

Die Selektion von Geschäftsalternativen biologischer Direktvermarktungsbetriebe

Ein mehrstufiger Entscheidungsprozess mittels Modellkalkulation und multi-kriterieller Entscheidungsmethoden

K. Pažek, Č. Rozman und R. Haas

Selection of business alternatives of organic-direct marketing farms

A complex decision process based on simulation scenarios and multi-criteria decision analysis

1 Einleitung und Problemstellung

Die steigende Zahl biologisch wirtschaftender Betriebe bedingte zwangsläufig eine Zunahme der Angebotsbreite von ökologisch erzeugten Roh- und Endprodukten (KRAMBERGER et al., 2005). Ein Phänomen, welches nicht nur im Einzelhandel zu einem vermehrten Angebot von Biopro-

dukten führte (BAVEC und BAVEC, 2006), sondern auch in der Direktvermarktung landwirtschaftlicher Produkte zu beobachten ist (zum Beispiel Brot und Backwaren, Edelbrände, Apfelessig, Obstsaften, Kürbiskernöl, getrocknetes Obst). Die Veredelung der landwirtschaftlichen Rohstoffe auf den direktvermarktenden landwirtschaftlichen Betrieben bedingt eine Reihe von Investitionen in Betriebsgebäu-

Summary

This paper presents a multi criteria model for planning and decision making on small organic and direct marketing farms. The model KARSIM 1.0 combines financial cost benefit analysis (CBA) and multi-attribute decision making methodology based on expert systems DEX-i and Analytical Hierarchy Process (AHP). In the first stage the technological and financial cost benefit analysis were conducted for each production alternative. The results were further evaluated with expert systems DEX-i and AHP considering all possible criteria influencing the food processing decision. The model was tested on two selected model farms. The real impact of the developed model is its practical value as a decision support tool for planning and decision making on real organic farms.

Key words: Multicriteria decision analysis, organic farming, KARSIM 1.0, DEX-i, AHP.

Zusammenfassung

Bei der Ausgestaltung und betrieblichen Planung von Geschäftsalternativen in ökologischen Familienbetrieben gewinnt die multi-kriterielle Bewertung immer stärker an Bedeutung. Der vorliegende Beitrag erörtert, wie produktionstechnische und ökonomische Kennzahlen unterschiedlicher Geschäftsalternativen in ökologischen Familienbetrieben gemeinsam berücksichtigt werden können. Die produktionstechnischen und ökonomischen Kennzahlen werden in einem ersten Schritt mit dem Simulationsmodell KARSIM 1.0 analysiert. Das Modell ermöglicht eine schnelle und effektive Analyse von Planungsalternativen bereits vor der langfristig bindenden Entscheidung auf bestimmte im Direktvermarktungsbetrieb zu erzeugende Endprodukte. Die Ergebnisse von KARSIM 1.0 fließen als Input-Parameter in die multi-kriterielle Bewertung der Geschäftsalternativen mittels DEX-i und AHP ein. Beide Entscheidungsverfahren wurden in zwei ausgewählten Modellbetrieben angewendet. Die Flexibilität der Handhabung sowie die Einfachheit der Bedienung bestätigen den Wert beider Entscheidungsunterstützungsmethoden, sowohl für die Wissenschaft als auch für die Praxis.

Schlagerworte: Multi-kriterielle Entscheidungsanalyse, biologische Landwirtschaft, KARSIM 1.0, DEX-i, AHP.

de und Maschinen. Die daraus resultierenden Investitionsentscheidungen beeinflussen den wirtschaftlichen Erfolg oder Misserfolg eines Betriebes wesentlich. Die Komplexität und Langfristigkeit der Investitionsentscheidung sowie der Mangel an vergleichbaren Betriebsdaten im biologischen Landbau, speziell bei Nischenprodukten, unterstreichen die Bedeutung eines rationalen, idealerweise multi-kriteriellen Entscheidungsprozesses.

