jeweils zwei- bzw. dreijähriger Verzögerung zu durchschnittlich 35 Abschlüssen mit Abitur und 8 Abschlüssen mit Fachhochschulreife.

3.3.1.2 Ergebnisse der Analyse

Dieser Abschnitt beschreibt zunächst die Ergebnisse der Auswertungen mit der DEA im Zeitablauf, wobei über alle Hessenkollegs aggregiert ist. Anschließend werden für jede

Schule individuell die Effizienzwerte im Zeitablauf grafisch angegeben. Tabelle 8 beschreibt die Ergebnisse der DEA für die Hessenkollegs im Zeitablauf.

Tabelle 8 Ergebnisse der DEA für die Hessenkollegs im Zeitablauf (Modell 1)

	Beob.	Mittelwert	Std. Abw.	Min	Max
1990	3	90,60	10,37	79,47	100,00
1991	3	92,51	10,54	80,45	100,00
1992	4	88,98	8,74	80,20	100,00
1993	4	76,73	8,58	65,57	86,00
1994	4	78,05	6,31	72,77	87,21
1995	3	66,91	15,02	49,83	78,07
1996	4	61,25	11,00	47,41	74,13
1997	4	74,00	9,99	61,07	83,71
1998	4	59,37	9,72	50,77	68,48
1999	4	81,19	14,61	66,51	100,00
2000	4	86,12	13,05	68,64	100,00
2001	2	89,37	15,04	78,73	100,00

Im Zeitraum von 1990 bis 2001 schwanken die durchschnittlichen DEA-Effizienzwerte über die Jahre für die Hessenkollegs zwischen 59,37 und 92,51. Nach einem Tiefpunkt im Jahre 1998 scheinen die Effizienzwerte danach wieder zu zunehmen. Diesen Trend von zunächst fallenden, dann aber wieder steigenden DEA-Effizienzwerten zeigen auch einige der folgenden Abbildungen, die für jedes Hessenkolleg individuell den Verlauf der DEA-Effizienzwerte über die Zeit darstellen.

Die Balken geben den jeweiligen Effizienzwert im angegebenen Jahr an, die Linie zeigt dagegen den durchschnittlichen Effizienzwert über alle Hessenkollegs in dem entsprechenden Jahr.

