

«Fuzzy coding» oder die Möglichkeit zur Verarbeitung rangskalierter Variablen in der Korrespondenzanalyse am Beispiel Michelsberger Keramikdaten

Birgit Höhn und Elke Mattheußer

Dieser Vortrag beschäftigt sich mit einem Thema aus dem Umfeld der Korrespondenzanalyse, das GREENACRE (1984, 157ff.) mit *Kodierung heterogener Daten* überschrieben hat. Als homogen wird hier der übliche Input von nominalskalierten Merkmalen wie z.B. Verzierungstypen, Schwertformen ect. verstanden, deren An- und Abwesenheit bzw. Häufigkeit pro Befund in einer Matrix kodiert wird. In der Praxis ergeben sich jedoch häufig auch Fragestellungen, bei denen die Einbeziehung von rangskalierten oder metrischen Variablen sinnvoll wäre, wie z.B. Größenklassen, anthropologische Altersbestimmungen oder Wandstärken von Gefäßen.

Alternativkodierung

	M1	M2	M3	M4	M5		M1	M2	M3	M4	M5
Bef1	1	0	0	0	0	M1					
Bef2	0	1	0	0	0	M2	1,141				
Bef3	0	0	1	0	0	M3	1,141	1,141			
Bef4	0	0	0	1	0	M4	1,141	1,141	1,141		
Bef5	0	0	0	0	1	M5	1,141	1,141	1,141	1,141	

Abb.1. Beispielsmatrix und euklidische Abstände bei herkömmlicher (alternativer) Kodierung.

Die dabei auftretenden Probleme sollen hier anhand eines Beispiels verdeutlicht werden (Abb.1). Die Merkmale M1 bis M5 stellen hier Größenklassen wie sehr klein, klein, mittel, groß und sehr groß dar. Die übliche Kodierweise hat jedoch zur Folge, daß die Merkmale «sehr klein» (M1) und «klein» (M2) den gleichen euklidischen Abstand voneinander aufweisen, wie die Merkmale «sehr klein» und «sehr groß». Dieses widerspricht jedoch dem vorgegebenen Wissen, daß sehr kleine Töpfe und kleine Töpfe einander wesentlich ähnlicher sind, als sehr kleine und sehr große Gefäße. Dieses Vorwissen, daß sich ja in der Rangskalierung der Merkmale ausdrückt, kann also in einer herkömmlichen Weise nicht in der Analyse berücksichtigt werden, der Informationsverlust ist somit sehr groß. Der Hebel, mit dem man die vorgestellte Misere in den Griff bekommen kann, ergibt sich aus der Möglichkeit, diese fünf Zustände M1 bis M5 nicht als einzelne Variablen aufzufassen, sondern als Teilmengen eines einzigen Merkmals, in diesem Beispiel also «Größe», das fünf Unterteilungen aufweist. Dieses Vorgehen bietet die Möglichkeit, die einzelnen Teilmerkmale mit unterschiedlichen Zahlen zu besetzen. Aus Gründen der Gleichgewichtung muß dabei die Zeilensumme pro Individuum für das Gesamtmerkmal 1 ergeben. Damit ergeben sich für die Teilmerkmale verschieden große Brüche. Um gleiche euklidische Abstände zu erhalten, bietet sich das von SAILE (1990,63ff.) als «Äquidifferenzkodierung» beschriebene Verfahren an. Hier nehmen die Besetzungen der kleinsten Klasse um immer den gleichen Wert, nämlich $1/\text{Anzahl der Teilmerkmale}$, ab, wobei die restlichen Teilmerkmale dann durch diesen konstanten Wert bis zum Erreichen der Gesamtsumme 1 aufgefüllt werden (Abb.2).

