

Sonderdruck aus:

Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung

Erhard Ulrich

Deckungsuntersuchungen für Ausbildungsinhalte
als Elemente einer beruflichen
Substitutionsanalyse

Dezember 1969

10

Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (MittAB)

Die MittAB verstehen sich als Forum der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. Es werden Arbeiten aus all den Wissenschaftsdisziplinen veröffentlicht, die sich mit den Themen Arbeit, Arbeitsmarkt, Beruf und Qualifikation befassen. Die Veröffentlichungen in dieser Zeitschrift sollen methodisch, theoretisch und insbesondere auch empirisch zum Erkenntnisgewinn sowie zur Beratung von Öffentlichkeit und Politik beitragen. Etwa einmal jährlich erscheint ein „Schwerpunktheft“, bei dem Herausgeber und Redaktion zu einem ausgewählten Themenbereich gezielt Beiträge akquirieren.

Hinweise für Autorinnen und Autoren

Das Manuskript ist in dreifacher Ausfertigung an die federführende Herausgeberin
Frau Prof. Jutta Allmendinger, Ph. D.
Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung
90478 Nürnberg, Regensburger Straße 104
zu senden.

Die Manuskripte können in deutscher oder englischer Sprache eingereicht werden, sie werden durch mindestens zwei Referees begutachtet und dürfen nicht bereits an anderer Stelle veröffentlicht oder zur Veröffentlichung vorgesehen sein.

Autorenhinweise und Angaben zur formalen Gestaltung der Manuskripte können im Internet abgerufen werden unter http://doku.iab.de/mittab/hinweise_mittab.pdf. Im IAB kann ein entsprechendes Merkblatt angefordert werden (Tel.: 09 11/1 79 30 23, Fax: 09 11/1 79 59 99; E-Mail: ursula.wagner@iab.de).

Herausgeber

Jutta Allmendinger, Ph. D., Direktorin des IAB, Professorin für Soziologie, München (federführende Herausgeberin)
Dr. Friedrich Buttler, Professor, International Labour Office, Regionaldirektor für Europa und Zentralasien, Genf, ehem. Direktor des IAB
Dr. Wolfgang Franz, Professor für Volkswirtschaftslehre, Mannheim
Dr. Knut Gerlach, Professor für Politische Wirtschaftslehre und Arbeitsökonomie, Hannover
Florian Gerster, Vorstandsvorsitzender der Bundesanstalt für Arbeit
Dr. Christof Helberger, Professor für Volkswirtschaftslehre, TU Berlin
Dr. Reinhard Hujer, Professor für Statistik und Ökonometrie (Empirische Wirtschaftsforschung), Frankfurt/M.
Dr. Gerhard Kleinhenz, Professor für Volkswirtschaftslehre, Passau
Bernhard Jagoda, Präsident a.D. der Bundesanstalt für Arbeit
Dr. Dieter Sadowski, Professor für Betriebswirtschaftslehre, Trier

Begründer und frühere Mitherausgeber

Prof. Dr. Dieter Mertens, Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Karl Martin Bolte, Dr. Hans Büttner, Prof. Dr. Dr. Theodor Ellinger, Heinrich Franke, Prof. Dr. Harald Gerfin,
Prof. Dr. Hans Kettner, Prof. Dr. Karl-August Schäffer, Dr. h.c. Josef Stingl

Redaktion

Ulrike Kress, Gerd Peters, Ursula Wagner, in: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit (IAB),
90478 Nürnberg, Regensburger Str. 104, Telefon (09 11) 1 79 30 19, E-Mail: ulrike.kress@iab.de: (09 11) 1 79 30 16,
E-Mail: gerd.peters@iab.de: (09 11) 1 79 30 23, E-Mail: ursula.wagner@iab.de: Telefax (09 11) 1 79 59 99.

Rechte

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion und unter genauer Quellenangabe gestattet. Es ist ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, fotografische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrofotos u.ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Herstellung

Satz und Druck: Tümmels Buchdruckerei und Verlag GmbH, Gundelfinger Straße 20, 90451 Nürnberg

Verlag

W. Kohlhammer GmbH, Postanschrift: 70549 Stuttgart; Lieferanschrift: Heßbrühlstraße 69, 70565 Stuttgart; Telefon 07 11/78 63-0;
Telefax 07 11/78 63-84 30; E-Mail: waltraud.metzger@kohlhammer.de, Postscheckkonto Stuttgart 163 30.
Girokonto Städtische Girokasse Stuttgart 2 022 309.
ISSN 0340-3254

Bezugsbedingungen

Die „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“ erscheinen viermal jährlich. Bezugspreis: Jahresabonnement 52,- € inklusive Versandkosten: Einzelheft 14,- € zuzüglich Versandkosten. Für Studenten, Wehr- und Ersatzdienstleistende wird der Preis um 20 % ermäßigt. Bestellungen durch den Buchhandel oder direkt beim Verlag. Abbestellungen sind nur bis 3 Monate vor Jahresende möglich.

Zitierweise:

MittAB = „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“ (ab 1970)
Mitt(IAB) = „Mitteilungen“ (1968 und 1969)
In den Jahren 1968 und 1969 erschienen die „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“ unter dem Titel „Mitteilungen“, herausgegeben vom Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit.

Internet: <http://www.iab.de>

Deckungsuntersuchungen für Ausbildungsinhalte als Elemente einer beruflichen Substitutionsanalyse

Erhard Ulrich

Es wird versucht, Übereinstimmungen und Überdeckungen zwischen verschiedenen Berufen am Beispiel der Ingenieurausbildung (acht Fachrichtungen werden analysiert) zu ermitteln und meßbar zu machen. Die Kennzahlen, die aus den Ausbildungsplänen der Ingenieure errechnet werden können, zeigen Möglichkeiten auf, wie Verwandtschaftsgrade und Substitutionsspielräume bestimmt werden können.

Die verwendeten gedanklichen Ansätze, Berechnungs- und Darstellungsmethoden erheben keinen Anspruch auf Endgültigkeit. Es wird vielmehr an einem Beispiel eine Möglichkeit (unter vielen) für eine empirische Substitutionsforschung zur Diskussion gestellt. Weitere Untersuchungen sind im Institut in Arbeit. Über sie wird später berichtet werden.

Gliederung

1. Allgemeine Zusammenhänge
2. Berufsverwandtschaft, Substitution und berufliche Mobilität
3. Feststellung von Substitutionsmöglichkeiten
4. Darstellungsmethoden
 - 4.1 Profildarstellung
 - 4.2 überdeckungsgrade
 - 4.3 Rangkorrelation
5. Berechnung von Übereinstimmungen bei Ingenieuren verschiedener Fachrichtungen
6. Zentrale und periphere Fachrichtungen
7. Aussagemöglichkeiten

1. Allgemeine Zusammenhänge

Man faßt Arbeitskräfte mit annähernd „gleichen“ Arbeitsverrichtungen und Arbeitsaufgaben zu bestimmten Berufen und Berufsgruppen zusammen. Die Gruppierung ist im Laufe der Zeit aufgrund innerer Gesetzmäßigkeiten, aber auch aufgrund von Konventionen, bestimmten Festlegungen und äußeren Einflüssen entstanden. Eine solche „Einheit“, die meist auch nach allgemeiner Ansicht eine Einheit darstellt, wird im folgenden als Berufsbereich bezeichnet. Der Berufsbereich kann einzelne Berufe, jedoch auch ganze Berufsgruppen umfassen.

Bei einem derartigen Berufsbereich interessieren folgende Charakteristika:

- die Anzahl und Verteilung der Berufstätigen innerhalb dieses Berufsbereiches und im Vergleich zu der Gesamtheit der Berufstätigen,
- die Ausbildung,
- die Arbeitsaufgaben und Arbeitsverrichtungen,
- die Fähigkeiten und Fertigkeiten,
- die sozialen und psychologischen Verhaltensweisen.

Innerhalb des Berufsbereiches treten Änderungen auf durch regionale Mobilität und Weiterbildung.

Von oder nach außerhalb dieses Bereiches ergeben sich Änderungen durch

- den Berufsnachwuchs,
- das Ausscheiden aus dem Erwerbsleben,
- die berufliche Fortbildung und
- die berufliche Mobilität.