Abbildung 29 DEA-Effizienzwerte für das Hessenkolleg Frankfurt (HKFRA), M1

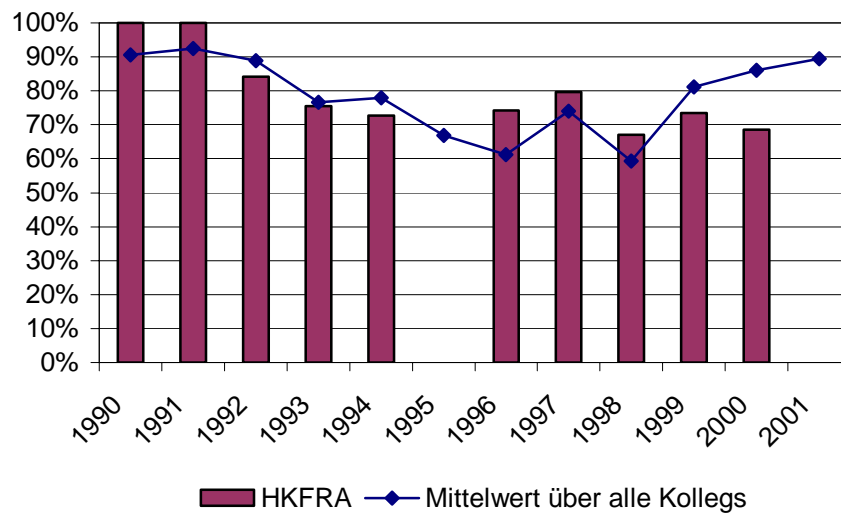


Abbildung 30 DEA-Effizienzwerte für das Hessenkolleg Kassel (HKKS), M1

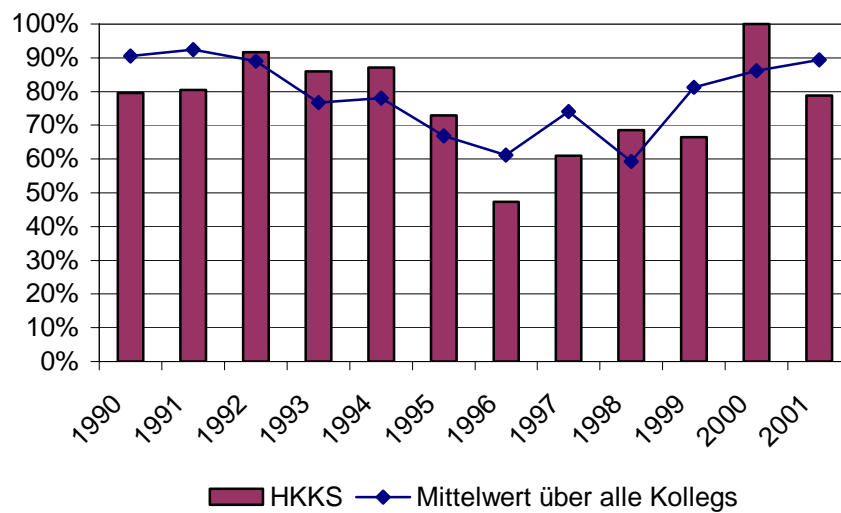


Abbildung 31 DEA-Effizienzwerte für das Hessenkolleg Wetzlar (HKWET), M1

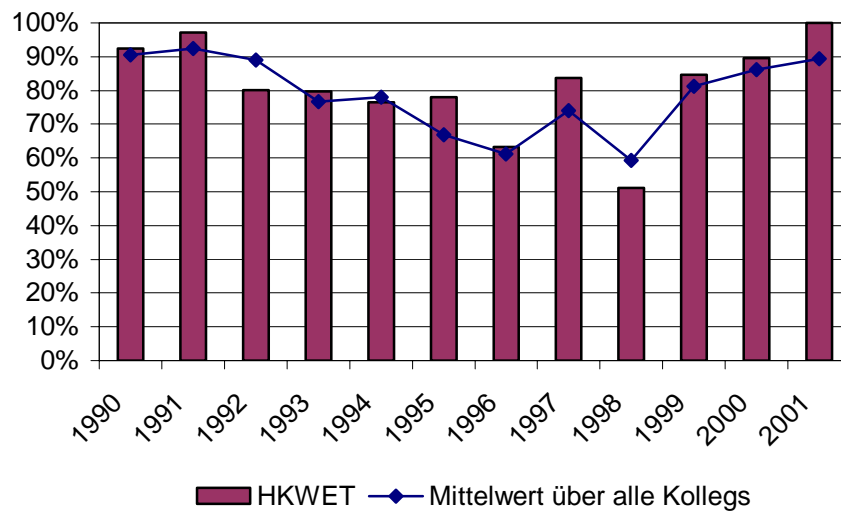
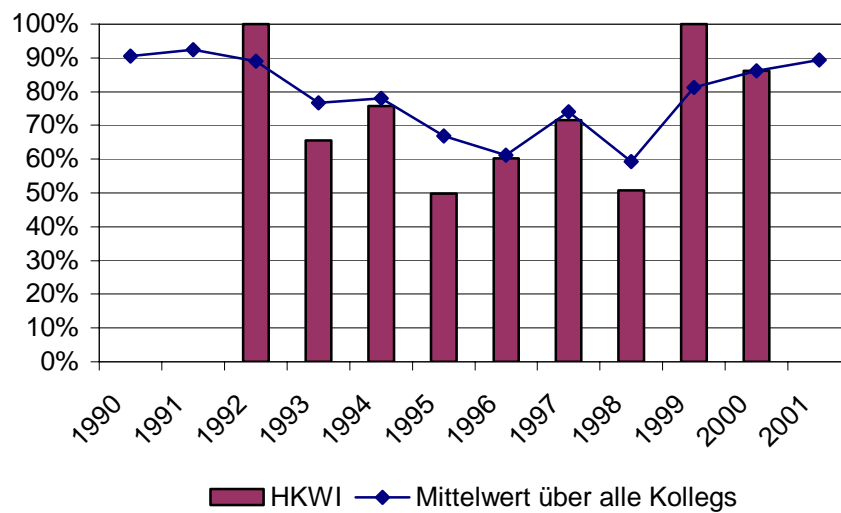


Abbildung 32 DEA-Effizienzwerte für das Hessenkolleg Wiesbaden (HKWI), M1



3.3.2 Das DEA-Modell M2 – Note

3.3.2.1 Modell und deskriptive Statistiken der Inputs und Outputs

Die Beschreibung des Modells M2 – Note ist bereits im Abschnitt für die Abendgymnasien erfolgt und wird hier analog zugrunde gelegt.