Äquidifferenzkodierung

	M1	M2	M3	M4	M5
Bef1	1	0	0	0	0
Bef2	0,8	0,2	0	0	0
Bef3	0,6	0,2	0,2	0	0
Bef4	0,4	0,2	0,2	0,2	0
Bef5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

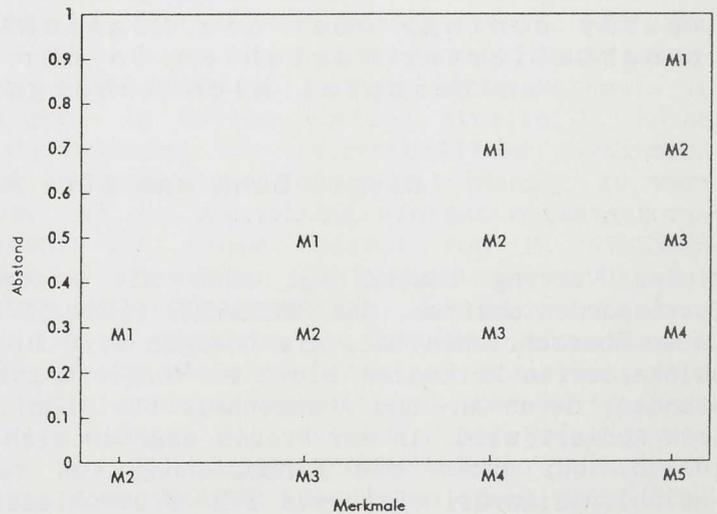


Abb.2. Beispielmatrix und euklidische Abstände bei Äquidifferenzkodierung

Es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß eine solche Manipulation an der Eingabematrix nicht ohne Folgen für die Kontingenztafel bleibt. Dies macht sich vor allem durch die sehr niedrigen Werte für Spur und Eigenwerte der Vektoren bemerkbar. Auch ist es nicht mehr unbedingt gegeben, daß die Eigenwerte den Varianzanteil des extrahierten Eigenvektors an der Gesamtinertia entsprechen. Die Proportionen zwischen den Eigenwerten sind jedoch nicht betroffen und können deshalb wie gewohnt verglichen werden.

Das Anwendungsbeispiel, das hier exemplarisch vorgestellt werden soll, befaßt sich mit den Zusammenhängen zwischen Herstellungstechniken und Gefäßfunktion anhand des keramischen Materials der spät-Michelsberger Siedlung auf dem Wannkopf bei Echzell (Wetteraukreis). Abb.3 zeigt ein Modell dieser Zusammenhänge, das aus ethnographischen Daten zusammengestellt wurde

(vgl. HÖHN im Druck). Wie man sieht, müssen Gefäße verschiedener Gebrauchsbereiche unterschiedliche Anforderungen an Magerungsmittel, Art des Brennvorgangs, Behandlung der Oberflächen ect. erfüllen. Grundlage hierfür ist eine gezielte und differenzierte Produktion von Keramik für unterschiedliche Funktionen, was durch vorangegangene Untersuchungen für das Ehzeller Material mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden kann.

MERKMAL	Vorratshaltung (flüssig u. fest)	Verarbeitung			Bewegung	
		warm (Kochen)	(Backen)	kalt	außerhalb der Siedlung	innerhalb von Siedlung/Haus
Magerungs- material	■ (organisch?)	Basalt, Kalk, Schamotte organisch		o	■ (organisch?)	■
Magerungs- anteil	hoch	mäßig-gering	hoch	mäßig-hoch	mäßig-hoch	gering
Wandstärke	hoch	mäßig-gering	hoch	mäßig-hoch	mäßig-hoch	gering
Oberfläche	rauh-bucklig	geglätet/poliert			o	■ geglätet/poliert
Überzug	Schlicker	Engobe	■	o	■	■
Härte	■	hoch	■	hoch	hoch	■
Brand	■	reduzierend	(unnötig)	reduzierend	reduzierend	■

Abb. 3. Überblick über die Herstellungsmerkmale in Abhängigkeit von der Gefäßfunktion.
(■ keine besonderen Anforderungen; o abhängig von Einzeltätigkeiten)