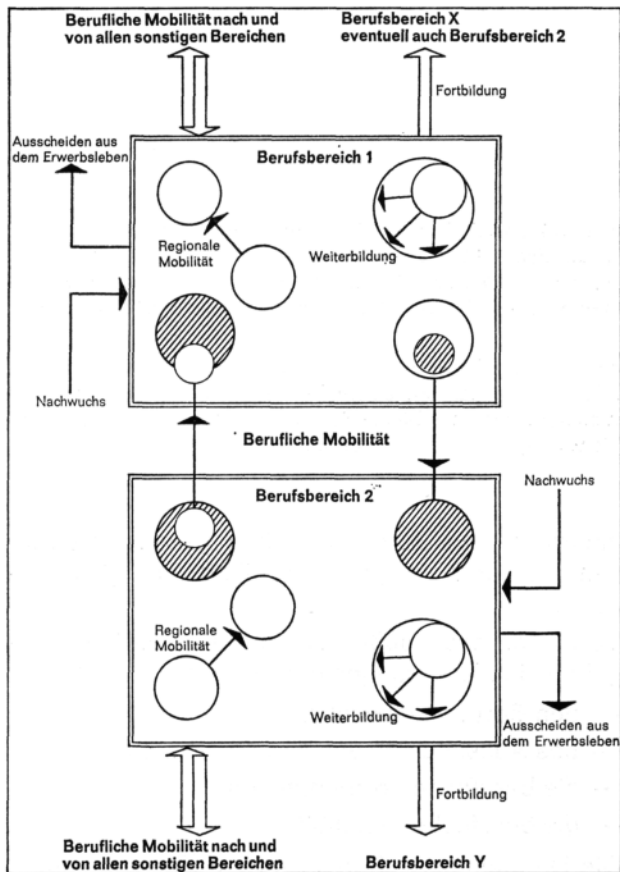
Die Darstellung in Bild 1 gibt die Zusammenhänge schematisch wieder.

In Bild 1 ist ein weiterer Berufsbereich (Berufsbereich 2) eingezeichnet, in dem sich analog zu Berufsbereich 1 ähnliche Änderungen vollziehen können. Zwischen den beiden Bereichen 1 und 2 wird eine berufliche Mobilität in einer oder in beiden Richtungen angenommen. Wie die Zeichnung zeigt, wird als plausibel unterstellt, daß zwischen den Zonen, zwischen denen sich die berufliche Mobilität vollzieht, irgendwelche inneren Verwandtschaften vorliegen. Diese Verwandtschaften zwischen verschiedenen Berufsbereichen können größer sein, als man aufgrund von bekannten beruflichen Veränderungen weiß. Die „verwandten Zonen“ können mit den Bereichen, in denen berufliche Mobilität üblich ist, übereinstimmen, diese überlappen, diese einschließen oder von diesen eingeschlossen werden.

Der Beitrag wird sich insbesondere mit Berufsverwandtschaften und deren Bestimmung befassen, während die sonstigen aufgezeigten Änderungen bereits an anderer Stelle¹⁾ erörtert wurden.

¹⁾ vgl. u. a.: F. Mollé: Definitionsfragen der Berufsforschung in „Mitteilungen“, H. 3 (Juli 1968), S. 148—159. D. Mertens: Empirische Grundlagen für die Analyse der beruflichen Flexibilität in „Mitteilungen“, H. 5 (Dez. 1968), S. 336-344. L. Schuster: Die Mobilität der Arbeitnehmer in „Mitteilungen“, H. 7 (März 1969), S. 521—537.

Bild 1:
Prinzipdarstellung zur Erläuterung einiger Begriffe



verwandte Zonen

2. Berufsverwandtschaft, Substitution und berufliche Mobilität

Vor allem in Zeiten der Knappheit von Arbeitskräften wird man daran interessiert sein, fehlende Arbeitskräfte eines Berufsbereiches durch andere zu ersetzen, von denen man annimmt, daß sie die Arbeitsaufgaben aufgrund ihrer Ausbildung oder ihrer praktischen Tätigkeit oder ihrer Fähigkeiten und Fertigkeiten oder ihrer sozialen und psychologischen Verhaltensweisen etwa in dem gleichen Maße erfüllen wie die „an sich notwendigen“ Angehörigen eines bestimmten Berufsbereiches. Sind also zum Beispiel keine Feinmechaniker zu bekommen, so wird man sich überlegen, ob nicht Werkzeugmacher, Dreher, Schlosser und, wenn alle zusammen nicht zu haben sind, nicht doch auch Friseure in Frage kommen (horizontale Substitutionsmöglichkeit). Oder man sucht einen Diplom-Ingenieur (oder einen Ingenieur), den man jedoch nicht erhält, so wird man auf einen Ingenieur (bzw. einen Diplom-Ingenieur) zurückgreifen. Ist das auch nicht möglich, so wird man auf einen Techniker, einen Meister oder auf einen intelligenten Facharbeiter ausweichen, mit dem man dann vielleicht auch

²⁾ Als die Eigenschaft verstanden, auf geänderte Bedingungen durch geändertes Verhalten zu reagieren.

nicht die schlechtesten Erfahrungen machen wird (vertikale Substitutionsmöglichkeit). Je größer der Mangel an Arbeitskräften bestimmter Qualifikationen ist, desto mehr wird man versuchen, auf mehr oder weniger verwandte Berufe überzugehen. Je größer der Mangel an Arbeitskräften ist, desto mehr wird man Berufsverwandtschaften, die Substitutionsspielräume andeuten, bewußt oder unbewußt ausnützen müssen. Analoge Überlegungen gelten auf der Seite des Arbeitnehmers, der mangels unmittelbar geeigneter Arbeitsplätze auf Stellen mit verwandten Anforderungen zurückgreifen muß. Je mehr Gemeinsamkeiten man zwischen verschiedenen Berufen feststellt, desto eher ergeben sich Übergänge zwischen Berufen, und desto weniger ist man auf genaue Prognosen angewiesen, die über die Zukunft jedes einzelnen Berufes Auskunft geben.

Nutzt man die Möglichkeiten aus, die der Substitutionsspielraum beschreibt, so kann man von einer (realisierten) Substitution sprechen. Da nicht alle Möglichkeiten genutzt werden, die der Substitutionsspielraum angibt, kann man einen Ausnutzungsgrad der Substitutionsmöglichkeiten, die durch die inneren Verwandtschaften der

$$\text{Ausnutzungsgrad} = \frac{\text{realisierte Substitutionen}}{\text{mögliche Substitutionen}}$$

Der Ausnutzungsgrad der Substitutionsmöglichkeiten hängt ab

von der Arbeitsmarktlage (besteht ein Unter- oder ein Überangebot an bestimmten Fachkräften) und

von der Anpassungsfähigkeit²⁾ des Arbeitgebers und des Arbeitnehmers.

Die möglichen Substitutionen hängen von dem Grad der Übereinstimmung zwischen den Charakteristika der Berufsbereiche ab.

Es müssen also Gemeinsamkeiten zum Beispiel in der Ausbildung, in den Kenntnissen, in den Fähigkeiten und Fertigkeiten und in gewissen sozialen und psychologischen Verhaltensweisen bei an sich verschiedenartigen Tätigkeiten feststellbar sein, wenn man den Spielraum der möglichen Substitutionen abgrenzen will.

Die realisierte Substitution läßt sich an der beruflichen Mobilität messen.

Durch das Schema in Bild 1 ist festgelegt, was unter beruflicher Mobilität verstanden wird. Es ist der Wechsel von Arbeitskräften aus einem Beruf oder Berufsbereich in einen anderen. Die Fortbildung kann als Sonderfall der beruflichen Mobilität angesehen werden. Durch die Fortbildung wird der Substitutionsspielraum des Berufstätigen geändert, so daß ein Wechsel leichter möglich wird.

Eine genutzte Substitutionsmöglichkeit kann Mobilität innerhalb gleichen Qualifikationsniveaus (bei horizontaler Substitution), aber auch Mobilität zwischen verschiedenen Qualifikationsniveaus (bei vertikaler Substitution) zur Folge haben (beruflicher Auf- oder Abstieg).

3. Feststellung von Substitutionsmöglichkeiten

Die Übereinstimmung zwischen verschiedenen Berufen oder Tätigkeiten kann sich auf so viele Bereiche erstrecken und so verschiedenartig sein, daß es schwerfällt, konkrete Angaben über alle Aspekte der Übereinstimmung zu machen.

Betrachtet man aber nur einzelne Aspekte, so eröffnen sich doch Möglichkeiten, Überdeckungen so zu erfassen, daß man letztlich zu Kenngrößen der Übereinstimmung gelangt. Diese Kenngrößen können für manche Berufsbereiche relativ bedeutungslos sein, für andere Berufsbereiche oder für besondere Arbeitskräfte innerhalb der Berufsbereiche haben sie jedoch Aussagekraft. Sie sagen auf jeden Fall mehr aus als allgemeine Erörterungen über Verwandtschaftsgrade zwischen verschiedenen Berufen.

