

# Einsatz von künstlichen Neuronalen Netzen im Informationsmanagement der Land- und Ernährungswirtschaft: Ein empirischer Methodenvergleich

Holger Schulze, Achim Spiller

Lehrstuhl "Marketing für Lebensmittel und Agrarprodukte"

Georg-August-Universität Göttingen

Platz der Göttinger Sieben 5

37073 Göttingen

[h.schulze@agr.uni-goettingen.de](mailto:h.schulze@agr.uni-goettingen.de)

[a.spiller@agr.uni-goettingen.de](mailto:a.spiller@agr.uni-goettingen.de)

**Abstract:** Primary marketing research is a decisive tool to enhance firm's internal decision making process. The main focus of the following study is on the suitability of Artificial Neural Networks for primary data analysis. Therefore, a comparison with multivariate methods is conducted using theoretically derived evaluation criteria. We show that, other than for secondary research, application of Artificial Neural Networks does not improve statistical quality of results. For practical application, their usefulness is limited by their black box character.

## 1 Einleitung

Die heutige Unternehmensführung der Land- und Ernährungswirtschaft benötigt für die Entwicklung eines erfolgreichen Marketingkonzeptes umfassende und aktuelle Informationen. Das Ziel der Primärforschung ist es, diese Informationen (z. B. durch Befragungen oder Beobachtungen) zu erheben und anschließend die Komplexität und Dynamik auf die relevanten Daten zu verdichten. Nur so kann den Entscheidungsträgern, die einem immer stärkeren Wettbewerbsdruck unterliegen, eine schnellere Anpassung an die Marktbedingungen ermöglicht werden. Dem Marktforscher obliegt somit die Aufgabe, eine möglichst effiziente Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Daten zu erreichen. Dafür steht ihm ein breites Spektrum an Analyseverfahren zur Auswahl. Während es sich bei den klassischen uni-, bi- und multivariaten Verfahren um bereits erprobte Methoden handelt, weisen die künstlichen Neuronalen Netze (KNN), im Einsatz für die Primärforschung, einen innovativen Charakter auf. Sie sind ursprünglich als mathematisches Abbild neurobiologischen Lernens (künstliche Intelligenz) entstanden und haben sich nach vielen Weiterentwicklungen in verschiedenartigen Wissenschaftsdisziplinen, z. B. in der Sekundärforschung (insbesondere im Data Mining-Prozess), etabliert. Im Gegensatz zu den meisten herkömmlichen multivariaten Verfahren ermöglichen sie es unter anderem, nicht lineare Zusammenhänge darzustellen und eine sehr hohe Zahl von Variablen zu verarbeiten.

Ziel der folgenden Studie ist es, zu untersuchen, ob durch den Einsatz von künstlichen Neuronalen Netzen in der Primärforschung eine Verbesserung der analytischen Informationsgewinnung im Vergleich zu den bisher eingesetzten multivariaten Verfahren möglich ist.

## **2 Zum Stand der Forschung**

Im Rahmen eines Literaturüberblicks wird deutlich, dass bisher fast nur Verfahrenvergleiche zwischen KNN und multivariaten Verfahren aus der Sekundärforschung vorliegen. Bei diesen Studien erzielten die KNN im Vergleich zu den multivariaten Verfahren gleich gute oder bessere statistische Ergebnisse (z. B. [SWB00]; [TSC00]). Die KNN weisen in den Forschungsstudien jedoch vielfach erhebliche anwenderbezogene Probleme auf. So erweisen sich die Interpretation der Netzwerkarchitektur und der Ergebnisse als sehr problematisch [TSC00]. Darüber hinaus wird den KNN häufig nur eine geringe wissenschaftliche Fundierung und methodische Transparenz zugeschrieben. Aufgrund dieser Schwierigkeiten sieht [Sä03] den Verfahrensablauf der KNN als Black Box an. Um diese Black Box zu öffnen, benötigt der Anwender ein hohes Maß an Erfahrungen und Experimentierfreude. Die bisherigen Untersuchungsergebnisse aus der Primärforschung, die zumeist eine hohe Stichprobengröße aufweisen (z. B. [Do97]), bestätigen diese Ergebnisse. Sie reichen jedoch nicht aus, um die Aussage verifizieren zu können, dass die KNN unter der Einschränkung der aufgezeigten Anwendungsprobleme bessere Ergebnisse für das Informationsmanagement erbringen als multivariate Verfahren. Ziel der vorliegenden Studie ist es deshalb, KNN, die bislang im Rahmen des Data Mining-Prozesses auf Sekundärdaten angewendet werden, für die Analyse der in der Primärforschung erhobenen Daten mit kleineren Stichproben zu nutzen.