Die Übertragung des Modells in Abb.3 auf die vorliegenden Daten erfolgte mittels einer Serie von Korrespondenzanalysen mit dem Ziel, diese verschiedenen Gebrauchsbereiche im Material nachweisen zu können. Dazu wurden die technischen Merkmale von 367 Gefäßen, bei denen alle in Frage kommenden Variablen besetzt waren, je nach vorgegebenem Skalenniveau qualitativ (Art des Überzugs, Magerungsmittel ect.) oder fuzzy-codiert (Wandstärke in sieben Klassen, Magerungsmenge und Korngröße in je fünf Klassen, Art der Oberflächenbehandlung von poliert bis aufgeraut ect.) untersucht. Abb.4 zeigt die Lage der Merkmale im Raum der ersten beiden Eigenvektoren. Der Gradient der Keramikqualität von Feinkeramik (dünnwandig, feingemagert) bis zu grober Ware (dick, grobgemagert) wird durch die rangskalierten Merkmale Wandstärke und Korngröße gebildet, deren Entwicklungsrichtungen in etwa parallel verlaufen. Gleichgerichtet dazu liegen auch die Kategorien der Oberflächenbehandlung (poliert bis aufgeraut). Die Merkmale Farbe im Bruch, Magerungsmaterialien sowie Art des Überzugs (Schlicker, Engobe) zeigen dagegen eher gruppenbildende Tendenzen. Dies wird vor allem deutlich, wenn man die Lage der Gefäßeinheiten im gleichen Raum betrachtet (Abb.5). Die einzelnen Individuen sind hierfür durch Symbole ihrer Formkategorie dargestellt. Aufgrund dieser Aufteilung sind fünf Gruppen erkennbar: Klar abgegrenzte Räume nehmen Bockteller (3) und Gefäße zur Vorratshaltung (4) ein. Schüsseln liegen dagegen in zwei Zentren (1+2) vor. Die Gruppe 2 zeigt