Anhand welcher Kriterien kann man nun Übereinstimmungen zwischen verschiedenen Berufs-

bereichen feststellen? Es sind die gleichen, die auch als Charakteristika des Berufsbereiches interessieren, Überdeckungen ergeben sich aufgrund der Ausbildung, die der Berufsangehörige in Schulen, Kursen, Lehrgängen und Lehrstellen erhalten hat (Deckung der Ausbildung). Aussagen über diese Art der Überdeckung werden besonders für Berufsanfänger und für solche Berufe eine Rolle spielen, für die die Ausbildung von grundlegender Bedeutung für die spätere Tätigkeit ist. Die Übereinstimmung, die sich aufgrund des Vergleiches der praktischen Tätigkeiten und Verrichtungen der Berufsangehörigen ergibt, wird für Berufe in Frage kommen, die keine festgelegte Ausbildung haben, und für diejenigen Berufstätigen von Bedeutung sein, die bereits länger im Beruf tätig sind (Deckung der Tätigkeit und Verrichtung).

Weiterhin können Übereinstimmungen der Fähigkeiten und Fertigkeiten ermittelt werden, falls man sich auf ein System der Arbeitsanalyse einigt. Mit Hilfe von Arbeitsanalysen können sogenannte „Anforderungsprofile“ aufgestellt werden, die für verschiedene Berufe bzw. Berufsbereiche verglichen werden (Deckung der Fähigkeiten und Fertigkeiten). Die Gemeinsamkeiten, die sich aufgrund der Fähigkeiten und Fertigkeiten ergeben, werden für Berufstätigkeiten be-

Tabelle 1:

Maße der Übereinstimmung und der Gemeinsamkeiten verschiedener Berufstätigkeiten zur Bestimmung des Substitutionsspielraumes (mögliche Substitution)

Übereinstimmungskategorie	Kurzbez.	Analyse der Übereinstimmung durch Prüfung der Überdeckung (Gleichheit) von:	vor allem Anwendungen bei . . . /Aussagekraft für . . .
Übereinstimmung der Ausbildung	U_A	Kenntnissen, Ausbildungseinheiten u. Prüfungsfächern „Lehrquanten“, evtl. Bewertung nach Rang, Zahl der Unterrichtsstunden je Fach, Notengewicht je Fach, Prüfungsdauer je Fach	Berufsanfänger, Berufsneulinge, ausbildungsorientierte Berufe. Berufe, die erlernbares und mitteilbares Wissen (und Kenntnisse) zur Leistungserstellung benötigen. ($\gamma_A \rightarrow 1$)
Übereinstimmung der Tätigkeit und Verrichtung	U_T	Einzelaufgaben d. Arbeit, Verrichtungselementen, Tätigkeitselementen und -merkmalen, Hilfs- und Arbeitsmitteln; evtl. Bewertung nach Rang	Berufe ohne festgelegte Ausbildung, Berufstätigkeiten mit geringem Anteil an notwendigem „theoretischem“ Wissen, Berufstätige mit mehrjähriger Praxis im Beruf, „Praktiker“-Berufe ($\gamma_T \rightarrow 1$)
Übereinstimmung der Fähigkeiten und Fertigkeiten	U_F	Anforderungsarten, Beanspruchungsarten (geistig, körperlich, seelisch), Bewertung nach Anforderungshöhe, Rang, Stufen, Arbeitsbewertungsmaßen, Leistungstoleranzen, „Time-span“	Berufe mit schwer oder nicht „erlernbaren“ Fertigkeiten, Berufe, die eine Grundbegabung erfordern, Führungskräfte ($\gamma_F \rightarrow 1$)
Übereinstimmung der psychologischen und sozialen Verhaltensweisen	U_V	Anschauungen, Ansichten, Reaktionen, Herkommen, auch Umweltseinflüsse, soziale Strukturen.	Führungspositionen, „Tätigkeiten“, zu denen man „ernannt“, gewählt oder abgeordnet wird, Berufe ohne direkt meßbare, erfaßbare oder angebbare Leistungs- und Erfolgsmessung ($\gamma_V \rightarrow 1$)

$$\text{gesamte Übereinstimmung: } U_{\text{ges.}} = \gamma_A U_A + \gamma_T U_T + \gamma_F U_F + \gamma_V U_V \quad \gamma_A + \gamma_T + \gamma_F + \gamma_V = 1$$

γ Einflußfaktor der einzelnen Übereinstimmungskategorien auf die zu vergleichenden Berufstätigkeiten.

Wie bereits in diesen Heften³⁾ erläutert, ergeben sich Hinweise auf Substitutionsmöglichkeiten durch Vercodung und Deckungsanalysen von *Berufsbildern*, von *Zugangsvoraussetzungen* und von *Ausbildungsplänen*.

4. Darstellungsmethoden

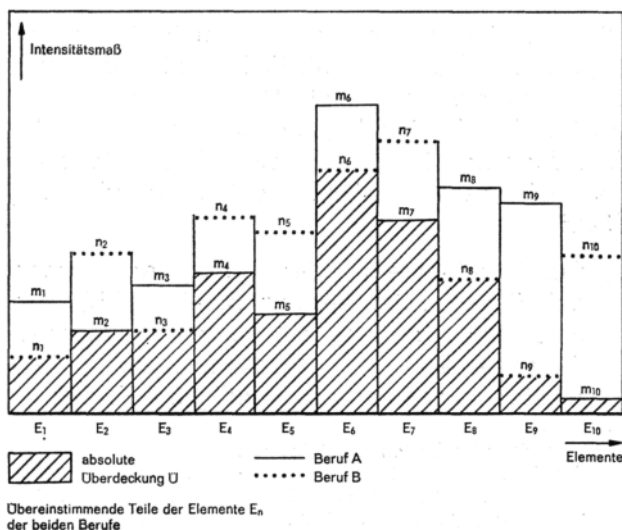
4.1 Profildarstellung

überdeckungen können auf verschiedene Art dargestellt werden. Für prinzipielle Erläuterungen bietet sich die Darstellung in sogenannten „Venn-Diagrammen“ an. Für die praktische Analyse geht man günstiger auf die zweidimensionale Koordinatendarstellung über. In einem Diagramm werden auf der einen Achse die Elemente (zum Beispiel Tätigkeitsmerkmale, Ausbildungsmerkmale) aufgetragen, für die die Deckungsanalyse auszuführen ist. Auf der anderen Achse wird ein Maß aufgetragen, das die Intensität des Merkmals bewertet.

Zum Beispiel hat *Rothe*⁴⁾ für die Berufsfelder Bau-, Holz- und Elektrotechnik als Elemente „Rahmenthemen“ im Berufsschulunterricht und als Intensitätsmaß die Zahl der Unterrichtsstunden je Rahmenthema für einzelne Berufe der Berufsfelder erfaßt und in einem Flächendiagramm dargestellt (siehe Bild 2).

Für jeden Beruf ergibt sich ein Profil. Aus den Überdeckungen der Profile kann man Gemeinsamkeiten (der Ausbildung) zwischen den Berufen ablesen. Für zwei vergleichende Berufe A und B erhält man Profile, wie sie schematisch in Bild 3 dargestellt sind. (Aus Bild 2 erhält man die Profile, indem man sich die schwarzen kleinen Quadrate innerhalb jedes Feldes übereinandergestapelt denkt und dann das so entstandene Gebilde, das aus der Zeichenebene herausragt, umklappt.)