## **3 Vorgehensweise und Methodik**

Für die Bewertung der Leistungsfähigkeit (Informationsgewinnung) von multivariaten Verfahren und KNN in der Primärforschung sowie den Vergleich dieser Methoden sind geeignete Kriterien festzulegen. In diesem Kontext können unter anderem in Anlehnung an [A198] und [Kü99] direkte und indirekte Kriterien differenziert werden (vgl. Tab. 1). Während sich die direkten Kriterien auf die Lösung einer konkreten Problemstellung beziehen und somit objektiv z. B. durch statistische Kennzahlen quantifiziert werden können, lassen sich die indirekten Kriterien (anwenderorientierte Merkmale) nur schwerer objektiv ermitteln und leiten sich demnach aus dem jeweiligen Einsatzgebiet des Verfahrens sowie der subjektiven Einschätzung des Anwenders ab. Auf Basis dieser Bewertungskriterien werden die multivariaten Verfahren und KNN exemplarisch auf Basis zweier Fallstudien aus der Land- und Ernährungswirtschaft verglichen:

Fallstudie 1: Face-to-face-Befragung zu den Einstellungen von 164 Anwohnern in Die-marden (Landkreis Göttingen) zum geplanten Bau eines Schweinestalles zweier Landwirte. Das Ziel der Fallstudie ist, zu analysieren, welche Gründe bzw. Ursachen bei den Probanden für oder gegen den Stallbau sprechen. Zur Lösung dieser strukturbeschreiben-

den Problemstellung werden die Regressionsanalyse aus der multivariaten Statistik sowie die Multi-Layer-Perceptrons (MLP) aus den KNN verwendet.

Fallstudie 2: Face-to-face-Befragung zum Konsumentenverhalten von 800 Chinesen in der Stadt Wuhan. Das Ziel der Fallstudie ist, die Probanden aus Wuhan hinsichtlich ihres Kaufverhaltens in Bezug auf internationale und chinesische Lebensmittel zu typologisieren. Zur Lösung dieser struktur-entdeckenden Problemstellung werden die Clusteranalyse (Single-Linkage, Ward und K-Means Algorithmus) aus der multivariaten Statistik sowie die Self-Organizing-Maps (SOM) aus den KNN verwendet.

## 4 Ergebnisse der Studie

Die Ergebnisse der Fallstudien zeigen, dass der Einsatz von KNN zur Datenanalyse in der Primärforschung prinzipiell auch bei kleineren Stichproben möglich ist. Folglich stellen die Neuronalen Netze ein alternatives Verfahren zu den konventionellen multivariaten Verfahren innerhalb der Primärforschung dar und ergänzen somit den bisherigen Methodenvorrat. Darüber hinaus können jedoch bei Detailanalysen (durch das Datenanalyse-Tool SPSS 12 und das Data Mining-Tool Clementine 8.5) in den empirischen Untersuchungen, im Gegensatz zu den in der Literatur befindlichen Resultaten, keine besseren Güteergebnisse und Informationsgewinne durch die KNN im Vergleich zu den multivariaten Verfahren erzeugt werden. Dementsprechend ist weder der Mean Square Error bei den MLP besser als bei der Regressionsanalyse noch die interne/externe Validität ( $\eta$ ,  $\eta^2$ , Übereinstimmungsquote der Diskriminanz- und replizierten Clusteranalyse, Wilks' Lambda und Kappa-Wert der replizierten Clusteranalyse) bei den SOM besser als bei der multivariaten Clusteranalyse (K-Means).