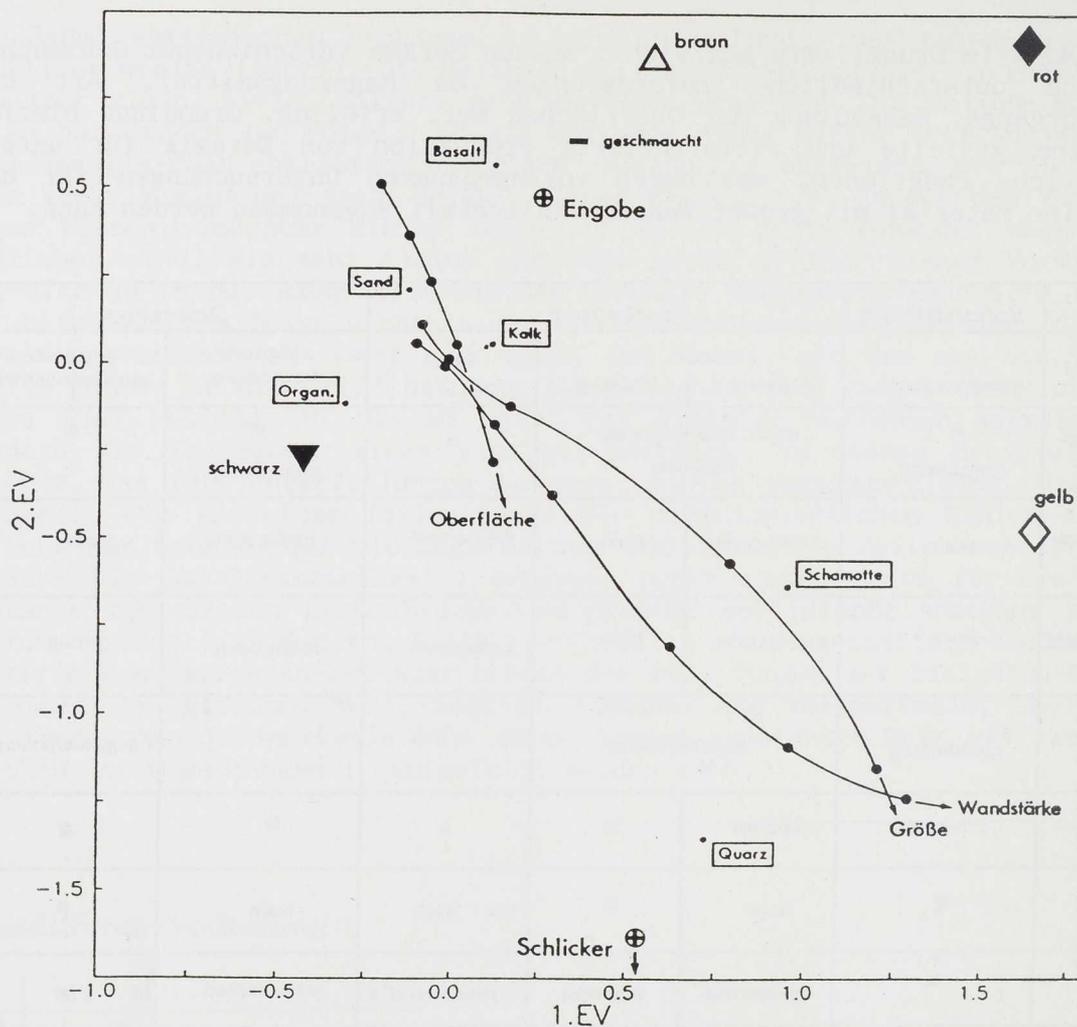


Abb. 4. Lage der Merkmale im Raum der ersten beiden Eigenvektoren

einen Zusammenhang mit Engobe und geschmauchten Oberflächen, was eine Interpretation als «Kochgefäße» zuläßt. In Gruppe 1 finden sich neben den Schüsseln vor allem auch Tulpenbecher und andere kleine, dünnwandige Becher mit Standboden sowie Flaschen. Hier wird somit am ehesten der Bereich «Eß- und Trinkgeschirr» faßbar. Schüsseln können also zwei verschiedenen Funktionsbereichen zugeordnet werden, wobei das einzelne Gefäß wohl nur zu einem Zweck hergestellt wurde. Im Bereich «Vorrats- und Lagerhaltung» (4) finden sich außer den ausgewiesenen Vorratsgefäßen auch einige grobe Becher und Töpfe. Zwischen dieser Gruppe und dem Bereich «Eß- und Trinkgeschirr» liegt ein Abschnitt, der durch mäßig grobe Becher, kleine Schälchen sowie Töpfe besetzt ist. Dieser Bereich kann aufgrund seiner Merkmalszusammensetzung am ehesten der Funktionskategorie «Transport und Verarbeitung» zugewiesen werden. Dies harmoniert überdies gut mit dem Vorkommen von kleinen Schälchen, die im späten Abschnitt der Michelsberger Kultur Oberhessens wahrscheinlich die Schöpfer ersetzt haben. Die gemeinsame Projektion der Merkmale mit den ihnen zugewiesenen Gefäßkategorien im Raum (Abb. 6) zeigt die oben ausgeführten Zusammenhänge nochmals deutlich. Während die Gefäße für Nahrungszubereitung und -aufnahme ähnliche Wandstärken, Oberflächen und Magerungsbestandteile aufweisen, lassen sich die Kochtöpfe durch die unterschiedliche Art des Brennvorganges und das Auftreten von Schmauchung extrahieren. Backteller weisen hohe Wandstärken, gelb-rote Farben im Bruch und für Hitzebelastungen besonders gut geeignete Schamottemagerung auf. Vor-