Bild 3:
Profildarstellung zweier Berufe A und B mit Überdeckungen (schematisch)



Die Profile nach Bild 3 lassen sich auch formal ausdrücken. Das Profil des Berufs A ist durch die Matrix

$$A (E_1 n_1, E_2 n_2, E_3 n_3 \dots \dots \dots E_{10} n_{10}),$$

der Beruf B durch die Matrix

$$B (E_1 m_1, E_2 m_2, E_3 m_3 \dots \dots \dots E_{10} m_{10})$$

beschrieben. Die Darstellung in Bild 2 kann für die Berufsschulbildung des Maurers und des Zimmermannes wie folgt umgeschrieben werden (Feld-Darstellung):

Maurer	
PT2, CI0, W3, Sch2, Sp2, H4, St4, GO, M8, Kü7, Bi8, Be8, Ku0, FO, E8	5)
PB, C8, W2, Sch1, Sp4, H20, St2, GO, M0, Kü0, Bi7, Be3, Ku1, FO, E10	5)
Zimmerer	

In dem später folgenden Beispiel, bei dem die Substitutionsspielräume zwischen verschiedenen Fachrichtungen der Ingenieure untersucht werden, wird die Überdeckung der Ausbildungselemente bestimmt, wobei dann auf der horizontalen Achse die Ausbildungselemente (Lehrfächer bzw. Lehrfächergruppen) aufgetragen werden und auf der senkrechten Achse als Intensitätsmaß die Gesamtwochenstunden des betreffenden Lehrfaches während der gesamten Ingenieurausbildung. Selbstverständlich ist bereits vorausgesetzt, daß das Element E₁ genau das gleiche bei Beruf A und bei Beruf B darstellt. Das heißt, daß zum Beispiel bei der Bestimmung der Deckung der Ausbildung das Lehrfach Meßtechnik dasselbe für Maschinenbau und Elektrotechnik ist. Das Problem der Erzielung deckungsgleicher Bereiche wird prinzipiell dadurch gelöst, daß man die Elemente weiter unterteilt und für die durch die Unterteilung erhaltenen (Unter-) Elemente wiederum die Überdeckung prüft. Theoretisch kann man diese Aufteilung in immer kleinere Elemente beliebig oft ausführen. Um bei praktischen Analysen überhaupt zu Ergebnissen zu gelangen, wird man diese Unterteilung nur einmal ausführen, also bei der Analyse von Fachrichtungen nur in Lehrfächer unterteilen und dann Übereinstimmungen bestimmen. Ergeben sich an irgendeiner Stelle Diskrepanzen dieser Ergebnisse mit der Erfahrung und der täglichen Beobachtung, so wird man die Überdeckung der elementaren Bereiche nach der gleichen Methode überprüfen. Die Elemente werden wieder in Unterelemente aufgeteilt und hier wiederum analoge Profile aufgestellt, deren Überdeckung nachzuprüfen wäre. Das übergeordnete Profil

³⁾ Vgl. „Mitteilungen“ H. 5 (Dez. 1968), insbesondere S. 341 — Punkt E.II.3.

⁴⁾ G. Rothe: Bildung in neuer Sicht, berufliche Bildung in Stufen, Stuttgart 1968, S. 112 bis 124.

⁵⁾ Die Buchstaben sind die Abkürzung der Bezeichnung des Rahmenthemas. Die Reihenfolge ist die gleiche wie in Bild 2.

kann dann korrigiert werden, wenn man festgestellt hat, daß zum Beispiel der Bereich E_1 in Beruf A nicht vollkommen identisch mit dem Bereich E_1 in Beruf B ist.

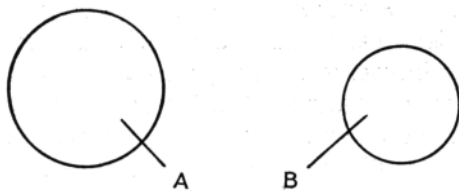
Weiterhin ist zunächst auch vorausgesetzt, daß keine Transfereffekte⁶⁾ und Beeinflussungen zwischen den einzelnen Elementen existieren. Jedes Element bestehe für sich und habe keine Auswirkungen auf ein anderes. Solange keine klaren Aussagen über Transfereffekte zwischen an sich verschiedenartigen Fächern, Elementen, Gebieten oder Bereichen möglich sind, werden solche Effekte auch nicht berücksichtigt. Rein intuitiv werden ja Transfereffekte dann angenommen, wenn eine weitere Unterteilung annähernd gleicher Bereiche in kleinere Einheiten keine zusätzliche Aussagekraft bringt.

4.2 Überdeckungsgrade

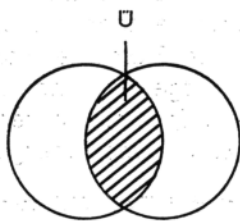
Als Kennzahlen für die Übereinstimmung kommen die absolute überdeckung, die relative überdeckung (überdeckungsgrad) und, falls dieser schwer oder gar nicht zu bestimmen ist, der Rangkorrelationskoeffizient in Frage. Die Teile, die beiden Berufen A und B gemeinsam sind, wurden in der Zeichnung Bild 3 schraffiert. Diese schraffierte Fläche stellt die absolute überdeckung \bar{u} dar. Einen überdeckungsgrad erhält man, wenn man diese Fläche auf eine andere Fläche bezieht. Die Kennzahl wird dadurch dimensionslos. Sie läßt sich dann besser für Vergleiche heranziehen.

Zur Erörterung der Frage, welche Fläche man als Bezugsgröße wählt, soll die Darstellung in Form von Venn-Diagrammen herangezogen werden.

Man nimmt zwei (Berufs-)Bereiche A und B an, die durch Kreise dargestellt werden.



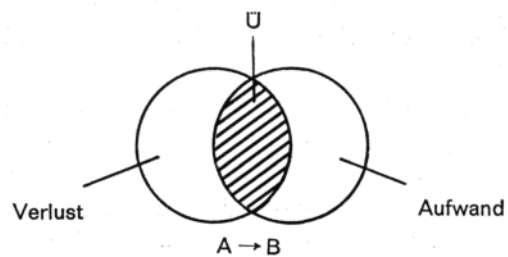
Die Bereiche können sich überlappen, zum Beispiel, wenn die Berufsbereiche etwa in Elementen der Ausbildung übereinstimmen.



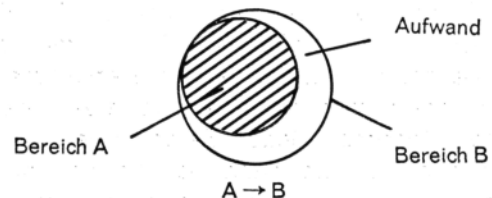
Der schraffierte Teil stellt die gemeinsamen Elemente beider Bereiche dar. Er wird als die „absolute überdeckung“ \bar{u} bezeichnet.

Ist A zum Beispiel der Berufsbereich des Ingenieurs des Hochbaues und B der des Ingenieurbauwes, so sind in dem Teil \bar{u} sämtliche Berufselemente (nicht nur die Ausbildungselemente), die den beiden Berufsbereichen gemeinsam sind, enthalten. (Zur formelmäßigen Festlegung der Überdeckung kann in Symbolen der Mengenlehre $\bar{u} = A \cap B$ geschrieben werden.)

Will oder soll ein Beschäftigter des Berufsbereiches A im Berufsbereich B tätig werden (Substitution von B durch A oder kurz $A \rightarrow B$), so ist, nur auf die Ausbildungsstoffe bezogen, \bar{u} der Lehr- und Lernstoff, der beiden Ausbildungen gemeinsam ist. Den nicht schraffierten Bereich von B muß der Betreffende neu aufnehmen (Aufwand der Substitution), den nicht schraffierten Bereich von A kann er nicht mehr direkt gebrauchen (Verlust durch Substitution).



Schließt der eine Berufsbereich den anderen ein — ein sicher seltener Fall —, so haben wir also folgenden Zusammenhang zwischen den Berufsbereichen:



Und soll dann B durch A substituiert werden, so ist ein Sonderfall gegeben, bei dem kein Substitutionsverlust sondern nur ein Substitutionsaufwand auftritt.

Dieser Fall wurde nur aus systematischen Überlegungen heraus erwähnt. Er bleibt bei den weiteren Untersuchungen als Sonderfall außer Betracht. Für die Festlegung einer Kennzahl der überdeckung bieten sich folgende Bereiche als Bezugsflächen an: Man bezieht die überdeckung \bar{u} auf

- a) den Berufsbereich, der substituiert werden soll (im Beispiel Bereich B, also \bar{u}/B), das heißt, man bezieht die übereinstimmenden Elemente auf die übereinstimmenden Elemente und den noch notwendigen Aufwand,

⁶⁾ Unter Transfereffekten versteht man mögliche Änderungen oder Erweiterungen des Könnens auf einem Gebiet A, durch Erfahrung und/oder Übung auf einem anderen Gebiet B, wobei Gebiet A und Gebiet B als nicht identisch gelten.

- b) den Berufsbereich, aus dem der Substitut kommt (zum Beispiel Bereich A, also \bar{U}/A), das heißt, man bezieht die Übereinstimmung auf die übereinstimmenden Elemente und den Verlust, der durch die Substitution entsteht,
- c) sowohl auf den Berufsbereich, aus dem der Substitut kommt, als auch auf den Berufsbereich, in den er substituiert wird (im Beispiel $A+B-\bar{U}$ also $\bar{U}/A \cup B$), daß heißt, man bezieht die Übereinstimmung auf den Aufwand, auf den Verlust und auf die übereinstimmenden Elemente (die Hüllfläche).