Kriterium	Strukturabbildung		Strukturentdeckung	
	Regressions-analyse	MLP	Cluster-analyse	SOM
<b>datenorientierte Kriterien</b>				
Datendeformation	-	++	-	++
Datenqualität	-	++	+	+
Datenmengen	+	-	-	-
<b>methodenorientierte Kriterien</b>				
Ergebnissicherheit	++	++	++	+
Generalisierung	+	++	-	-
Modellprämissen	-	++	-	++
<b>anwenderorientierte Kriterien</b>				
Interessantheit	-	-	+	+
Verständlichkeit	++	-	+	-
Interpretierbarkeit	++	+	+	+
Bedienbarkeit	+	-	-	-
Flexibilität	+	-	-	-
Verfügbarkeit	++	-	++	-

Mit „++“, „+“, „-“, oder „-“ wird ein Kriterium „sehr gut erfüllt“, „gut erfüllt“ oder „nicht erfüllt“.

Tabelle 1: Bewertung von multivariaten Verfahren und KNN (Quelle: Eigene Berechnungen)

Zurückzuführen ist dieses Resultat wahrscheinlich auf die linearen Zusammenhänge zwischen den Daten bzw. Variablen der Fallbeispiele. Zukünftige Studien sollten daher untersuchen, ob bei Vorliegen von komplexeren, nichtlinearen Zusammenhängen in den Datenstrukturen die KNN den multivariaten Verfahren wesentlich überlegen sind.

Der Verfahrensvergleich durch die Bewertungskriterien macht deutlich, dass die KNN vor allem in Bezug auf die anwenderorientierten Kriterien Schwächen aufweisen, während die multivariaten Verfahren hier ihre Stärke haben (vgl. Tab. 1). Der Vorwurf aus der Literatur, KNN weisen einen Black Box-Charakter auf und durchlaufen in der Netzwerkkonstruktion einen Trial-and-Error-Prozess, kann daher nicht entkräftet werden. Daraus folgt, dass sich die KNN auch nur bedingt für das betriebswirtschaftliche Informationsmanagement eignen. Denn ein erfolgreicher Einsatz eines Analyseverfahrens ist nur dann gewährleistet, wenn dieses möglichst schnell aufschlussreiche und leicht verständliche Ergebnisse für die Entscheidungsträger des Unternehmens liefert.

## 5 Fazit

Aus der Anwendungsproblematik der KNN resultiert die Handlungsempfehlung, den Einsatz der Neuronalen Netze zur Datenanalyse gegenwärtig auf die wissenschaftliche Forschung zu beschränken und in der Unternehmenspraxis vornehmlich die multivariaten Verfahren einzusetzen. Daran anknüpfend besteht aber durchaus weiterhin das wissenschaftliche Ziel, Neuronale Netze bezüglich eines zukünftigen praktischen Einsatzes in der Primärforschung weiterzuentwickeln. Der Schwerpunkt sollte dabei vor allem auf der Entwicklung einer anwenderorientierten Benutzeroberfläche liegen, die die Identifikation und Schätzung des Neuronalen Netzwerkmodells vereinfacht bzw. standardisiert, denn letztlich bieten die KNN ein beachtliches Verbesserungs- und Weiterentwicklungspotential, während viele konventionelle Verfahren der multivariaten Statistik ausgereift sind.

## Literaturverzeichnis

- [AI98] Alex, B.: Künstliche Neuronale Netze in Management-Informationssystemen – Grundlagen und Einsatzmöglichkeiten, Wiesbaden, 1998.
- [Do97] Dolnicar, S.: The use of neural networks in marketing: market segmentation with self organising feature maps. In: Proc. of the Workshop on SOM, Helsinki, 1997.
- [Kü99] Küppers, B.: Data Mining in der Praxis: Ein Ansatz zur Nutzung der Potentiale von Data Mining im betrieblichen Umfeld, Frankfurt am Main, 1999.
- [Sä03] Säuberlich, F.: Web Mining: Effektives Marketing im Internet. In (Wiedmann, K. P., Buckler, F. Hrsg.): Neuronale Netze im Marketing-Management – Eine praxisorientierte Einführung in modernes Data-Mining, Wiesbaden, 2003; S. 129-146.
- [SWB00] Smith, K. A.; Willis, R. J.; Brooks, M.: An analysis of customer retention and insurance claim patterns using data mining: a case study. In: Journal of the Operational Research Society, 2000; Heft 51, S. 532-541.
- [TSC00] Thieme, R. J.; Song, M.; Calantone, R. J.: Artificial Neural Network Decision Support Systems for New Product Development Project Selection. In: Journal of Marketing Research, Heft 37/4, 2000; S. 499-507.