Wiederum ist für jede Schule ein in Abschnitt 2.2 beschriebenes lineares Programm zu rechnen, so dass letztlich neun lineare Gleichungen mit den entsprechenden Nebenbedingungen gelöst werden.

Tabelle 9 gibt die deskriptiven Statistiken für die Inputs und Outputs des Modells M2 für Hessenkollegs an.

Tabelle 9 Deskriptive Statistiken der Inputs und Outputs an Hessenkollegs, M2

Variable	Beob.	Mittelwert	Std. Abw.	Min	Max
Studienanfänger in t	39	61,28	17,68	0,00	82,00
Lehrerstunden (3-Jahres-Durchschnitt)	39	326,36	73,89	201,00	427,67
Abschlüsse Abitur in t+3	39	32,74	16,38	0,00	66,00
Abschlüsse Fachhochschulreife in t+2	39	7,67	4,28	1,00	19,00
Abschlussnote Abitur in t+3	39	2,42	0,16	2,15	2,71

Zu lesen ist diese Tabelle wie folgt: Infolge der zeitlichen Struktur umfasst der Datensatz 39 Hessenkollegs, wobei diese aus dem oben angegebenen Zeitraum stammen (jede Schule wird in jedem Jahr getrennt betrachtet). Im Durchschnitt gab es 61 Studienanfänger jedes Jahr an jedem Hessenkolleg. Durchschnittlich standen 326 unterrichtswirksame Stunden zur Verfügung. Diese Kombination an Inputfaktoren führte dann mit jeweils zwei- bzw. dreijähriger Verzögerung zu durchschnittlich 33 Abschlüssen mit Abitur und einer durchschnittlichen Abiturnote von 2,42 und zu durchschnittlich 8 Abschlüssen mit Fachhochschulreife.

3.3.2.2 Die Ergebnisse der Analyse

Dieser Abschnitt beschreibt zunächst die Ergebnisse der Auswertungen mit der DEA im Zeitablauf, wobei über alle Hessenkollegs aggregiert ist. Anschließend werden für jede Schule individuell die Effizienzwerte im Zeitablauf grafisch angegeben. Tabelle 10 beschreibt die Ergebnisse der DEA für die Hessenkollegs im Zeitablauf.

Tabelle 10 Ergebnisse der DEA für die Hessenkollegs im Zeitablauf (Modell 2)

	Beob.	Mittelwert	Std. Abw.	Min	Max
1991	2	100,00	0,00	100,00	100,00
1992	4	90,38	7,41	82,53	100,00
1993	4	82,94	4,60	76,57	86,70
1994	4	81,90	4,78	76,16	87,21
1995	3	77,51	1,03	76,33	78,20
1996	4	77,67	10,41	67,93	92,17
1997	4	83,83	7,63	77,36	94,58
1998	4	74,23	7,63	67,06	81,70
1999	4	84,58	11,09	74,62	100,00
2000	4	90,43	14,89	68,64	100,00
2001	2	89,51	14,84	79,02	100,00

Ähnlich wie bei Modell M1 – Absolventen ist bei dem Modell M2 zunächst Mitte der 90er Jahre ein leichter Abfall der durchschnittlichen relativen Effizienz zu beobachten. Jedoch scheint sich dieser Trend drehen. Ab Ende der 90er Jahre deutet sich eine positive Entwicklung in den DEA Effizienzwerten an. Unterstützt wird das durch die zunehmenden Minimum-Werte.