Weitere Verfahren d), e) und f) ergeben sich, wenn man nicht auf die übereinstimmenden Elemente bezieht, sondern

- d) nur auf den Aufwand $\bar{U}/(B-\bar{U})$
 e) nur auf den Verlust $\bar{U}/(A-\bar{U})$
 f) nur auf den Aufwand und den Verlust $\bar{U}/(A+B-2\bar{U})$.

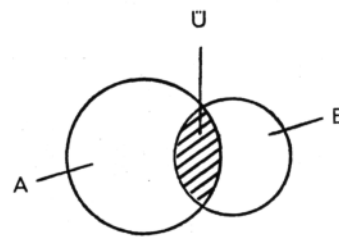
Zwischen den Verfahren a) und d), b) und e), c) und f) ist jedoch kein prinzipieller Unterschied⁷⁾. Es ist wegen der praktikableren Handhabung angebracht, a), b) und c) den Verfahren d), e) und f) vorzuziehen.

Von den Verfahren a), b) und c) ist das Verfahren a) das aussagekräftigste, da bei Substitutionsfällen weniger die Verluste der bisherigen Berufserfahrungen eine Rolle spielen (diese können ja zum Beispiel in meist unbekanntem Grade als abgeschrieben gelten oder sonst bereits transferiert oder saldiert sein), sondern vor allen Dingen der Umschulungsaufwand, also der Substitutionsaufwand, berücksichtigt wird. Da es bei ungleich großen Berufsbereichen A und B nicht gleichgültig ist, ob von A nach B oder von B nach A substituiert wird, entfällt meist auch das Verfahren c), das hier kein unterschiedliches Ergebnis liefern würde. Hier ist der Substitutionsaufwand genauso stark wie der Substitutionsverlust bewertet. Der zeitliche Aspekt bleibt beim Verfahren c) unbewertet, denn es wird in der Praxis nach Substitutionsbereichen gesucht, in die schnell umgeschult werden kann.

Für die Verfahren a) und b) erhält man, je nach Richtung der Substitution, unterschiedliche Überdeckungsgrade. Wird von einem großen in einen kleineren Bereich umgeschult, so ist bei einer bestimmten Überdeckung der Überdeckungsgrad größer als bei einer Umschulung von kleinen in den großen Berufsbereich — bei der gleichen absoluten Überdeckung!

⁷⁾ Die Zahlenwerte, die man bei d), e), f) herausbekommt, sind natürlich gegenüber denen von a), b), c) größer, da bei d), e), f) im Nenner — um \bar{U} — kleinere Zahlenwerte stehen. Wird die Überdeckung \bar{U} etwa so groß wie B, so geht der Quotient $\frac{\bar{U}}{B-\bar{U}}$ gegen Unendlich (∞). Das widerspricht der Vorstellung, die man von einer Zahlengröße hat, die man als „Grad“ bezeichnet. Es ist daher günstiger, \bar{U} zum Beispiel nur auf B zu beziehen.

Zum Beispiel bei Verfahren a) erhält man:



Substitution von

$$A \rightarrow B \quad \bar{u}_1 = \frac{\bar{u}}{B}$$

$$B \rightarrow A \quad \bar{u}_2 = \frac{\bar{u}}{A}$$

Es ist \bar{u}_1 größer als \bar{u}_2 , da A größer als B ist.

Große Überdeckungsgrade deuten auf einen geringen Substitutionsaufwand, geringe Überdeckungsgrade auf einen hohen Substitutionsaufwand hin.

Die absolute Überdeckung \bar{u} hingegen gibt keinen direkten Hinweis auf den Substitutionsaufwand.

4.3 Rangkorrelationen

Als weitere Kennzahl für Übereinstimmungen kann man die Rangkorrelation der Wichtigkeit, der Intensität oder der Wertigkeit der einzelnen Elemente berechnen. Da eine Reihenfolge der Wichtigkeit bestimmter Elemente auch dann noch angebar ist, wenn ein Profil mit zahlenmäßiger Festlegung der Wertigkeit der Elemente (zum Beispiel durch die Zahl der Ausbildungsstunden je Fach) nicht mehr aufstellbar ist, wird die Kennzeichnung durch den Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman-Pearson ein praktisches Mittel zur Verdeutlichung von Übereinstimmungen⁸⁾.

5. Berechnung von Übereinstimmungen bei Ingenieuren verschiedener Fachrichtungen

Die Tabelle 2 bringt eine Zusammenstellung der Gesamtwochenstunden⁹⁾ in verschiedenen Lehrfächern der Ingenieurfachrichtungen. Die Zahlen beruhen auf einer Erhebung, die von der Deutschen Kommission für Ingenieurausbildung für das Wintersemester 1963/64 durchgeführt wurde. Es interessieren bei einer derartigen Analyse keineswegs die neuesten Zahlen und Verteilungen, da für den Arbeitsmarkt auch Aus-

⁸⁾ Der Rangkorrelationskoeffizient r wird nach folgender Formel bestimmt:

$$r = 1 - \frac{6 \sum (u-v)^2}{n(n^2-1)}$$

Es bedeuten in dieser Formel u und v die Stellenwerte bzw. die Ordnungszahlen (der Rang) der Elemente bei den zu vergleichenden Objekten. n ist die Zahl der nach dem Rang zu vergleichenden Elemente. Der Koeffizient r schwankt je nach Abweichung von der idealen Übereinstimmung der beiden Rangfolgen zwischen 1 und -1 . (Der Wert -1 entsteht, wenn das letzte Element der einen Folge als erstes Element der anderen, das zweitletzte an zweiter Stelle der anderen Folge steht usw. Das heißt, daß die umgekehrte [inverse] Reihenfolge der einen Folge die Rangfolge der anderen Folge ergibt.)

⁹⁾ Die während der Studienzeit von 5 bzw. 6 Semestern anfallenden Unterrichts-, Praktikums- und Übungsstunden.

Tabelle 2:

Vergleichende Übersicht der Wochenstundenzahlen der verschiedenen Fachrichtungen an Ingenieurschulen. Stand WS 63/64
(Auszug für 8 Fachrichtungen)

Fachrichtung F	Bez.	Anzahl der ausgewähl. Schulen	Allgemein-bildende Fächer L 1		Wirtsch.-kunde u. Betriebs-wirtsch. L 2		Mathematik u. verwandte Fächer L 3		Physik Praktikum bzw. Labo-ratorium L 4		Chemie Praktikum bzw. Labo-ratorium L 5		Werkstoff-kunde u. Material-prüfung L 6		Mechanik u. Festig-keitslehre L 7	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
			Rang-Nr.		Rang-Nr.		Rang-Nr.		Rang-Nr.		Rang-Nr.		Rang-Nr.		Rang-Nr.	
Hochbau	F 1	11	12	6/22	10	7/15	20	16/28	7	3/10	3	0/4	11	7/12	16	1
		→	5		7		3		8		10		6		4	
Ingenieurbau	F 2	11	12	6/22	9	6/15	26	20/32	7	4/10	3	0/4	11	6/14	16	2
		→	5		7		2		9		11		6		3	
Vermessung	F 3	7	11	5/22	3	1/6	26	18/32	7	6/10	0	—	0	—	0	—
		→	4		7		2		6		8		9		10	
Maschinenbau	F 4	10	11	0/18	8	4/14	22	18/30	16	11/12	4	2/8	9	6/12	20	1
		→	7		9		3		6		10		8		4	
Verfahrenstechnik	F 5	4	13	8/20	6	4/8	22	20/24	20	19/22	12	8/16	10	8/12	19	1
		→	7		12		3		5		8		10		6	
Elektrotechnik	F 6	10	11	4/18	7	4/8	25	18/31	15	7/20	4	2/4	7	5/10	13	1
		→	8		9		2		4		11		10		6	
Feinwerktechnik	F 7	4	9	6/12	7	6/7	23	18/28	20	14/28	5	4/6	9	6/10	17	1
		→	9		11		4		5		12		10		6	
Physikalische Technik	F 8	2	9	6/12	10	9/12	23	22/24	50	37/63	9	8/9	7	6/8	14	1
		→	8		7		3		1		9		11		6	

1 = Semesterwochenstunden
2 = Schwankungen

Quelle: Ergebnis einer Erhebung 1963/64 der Deutschen Kommission für Ingenieurausbildung „Fachrichtungen an den deutschen Ingenieurschulen“ Düsseldorf 1964.