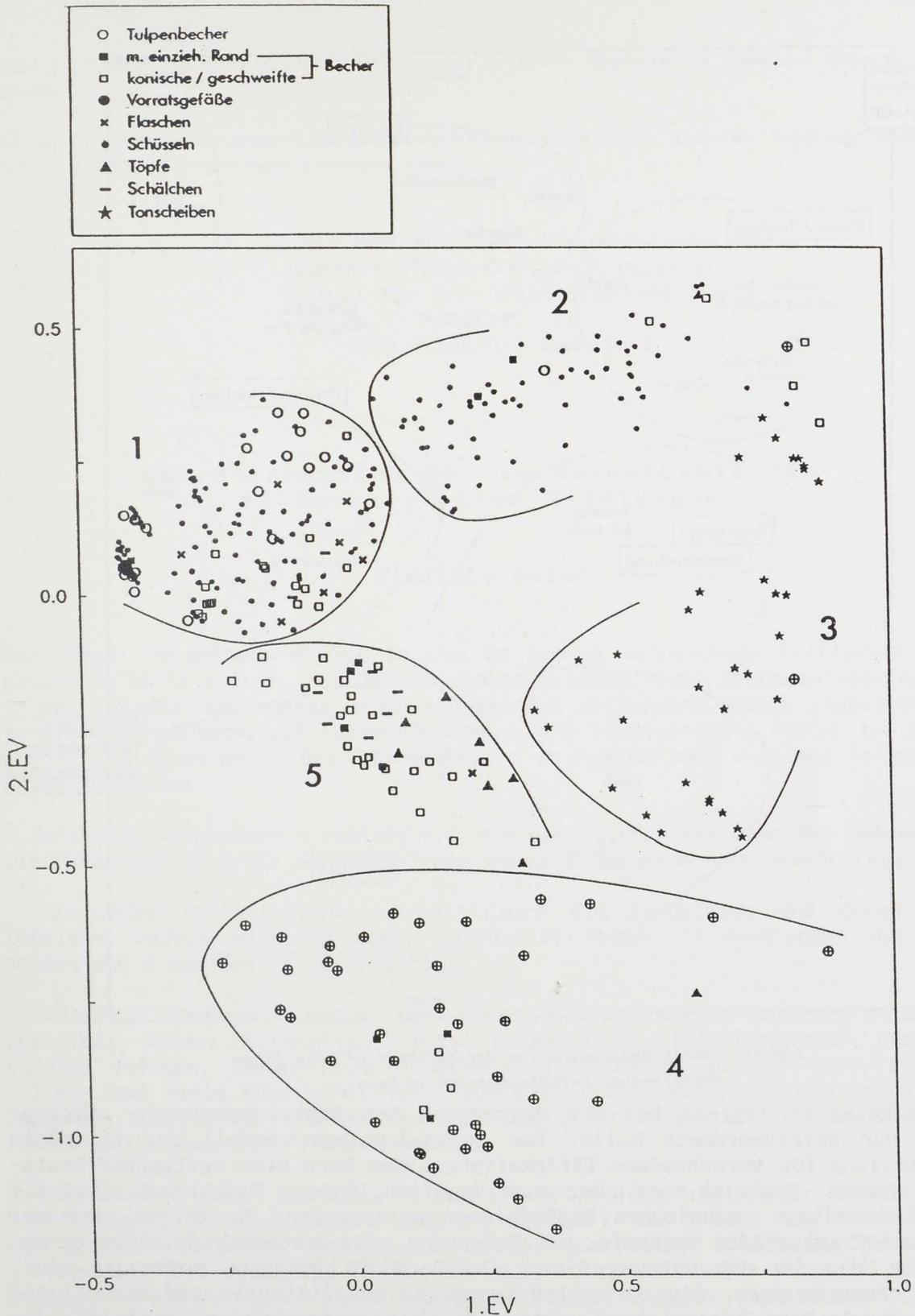


Abb.5. Lage der Gefäßeinheiten im Raum der ersten beiden Eigenvektoren

ratsbehälter geben sich durch Schlickerbewurf (=Kühlung, Verdunstung, Griffigkeit), Dickwandigkeit und grobe Quarzmagerung zu erkennen, während das Bild der Transport- und Verarbeitungsgefäße durch die Verschiedenheit dieser Tätigkeiten als inhomogene Gruppe wiedergegeben wird. Der Gradient der