Im Zeitraum von 1990 bis 2001 schwanken die durchschnittlichen DEA-Effizienzwerte über die Jahre für die Hessenkollegs zwischen 77,51 und 100. Nach einem Tiefpunkt im Jahre 1998 scheinen die Effizienzwerte danach wieder zu zunehmen. Diesen Trend von zunächst fallenden, dann aber wieder steigenden DEA-Effizienzwerten zeigen auch einige der folgenden Abbildungen, die für jedes Hessenkolleg individuell den Verlauf der DEA-Effizienzwerte über die Zeit darstellen.

Durch Ergänzung eines zusätzlichen Outputfaktors, der Abiturnote, nehmen – Methoden bedingt – die DEA Effizienzwerte zu, so dass kein direkter Vergleich der Scores zwischen den Modellen möglich ist. Allerdings ist ebenfalls ein abnehmender Trend der Effizienzwerte zu erkennen. Dass dieser nicht so deutlich ist, hängt wenigstens zu einem Teil mit der Tatsache zusammen, dass ein dritter Outputfaktor einbezogen ist und kann somit nicht auf die Note an sich zurückgeführt werden.

Die Balken geben den jeweiligen Effizienzwert im angegebenen Jahr an, die Linie zeigt dagegen den durchschnittlichen Effizienzwert über alle Hessenkollegs in dem entsprechenden Jahr.