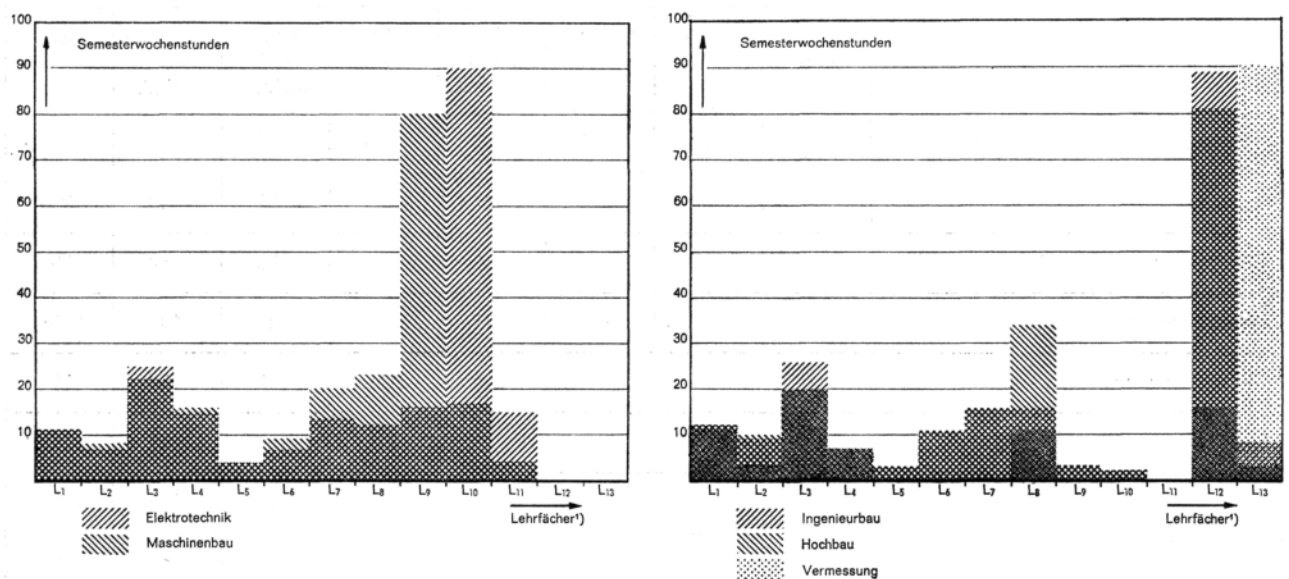
sagen über jene Ingenieure wichtig sind, die in früheren Perioden studierten oder ihr Studium abschlossen. Weiterhin ist das Ziel dieser Ausarbeitung nicht darin zu sehen, Lehrpläne und Fächer an Ingenieurschulen zu diskutieren, sondern es soll an einem Beispiel eine Methode erläutert werden, mit deren Hilfe man zu Substitutionskennzahlen kommen kann. Die Verteilung der Gesamtwochenstundenzahl auf einzelne Fächer und die Gruppierung der Fächer wird hier als gegeben vorausgesetzt und weiter auch nicht erörtert, da sie Forschungsobjekt der Bildungs- und Ausbildungsforschung sind. Auf diesen Gegebenheiten wird zunächst aufgebaut. Falls sich Unstimmigkeiten in den Ergebnissen zeigen, wird man die Grundlagen überprüfen müssen. In der Tabelle 2 sieht man in jeder Zeile für die Fachrichtung die Verteilung der gesamten Wochenstunden auf die einzelnen Fächer L1 bis L16. In jeder Spalte sind neben den Wochenstunden auch die Schwankungswerte bei den erfaßten

Ingenieurschulen angegeben. Die Schwankungsbreite könnte ebenfalls zur Bewertung des Faches innerhalb der Verteilung herangezogen werden. Auf eine derartige Verfeinerung wird im ersten Ansatz bewußt verzichtet. In jeder Zeile ist unterhalb der Wochenstundenzahl der Rang des betreffenden Faches innerhalb der Fachrichtung angegeben. Das Fach mit den meisten Wochenstunden erhält den Rang 1, das Fach mit der zweitgrößten Zahl der Wochenstunden belegt den zweiten Rang usw. Die Verteilungen sind annähernd normiert, da, bis auf Ausnahmen, vor allem in der Fachrichtung Vermessungstechnik, eine etwa gleiche Anzahl der gesamten Wochenstunden anfällt.

In Bild 4 sind die Verteilungen der Ausbildungsstunden auf die einzelnen Lehrfächer graphisch dargestellt. Es wurden jeweils die Fachrichtungen Hochbau, Ingenieurbau und Vermessungstechnik sowie Maschinenbau und Elektrotechnik

Konstruktionselemente L 8	Maschinenbau L 9		Elektrotechnik L 10		Meß- u. Regelungstechnik L 11		Bau-technik L 12		Vermessung L 13		Holz-technik L 14		Verfahrenstechnik L 15		Feinwerk-technik L 16		sonstige Fächer		gesamte Wochen-stunden	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
23/44	3 11	2/6	2 13	2/4	0 14	—	81 1	69/96	3 12	2/6	4 9	0/6					13	6/19	216	210/228
12/28	3 12	0/5	2 13	0/2	0 14	—	89 1	75/101	8 8	4/10	6 10	0/8					5	0/10	217	210/228
4/16	0 11	—	0 12	—	0 13	—	16 3	12/24	90 1	76/110							22	16/36	186	176/216
19/32	80 1	63/93	17 5	10/20	4 11	0/10	0 12	—											214	198/224
16/24	40 1	31/52	11 9	6/14	8 11	6/10	0 13	—					30 2	28/32					212	198/216
4/18	16 3	12/21	90 1	77/110	15 5	8/24	0 12	—											215	198/225
12/16	32 1	26/36	32 2	22/52	17 7	14/20	0 13	—							27 3	20/40			212	198/218
19/20	23 4	20/26	24 2	20/27	8 10	6/10	0 14	—					3 13	0/6	5 12	0/10			204	198/210

Bild 4:
 Profildarstellung und Übereinstimmung der Ausbildungen bei verschiedenen Ingenieuren



*) Bezeichnung der Lehrfächer nach Tabelle 2

zusammengestellt. Man sieht die sich überdeckenden Bereiche, die zur Festlegung der Übereinstimmung der Ausbildung herangezogen werden. Ein Überdeckungsgrad als Kennzeichen der Übereinstimmung errechnet sich, wie bereits allgemein festgelegt, als das Verhältnis des Überdeckungsfeldes zu der Fläche des zu substituierenden Bereiches.

Nach dieser Methode wurden die Überdeckungsgrade für die acht Fachrichtungen (F 1 bis F 8) nach Tabelle 2 bestimmt. Die Überdeckungsgrade sind in einer Matrix (Tabelle 3) zusammengestellt.

In Tabelle 4 sind die absoluten Überdeckungen (in Fachstunden) aufgeführt. Anhand der in der

Tabelle 3:

Überdeckungsgrad $\ddot{u} = \frac{U}{B}$ (bezogen auf den Substitutionsaufwand und die Überdeckung)

rechtes oberes Feld: Substitution der Fachrichtung F_j durch die Fachrichtung F_i

linkes unteres Feld: Substitution der Fachrichtung F_i durch die Fachrichtung F_j

$F_i \downarrow \quad F_j \rightarrow$	Hochbau	Ingenieur- bau	Ver- messung	Maschi- nenbau	Ver- fahrens- technik	Elektro- technik	Fein- werk- technik	Physika- lische Technik	$\sum U_{F_i \rightarrow F_j}$
Hochbau	1	0,861	0,382	0,486	0,448	0,349	0,415	0,461	4,402
Ingenieurbau	0,866	1	0,441	0,449	0,458	0,419	0,429	0,456	4,518
Vermessung	0,329	0,378	1	0,252	0,236	0,265	0,250	0,265	2,975
Maschinenbau	0,481	0,442	0,290	1	0,807	0,595	0,863	0,701	5,179
Verfahrenstechnik	0,439	0,447	0,269	0,799	1	0,581	0,722	0,740	4,997
Elektrotechnik	0,347	0,415	0,306	0,598	0,590	1	0,722	0,676	4,654
Feinwerktechnik	0,407	0,419	0,285	0,855	0,722	0,712	1	0,779	5,179
Physikalische Technik	0,435	0,429	0,290	0,668	0,712	0,642	0,750	1	4,926
$\sum U_{F_j \rightarrow F_i}$	4,302	4,391	3,263	5,107	4,973	4,563	5,151	5,078	36,833