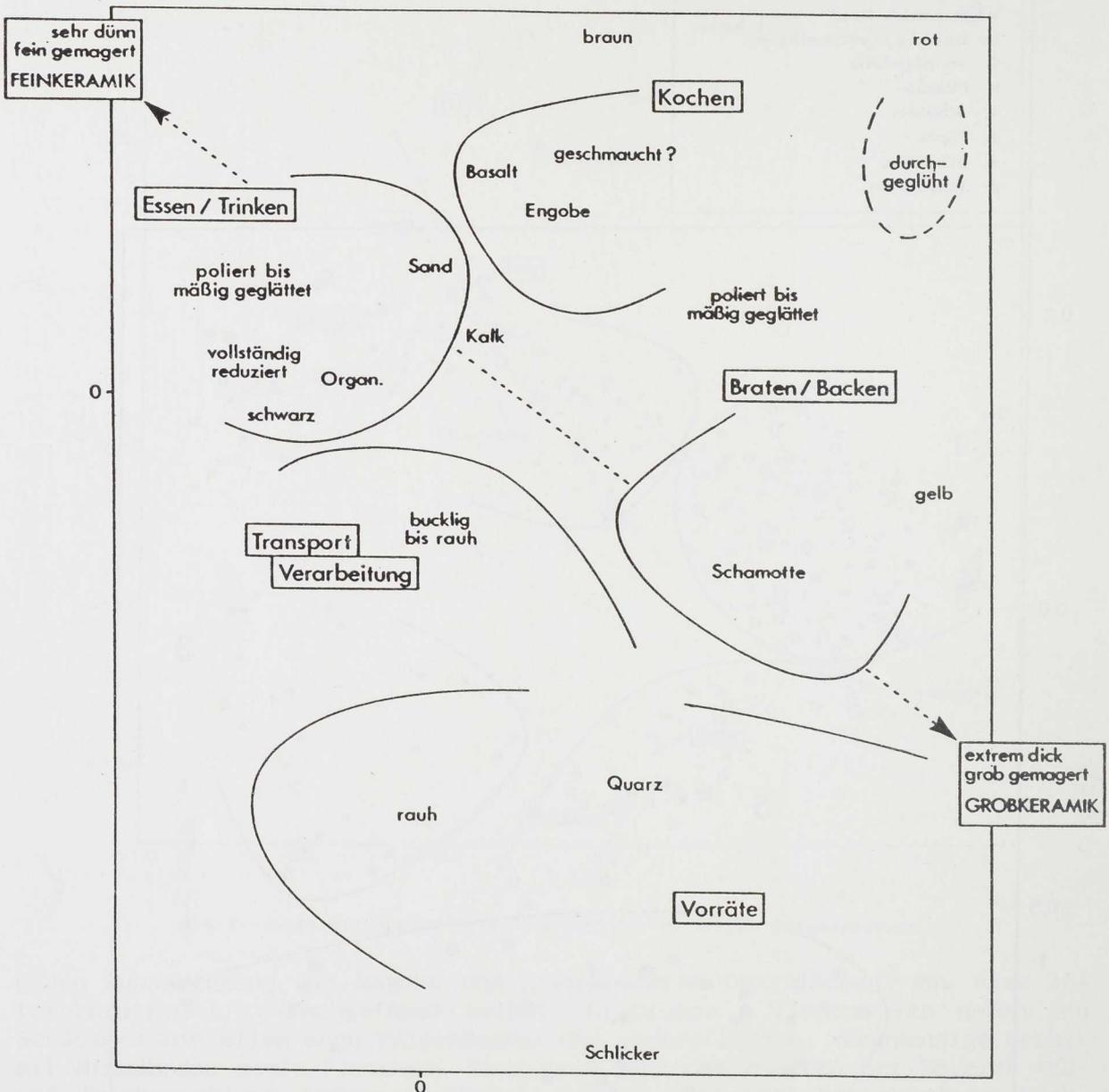


Abb. 6. Gemeinsame Projektion der Merkmale mit den ihnen zugewiesenen Gefäßkategorien im Raum

Keramikqualität spielt bei der Abgrenzung der Funktionsbereiche offenbar eine nur untergeordnete Rolle. Das zugrundegelegte Modell der gezielten Herstellung für verschiedene Tätigkeitsbereiche kann also weitgehend bestätigt werden. Zugleich wird aber auch deutlich, daß es Funktionen gibt, die nicht unbedingt technischen Bedürfnissen entsprechen. So zeigen sich bei Eß- und Trinkgefäßen Merkmale, wie Polierung oder besonders feinkörnige Magerung, die für die Nutzung dieser Gefäße nicht zwingend notwendig sind. Diese Ausprägungen, die vor allem besonders qualitätvolle und ästhetische anspechende Ware kennzeichnen, sind also eher Ausdruck einer sozialen oder gesellschaftlichen Funktion solcher Gefäße.

L i t e r a t u r

GREENACRE, M.J. (1984) Theory and applications of correspondence analysis. London 1984.

HÖHN, B. (1990) Die Michelsberger Kultur in der Wetterau. Dissertation Frankfurt 1990 (im Druck).

SAILE, TH. (1990) Die Keramik der ältestbandkeramischen Siedlung Goddelau, Landkreis Groß-Gerau. Unpubl. Magisterarbeit Frankfurt 1990.

Dr. Birgit Höhn M.A. und Elke Mattheußer M.A.
Johann-Wolfgang-Goethe-Universität
Seminar für Vor- und Frühgeschichte
Arndtstr. 11
6000 Frankfurt am Main 1