Abbildung 33 DEA-Effizienzwerte für das Hessenkolleg Frankfurt (HKFRA), M2

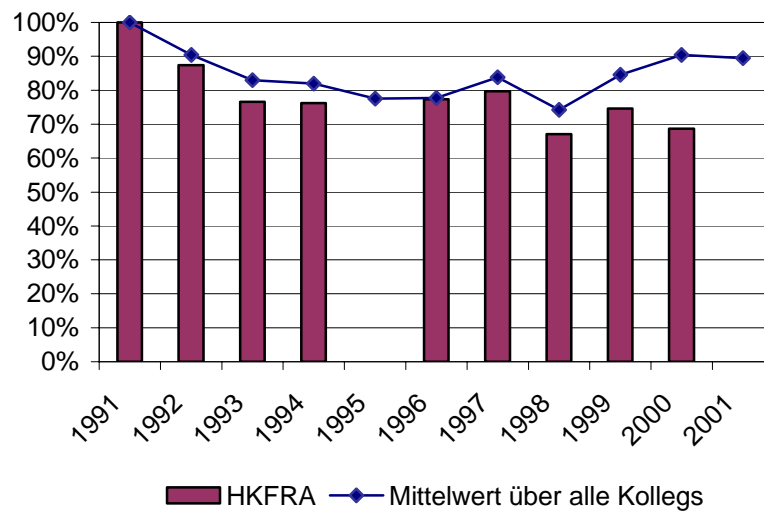


Abbildung 34 DEA-Effizienzwerte für das Hessenkolleg Kassel (HKKS), M2

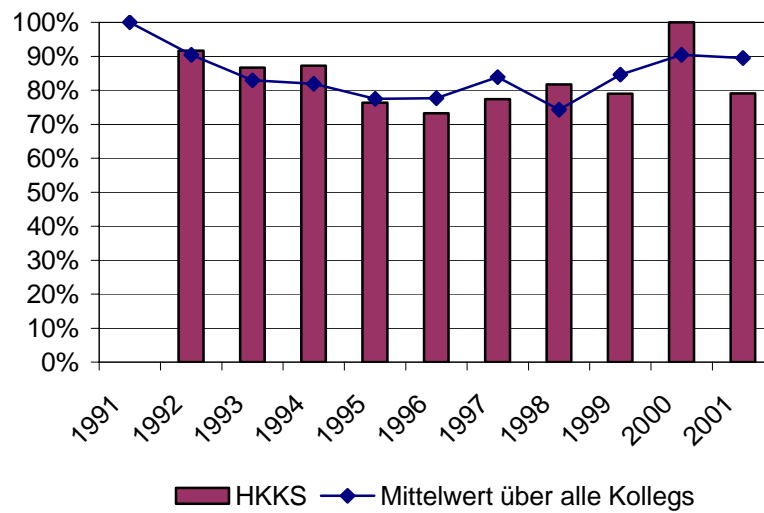


Abbildung 35 DEA-Effizienzwerte für das Hessenkolleg Wetzlar (HKWET), M2

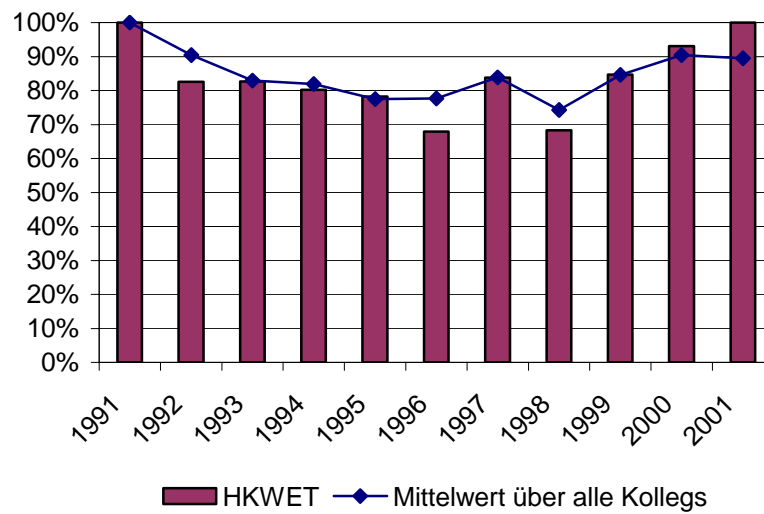
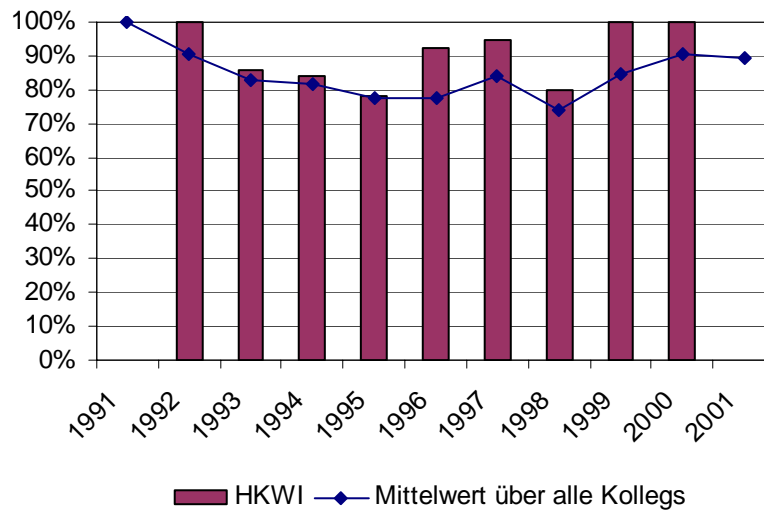


Abbildung 36 DEA-Effizienzwerte für das Hessenkolleg Wiesbaden, M2



3.4 Anmerkungen zur Interpretation der DEA-Werte

Die Data Envelopment Analyse (DEA) ermittelt die jeweils für eine Schule individuell optimale Gewichtung für die Input- und Outputfaktoren und damit die optimale Position im Vergleich zu allen anderen Schulen einer Schulform. Sowohl bei den DEA-Werten für die einzelnen Schulen als auch für die aggregierten Werte für die Schulformen sind bei der Interpretation einige Punkte zu beachten.

Die ermittelten Effizienzwerte stellen relative Maße dar. Dies bedeutet, dass alle in die Analyse einbezogenen Schulen im Prinzip vergleichbar sind, da alle als Vergleichseinheit einbezogenen Schulen zur gleichen Schulform im gleichen Bundesland gehören. Folglich schließen sehr hohe durchschnittliche (relative) Effizienzwerte der DEA nicht aus, dass es dennoch Ineffizienz innerhalb des Systems gibt. DEA-Werte sind dahingehend zu interpretieren, dass Schulen mit hohen Werten *im Vergleich* zu den anderen in die Analyse einbezogenen Schulen einen höheren Effizienzgrad aufweisen. Dieses Vorgehen nach dem Konzept der relativen Effizienz hat allerdings einen wesentlichen Vorteil: Es werden weder unrealistische Ziele gesetzt noch Schulen aus anderen Systemen als Vergleichseinheiten herangezogen.