Tabelle 4:

Absolute Überdeckung U der Ausbildung für verschiedene Ingenieurfachrichtungen gemessen in Semesterwochenstunden

Einheit: Semesterwochenstunden

	Hochbau	Ingenieur- bau	Ver- messung	Maschi- nenbau	Ver- fahrens- technik	Elektro- technik	Fein- werk- technik	Physika- lische Technik	$\sum U$
Hochbau	216	187	71	104	95	75	88	94	930
Ingenieurbau		217	82	96	97	90	91	93	953
Vermessung			186	54	50	57	53	54	607
Maschinenbau				214	171	128	183	143	1093
Verfahrenstechnik					212	125	153	151	1054
Elektrotechnik						215	153	138	981
Feinwerktechnik							212	159	1092
Physikalische Technik								204	1036

Tabelle 5:

Rangkorrelationskoeffizienten r der Fachrichtungen

(Rang nach der Höhe der Semesterwochenstunden in den Lehrfächern nach Tabelle 2)

	Hochbau	Ingenieur- bau	Ver- messung	Maschi- nenbau	Ver- fahrens- technik	Elektro- technik	Fein- werk- technik	Physika- lische Technik	Σr
Hochbau	1	0,94	0,53	0,26	0,029	0,016	— 0,067	— 0,044	2,664
Ingenieurbau		1	0,67	0,156	0	0,036	— 0,1	0,135	2,837
Vermessung			1	— 0,21	— 0,08	— 0,45	— 0,12	0,173	1,513
Maschinenbau				1	0,55	0,71	0,50	0,82	3,786
Verfahrenstechnik					1	0,30	0,77	0,49	3,059
Elektrotechnik						1	0,66	0,87	3,142
Feinwerktechnik							1	0,61	3,253
Physikalische Technik								1	3,054

Tabelle 2 angegebenen Rangzahlen wurde dann auch der Rangkorrelationskoeffizient zwischen den acht Fachrichtungen bestimmt. Er ist in der Tabelle 5 enthalten. Man sieht, daß der Überdeckungsgrad und der Rangkorrelationskoeffizient nicht in allen Fällen vollkommen gleichlaufend sind. Zunächst einmal ändert sich im allgemeinen der Rangkorrelationskoeffizient beim Übergang von einem Feld in das andere in stärkerem Maße als der Überdeckungsgrad. Dies ist verständlich, da der Rangkorrelationskoeffizient zwischen + 1 und — 1 schwankt, während sich der Überdeckungsgrad nur zwischen 0 und 1 ändern kann. Das Diagramm in Bild 5 verdeutlicht den Zusammenhang zwischen Überdeckungsgrad und Rangkorrelationskoeffizienten. Im Idealfall und bei gleichem Maßstab auf beiden Achsen müßten die Punkte auf einer Geraden liegen, die bei einem Überdeckungsgrad von 0,5 die Achse schneidet und unter 63,5 Grad ansteigt. Da das nicht der Fall ist, muß man annehmen, daß beide Maße keinesfalls ideal die Zusammenhänge zwischen den Fachrichtungen wiedergeben. Die Abweichungen von der angegebenen Geraden sind u. a. auf die unterschiedlichen Formen der Verteilung, wie sie beispielsweise in Bild 3 und 4 dargestellt wurden, zurückzuführen.

Aus der Tabelle 3 ist zunächst hypothetisch eine Reihenfolge des Überdeckungsgrades der Fachrichtungen von einer gegebenen Fachrichtung ablesbar, für die Substituenten gesucht werden sollen. Ordnet man alle möglichen Fachrichtungen nach dem Überdeckungsgrad mit einer gegebenen Fachrichtung, so erhält man eine Rei-

henfolge, wie sie in der Tabelle 6 für die Fachrichtungen des Ingenieurbaus, des Maschinenbaus, der Verfahrenstechnik und der Elektrotechnik angegeben sind. Ordnet man nach fallendem Korrelationskoeffizienten r für eine bestimmte Fachrichtung, so erhält man eine Reihenfolge, die mit der nach dem Überdeckungsgrad festgelegten nicht übereinstimmen muß.

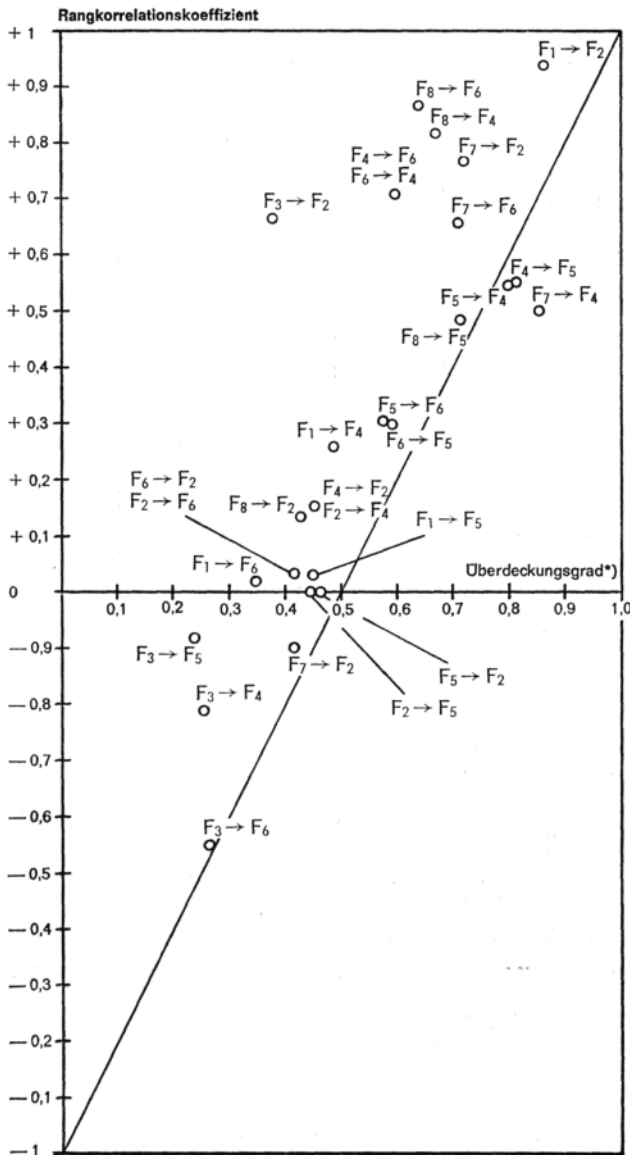
Das zeigt ebenfalls Tabelle 6.

6. Zentrale und periphere Fachrichtungen

Addiert man in Tabelle 4 die Zahl der absoluten Überdeckungen für jede Fachrichtung, so erhält man eine Aussage über die Fachrichtung, die sich am meisten mit anderen Fachrichtungen deckt. Es ist diejenige Fachrichtung, die die meisten Gemeinsamkeiten mit allen anderen Fachrichtungen hat. Ordnet man die Fachrichtungen nach der *maximalen Anzahl der Überdeckungen* (Σ), so ergibt sich eine Liste, in der oben der Maschinenbau steht und die mit der Vermessung endet:

	Σ
Maschinenbau	1093
Feinwerktechnik	1092
Verfahrenstechnik	1054
Physikal. Technik	1036
Elektrotechnik	981
Ingenieurbau	953
Hochbau	930
Vermessung	607

Bild 5:
Zusammenhang zwischen Rangkorrelationskoeffizienten und
Überdeckungsgrad der Ausbildung für verschiedene Fachrichtungen
(Nr. der Fachrichtung nach Tabelle 1)



*) $\bar{u} = \frac{u}{B}$, wenn A \rightarrow B

wobei A \rightarrow B zum Beispiel heißt: der Ingenieur der Fachrichtung Elektrotechnik (F_4 nach Tab. 2) wird in dem Fachgebiet der Fachrichtung Maschinenbau (F_1 nach Tab. 2) eingesetzt.

Die Reihenfolge sagt jedoch keineswegs aus, daß zum Beispiel der Maschinenbau immer die Fachrichtung ist, die bei einer Substitution am ehesten in Frage kommt. Von der Ausbildung her gesehen kann man hier mehr von „mehr zentralen“ und „mehr peripheren“ Fachrichtungen sprechen.

Ordnet man die Fachrichtungen nach der *Summe d*

¹⁰⁾ Es ist also hier davor zu warnen, allzu übereilt Schlüsse aus diesen methodischen Ansätzen zu ziehen. Ebenso ist die Berechnung der Zahlen auf drei Stellen hinter dem Komma kein Hinweis auf die Sicherheit und Genauigkeit der Angaben, die natürlich von dem Ausgangsmaterial und seiner Zuverlässigkeit abhängen.

berechnet wurde, so erhält man eine von der vorherigen etwas abweichende Reihenfolge:

	$\sum r$
Maschinenbau	3,786
Feinwerktechnik	3,253
Elektrotechnik	3,142
Verfahrenstechnik	3,059
Physikal. Technik	3,054
Ingenieurbau	2,837
Hochbau	2,664
Vermessung	1,513

überraschend ist jedesmal die hohe Plazierung der Feinwerktechnik. Sie dürfte darauf zurückzuführen sein, daß in dieser Ausbildung sowohl auf Maschinenbau- als auch auf Elektrotechnikenkenntnisse gleichermaßen Wert gelegt wird. Da bei der Bestimmung der Rangkorrelation nur die Reihenfolge (Rangfolge) eine Rolle spielt und die Abstände zwischen den Rängen der Lehrfächer einer Fachrichtung nicht berücksichtigt werden, ergeben sich hier Abweichungen gegenüber der vorhergehenden Liste. Man sieht, daß die Elektrotechnik aufrückt, wenn nur die Reihenfolge der einzelnen Lehrfächer betrachtet wird, wobei angenommen wird, daß in der Praxis die Reihenfolge der Wichtigkeit des Wissens in den einzelnen Fächern die gleiche bleibt¹⁰⁾.

In der Tabelle der Überdeckungsgrade der Ausbildung (Tab. 3) wiesen die Spalten und die Zeilensummen auf die allgemeine Substitutionsfähigkeit der Fachgebiete hin, soweit sie sich aufgrund der Ausbildung ergeben.

Allgemeine Substitutionsfähigkeit (aufgrund der Ausbildung) *aus der* Fachrichtung

Maschinenbau	5,179
Feinwerktechnik	5,179
Verfahrenstechnik	4,997
Physikal. Technik	4,926
Elektrotechnik	4,654
Ingenieurbau	4,518
Hochbau	4,402
Vermessung	2,975

Allgemeine Substitutionsfähigkeit (aufgrund der Ausbildung) *in die* Fachrichtung

Feinwerktechnik	5,151
Maschinenbau	5,107
Physikal. Technik	5,078
Verfahrenstechnik	4,973
Elektrotechnik	4,563
Ingenieurbau	4,391
Hochbau	4,302
Vermessung	3,263

Man kann wiederum eine Reihenfolge der Fachrichtungen angeben, die sich als besonders substituionsfähig erweisen, wenn es gilt, entweder diejenige von acht Fachrichtungen zu suchen, die sich im Schnitt mit dem geringsten Aufwand

Tabelle 6:

Reihenfolge der Übereinstimmung der Ausbildung für verschiedene Ingenieur-Fachrichtungen

nach der Überdeckung bzw. nach dem Überdeckungsgrad	absolute Über- deckung \bar{U} (Semester- wochenstd.)	$\frac{\bar{U}}{B}$ ¹⁾	$\frac{\bar{U}}{A \cup B}$ ²⁾	nach der Rangkorrelation der Lehrfächer	Rangkorre- lations- koeffizient r
für Ingenieure des Ingenieurbaues					
Ingenieurbau	217	1 bis 0,519 ³⁾	1	Ingenieurbau	1 ⁴⁾
Hochbau	187	0,861	0,764	Hochbau	0,940
Verfahrenstechnik	97	0,447	0,296	Vermessung	0,670
Maschinenbau	96	0,442	0,292	Maschinenbau	0,156
Physikalische Technik	93	0,429	0,287	Physikalische Technik	0,135
Feinwerktechnik	91	0,419	0,276	Elektrotechnik	0,036
Elektrotechnik	90	0,415	0,266	Verfahrenstechnik	0
Vermessung	82	0,378	0,259	Feinwerktechnik	0,100
für Ingenieure des Maschinenbaues					
Maschinenbau	214	1 bis 0,696 ³⁾	1	Maschinenbau	1 ⁴⁾
Feinwerktechnik	183	0,855	0,661	Physikalische Technik	0,820
Verfahrenstechnik	171	0,799	0,631	Elektrotechnik	0,710
Physikalische Technik	143	0,668	0,525	Verfahrenstechnik	0,550
Elektrotechnik	128	0,598	0,425	Feinwerktechnik	0,550
Hochbau	104	0,486	0,316	Hochbau	0,260
Ingenieurbau	96	0,449	0,292	Ingenieurbau	0,156
Vermessung	54	0,252	0,156	Vermessung	— 0,210
für Ingenieure der Verfahrenstechnik					
Verfahrenstechnik	212	1 bis 0,811 ³⁾	1	Verfahrenstechnik	1 ⁴⁾
Maschinenbau	171	0,807	0,631	Maschinenbau	0,550
Feinwerktechnik	183	0,722	0,634	Feinwerktechnik	0,770
Physikalische Technik	151	0,712	0,569	Physikalische Technik	0,490
Elektrotechnik	125	0,590	0,413	Elektrotechnik	0,300
Ingenieurbau	97	0,458	0,296	Hochbau	0,029
Hochbau	95	0,448	0,288	Ingenieurbau	0
Vermessung	50	0,236	0,147	Vermessung	— 0,080
für Ingenieure der Elektrotechnik					
Elektrotechnik	215	1 bis 0,712 ³⁾	1	Elektrotechnik	1 ⁴⁾
Feinwerktechnik	153	0,712	0,558	Physikalische Technik	0,870
Physikalische Technik	138	0,642	0,491	Maschinenbau	0,710
Maschinenbau	128	0,595	0,425	Feinwerktechnik	0,660
Verfahrenstechnik	125	0,581	0,413	Verfahrenstechnik	0,300
Ingenieurbau	90	0,419	0,266	Ingenieurbau	0,036
Hochbau	75	0,349	0,244	Hochbau	0,016
Vermessung	57	0,265	0,166	Vermessung	— 0,450

¹⁾ bezogen auf den Substitutionsaufwand (und die Überdeckung).

²⁾ bezogen auf den Substitutionsaufwand und den Verlust (und die Überdeckung)

³⁾ fiktiver Übereinstimmungsgrad einer Fachrichtung mit sich selbst, wenn man die minimal mögliche Überdeckung zwischen den Lehrplänen einzelner Ingenieurschulen auf die mittlere Semesterwochenstundenzahl bezieht.

⁴⁾ hier sind ebenfalls Schwankungen möglich, da die Rangfolge der Lehrfächer, gemessen an der Zahl der Semesterwochenstunden, bei verschiedenen Schulen verschieden sein kann.

substituieren läßt oder die, die sich für eine Substitution in einen anderen Bereich anbietet, wenn man den geringsten Aufwand will. Vorausgesetzt ist, daß alle anderen Fachrichtungen gleichverteilt zur Verfügung stehen bzw. in gleichem Maße benötigt werden.

7. Aussagemöglichkeiten

Mit den hier skizzierten Meß- und Darstellungsmethoden lassen sich — ausreichende Ausgangsinformationen vorausgesetzt — folgende Fragen beantworten:

a) Fragen zur zweiseitigen Verwandtschaft

Welche Fachabsolventen sind von ihrem Ausbildungsweg her am ehesten (mit geringstem zusätzlichem Schulungsaufwand) gegeneinander substituierbar? Mit anderen Worten: wenn ein bestimmter Typus von Ausgebildeten nicht ge-

wonnen werden kann — wer kommt als „zweitbestgeeigneter“ in Frage?

b) Fragen zur allgemeinen Verwandtschaft

Welches sind jene Fachausbildungen, die die meisten Berufswege mit relativ geringem zusätzlichem Schulungsaufwand eröffnen (mehr zentrale oder mehr periphere Ausbildungen)? Oder, aus der Sicht des Unternehmens: welche Absolventen bringen die „breiteste“ verwendbare Ausbildung mit? Oder, aus der Sicht des Bildungswesens: welche Fachausbildungen haben ohnehin so enge und so viele Verwandtschaftsbeziehungen, daß sie für Umschulungen zur Breitenausbildung und zum Gesamtbildungssystem eine brauchbare Ausgangsbasis darstellen? Oder (als Frage zugunsten der mehr peripheren Fachrichtungen): welche Ausbildungswege sind so spezialisiert, daß ein Wettbewerb mit anderen Absolventen kaum droht?