Weiter ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu beachten, dass die DEA-Effizienzwerte zwischen den Schulformen nicht vergleichbar sind. Dies gilt in dieser Auswertung auch für Hessenkollegs und Abendgymnasien, da für diese beiden Schulformen jeweils die Modelle einzeln gerechnet sind. Dadurch lässt sich institutionellen und „produktionstechnischen“ Unterschieden der einzelnen Schulen Rechnung tragen.

Schließlich sollen die unterschiedlichen DEA-Effizienzwerte, die sich bei den beiden Modellen M1 (zwei Outputs) und M2 (drei Outputs) für Abendgymnasien und Hessenkollegs ergeben, näher betrachtet werden. In der Tendenz werden die einzelnen Schulen für das Modell M2 höhere DEA-Effizienzwerte aufweisen als für das Modell M1. Dieses Phänomen liegt zunächst einmal in der Methode selbst begründet. Mit steigender Anzahl von Outputfaktoren wird es für die einzelnen Schulen immer wahrscheinlicher, in einer der Dimensionen relativ besser zu sein als eine andere Schule und damit einen höheren Effizienzgrad zu erreichen.

Um den Zusammenhang zwischen den beiden Modellen herzustellen, kann man die Korrelation zwischen beiden Modellen berechnen. Der so genannte Korrelationskoeffizient ist ein statistisches Maß für den Zusammenhang von zwei Variablen und liegt definitionsgemäß zwischen -1 und +1. Bei einem Wert von -1 liegt perfekte negative Abhängigkeit vor, bei einem Wert von +1 perfekte positive Abhängigkeit und bei einem Wert von Null sind die betrachteten Variablen unabhängig.

Die Korrelation zwischen den beiden Modellen liegt für die Abendgymnasien bei 0,706, die Korrelation zwischen den beiden Modellen für die Hessenkollegs liegt bei 0,751. Beide Werte über 0,7 deuten damit an, dass tendenziell ein positiver Zusammenhang zwischen den beiden Modellen M1 und M2 besteht: höhere Werte im Modell M1 gehen mit höheren Werten in Modell M2 einher. Das gilt für Abendgymnasien wie auch für Hessenkollegs in sehr ähnlichem Maße.

Allerdings unterscheidet sich das Ausmaß der Verschiedenheit der Werte zwischen den einzelnen Schulen doch erheblich. Das gilt wiederum für die Abendgymnasien wie auch für die Hessenkollegs. Während einige Schulen bei beiden Modellen sehr ähnliche Werte in den

entsprechenden Jahren aufweisen (z.B. Abendgymnasium Frankfurt I oder Hessenkolleg Frankfurt), finden sich auch Schulen, für die die DEA-Effizienzwerte deutlich unterschiedlich zwischen den Modellen sind (z.B. Abendgymnasium Heppenheim oder Hessenkolleg Wiesbaden).

Bei der zuletzt genannten Gruppe nehmen die DEA-Werte bei Modell M2 (drei Outputs) deutlich höhere Werte an als bei Modell M1 (zwei Outputs). Für Schulen, auf die diese Beobachtung zutrifft, stellt der zusätzliche Outputfaktor eine wichtige Größe dar, weil sie hier relativ gute Ergebnisse aufweisen. Es zeigt sich ganz deutlich, wie wichtig die Diskussion relevanter Kriterien und eine anschließend systematische Datenerhebung für die einzelnen Schulen ist.

4 Abschließende Bemerkungen

Bei der Leistungsmessung am Kriterium der Effizienz, die mit der Data Envelopment Analyse (DEA) berechnet wurde, zeigen sich sowohl Unterschiede zwischen den Schulen, aber auch innerhalb der Schulen für Erwachsene im Zeitablauf. Ein Vergleich über die Schulformen hinweg ist hier nicht möglich. Es zeigt sich, dass sowohl innerhalb der Schulen, aber auch zwischen den Schulen eine erhebliche Streuung besteht. Innerhalb der Schulformen gibt es allerdings unterschiedliche Trends. Für die Abendrealschulen sinken zunächst die DEA-Effizienzwerte, bevor sie Ende der 90er Jahre wieder zunehmen. Ein ähnlicher Verlauf ist bei den Hessenkollegs zu erkennen. Über die Abendgymnasien zeichnet sich dagegen ein kontinuierlich fallender Verlauf in den DEA-Effizienzwerten ab. Diese Trends sind unabhängig von den hier dargestellten Modellspezifikationen.

Die Effizienzwerte stellen ein mögliches Evaluationskriterium dar, das in einen Kontext von anderen Kriterien zu stellen ist. Sie bilden keinen Kausalzusammenhang ab. Diese DEA-Werte sollten dahin gehend interpretiert werden, dass sie erste Hinweise auf Effizienzunterschiede zwischen den Schulen andeuten. In einem zweiten Schritt wird es aber notwendig sein, weitere Umstände der Schulen zu betrachten und in die Betrachtungen mit einzubeziehen. Um Erklärungen für die Ursachen der Effizienzunterschiede über die Zeit oder über die verschiedenen Schulen anbieten zu können, bietet sich unter anderem eine Verknüpfung der Ergebnisse mit differenzierteren Daten an.

Schließlich muss angemerkt werden, dass die Auswertungen immer durch die zur Verfügung stehenden Daten eingeschränkt werden. So wären für eine langfristige Analyse sicherlich weitere Input- und Outputfaktoren wünschenswert, die vergleichbar innerhalb der Schulformen sind. Auf der Inputseite wäre zum Beispiel eine präzise Bestimmung der Lernausgangslage wünschenswert. In Kombination mit der Abschlussnote stünden dann alle notwendigen Daten für ein so genanntes Value-Added Modell zur Verfügung, das den Zuwachs an Wissen quantifizieren könnte. Allerdings sind auch einheitliche Vergleichsarbeiten hilfreich. Darüber hinaus lässt sich der Erfolg der Absolventen aber auch über den Erfolg auf dem Arbeitsmarkt, zum Beispiel über den Anteil der Absolventen erfassen, die sechs Monate nach ihrem Abschluss einen neuen/anderen Arbeitsplatz gefunden haben bzw. die sich beruflich verbessert haben. Dies wäre ein näher am „Markt“ orientiertes Erfolgsmaß für die Schule und damit ein qualitativer Output für die DEA.

Abschließend ist festzuhalten, dass die DEA sicher ein innovatives Verfahren zur Evaluation für Schulen für Erwachsene darstellt und die Bestimmung von relativen Positionen der Schulen unterstützen kann. Sie liefert sowohl für einzelne Schulen als auch für Schulformen standardisierte Indikatoren, die sich als multidimensionale Effizienz interpretieren lassen. Diese Kennzahlen haben jedoch nicht nur einen isolierten Wert, indem sie Hinweise auf weiteres Potential der Schulen aufzeigen. Zusätzlich weisen sie auf Unterschiedlichkeit zwischen den Schulen hin. Diese Unterschiedlichkeit lässt sich in die Feld- und Kontextanalyse der anderen Teilprojekte einbeziehen, um dort die ökonomische Dimension zu beschreiben. Ebenso können diese anderen Teilprojekte einen Erklärungsbeitrag für die Effizienzunterschiede bieten. Allerdings hängen die Ergebnisse und der Informationsgehalt der DEA-Auswertungen – wie auch bei jeder anderen Analyse – wesentlich von der Qualität und Verfügbarkeit der Daten ab.

Literaturverzeichnis

- Abbott, M. und C. Doucouliagos (2002): The Efficiency of Australian Universities, A Data Envelopment Analysis, *Economics of Education Review* (forthcoming).
- Charnes, A.; Cooper, WW. und E. Rhodes (1978): Measuring the Efficiency of Decision Making Units, *European Journal of Operational Research*, Vol.2(6), 429-444.
- Ruggiero, J.; Miner, J. und L. Blanchard (2002): Measuring Equity of educational outcomes in the presence of inefficiency, *European Journal of Operational Research* 142 (3), 642-652.
- Hanushek, E.A. (2003): *The Economics of Schooling and School Quality, Volume II: Efficiency, Competition, and Policy*, Edward Elgar.