Als klassische Methode bietet sich die Kosten-Nutzenanalyse (KNA) zur Entscheidungsoptimierung im Bereich Betriebsplanung und Bewertung landwirtschaftlicher Projekte an (TURK und ROZMAN, 2002; TURK und ROZMAN, 2001; TAYLOR, 2001). Um eine KNA durchzuführen, müssen entsprechende Daten zur Verfügung stehen, vor allem die Investitionskosten und damit in Verbindung stehende zukünftige Geldströme. Als Grundlage können dabei verschiedene Standardkalkulationen der ökologischen Landwirtschaft (BMLFUW, 2003; LAMPKIN et al., 1999) oder Buchhaltungsdaten verwendet werden (SCHNEEBERGER et al., 2001; SCHNEEBERGER et al., 2002). Ein Nachteil ist, dass Nischenprodukte oder seltene Produktionsverfahren durch bestehende Standarddeckungsbeitragskataloge nicht abgedeckt werden (BMLFUW, 2003; LAMPKIN, 1999), oder dass sie – wie im Fall von Buchhaltungsdaten – nur für speziell in einem Betrieb existierende Produktions- oder Verarbeitungsverfahren Gültigkeit haben (ROZMAN et al., 2002). Alternativ zu Kostenanalysen werden in der Literatur Simulationsmodelle (die so genannten technisch-ökonomischen Modelle) empfohlen (CSAKI, 1985; PAVLOVIČ, 1997; ROZMAN et al. 2002; PAŽEK et al., 2004; ROZMAN et al., 2005). Mit technisch-ökonomischen Simulationsmodellen können, basierend auf Daten der landwirtschaftlichen Produktion, ausreichende Informationsgrundlagen für weitere KNA erlangt werden (PAŽEK, 2003). KNA fokussieren aber vorwiegend auf quantitativen Aspekten der Finanzierung. Um qualitative¹ Kriterien, wie z. B. eine Einschätzung des zukünftigen Marktpotentials ausgewählter Produkte, in die KNA aufnehmen zu können (BRENT, 1997), müssen sie quantifiziert bzw. in monetäre Einheiten umgerechnet werden; ein Vorgang, der in der realen Entscheidungssituation oft nur schwer oder unzureichend zu bewerkstelligen ist (TIWARI et al., 1999).

Um qualitative Daten, die sich z. B. auf Werturteile oder persönliche Präferenzen von Betriebsführern stützen – und somit die reale Entscheidungssituation besser abbilden – berücksichtigen zu können, sollten multi-kriterielle Entscheidungsmodelle zur Anwendung gelangen (TRIANTA-

PHYLOU und MANN, 1994; GUO und HE, 1999; KLJAJIĆ et al., 2000; BOHANEK et al., 2000; TRIANTAPHYLLOU, 2000; BOHANEK und ZUPAN, 2004; MEIXNER et al., 2004; MAJKOVIČ et al., 2005; PAŽEK et al., 2006).

Zwei Forschungsziele werden mit diesem Beitrag verfolgt. Das erste Ziel umfasst die Beschreibung eines Entscheidungsverfahrens, bei welchem multi-kriterielle Entscheidungsmethoden mit einem vorgelagerten Simulationsmodell für biologische Betriebe (KARSIM 1.0) kombiniert werden. Der Vorteil dieser Vorgehensweise liegt darin, dass durch das Simulationsmodell Kriterien quantifiziert werden, die anschließend in die multi-kriteriellen Entscheidungsmethoden einfließen. Bisher wurden in der Praxis ähnliche Fragestellungen entweder intuitiv gehandhabt oder die Zahl der Kriterien reduziert und damit aus dem Entscheidungsprozess ausgeschlossen und letztendlich simplifizierte KNA durchgeführt, die nur einen Teil der realen Fragestellung abbilden konnten.

Das zweite Ziel beinhaltet den methodischen Vergleich zweier multi-kriterieller Entscheidungsmethoden (DEX-i und Analytischer Hierarchieprozess, AHP) mit darauf aufbauenden Empfehlungen für den weiteren Einsatz in Wissenschaft und Praxis.

Der Beitrag strukturiert sich folgendermaßen: Zunächst wird das Simulationsmodell KARSIM 1.0 als Entscheidungsmodell zur Betriebsplanung und KNA auf ökologischen Betrieben ausgearbeitet. Danach werden die theoretischen Grundlagen zweier multi-kriterieller Methoden – das DEX-i Expert System und der AHP – beschrieben. Anschließend erfolgt die Illustration der Anwendung beider Methoden an einem Beispiel, bei dem spezifisch betriebswirtschaftliche Alternativen ausgewählt und mittels DEX-i und AHP bewertet werden.

2 Methode

2.1 Anwendung von KARSIM 1.0 als dem Entscheidungsprozess (DEX-i/AHP) vorgelagerte Kosten-Nutzen-Analyse

Zunächst wird das Simulationsmodell KARSIM 1.0 für eine Kosten-Nutzen Analyse von potentiellen Geschäftsalternativen eingesetzt. Die Ergebnisse dieses Simulationsmodells fließen anschließend als Informationsgrundlage in die multi-kriteriellen Entscheidungsmethoden (DEX-i und AHP) zur weiteren Verarbeitung ein (siehe Abbildung 1). Das Simulationsmodell wird die Wertschöpfungskette von

der Urproduktion bis zum verarbeiteten Lebensmittel im landwirtschaftlichen Betrieb abbilden.

Aus Sicht der Führung eines biologischen landwirtschaftlichen Betriebes erhöht die Vielzahl der möglichen ökologischen Produkte die Komplexität der Entscheidung. Erste Hilfestellung bietet das KARSIM 1.0-Modell, welches den Entscheidungsprozess nach bestimmten Parametern strukturiert. Das KARSIM 1.0-Modell wurde für folgende organisch-biologische Produktionszweige entwickelt: Feldfrüchte, tierische Produkte, Obst und ausgewählte Gemüsesorten mit zugehöriger Verarbeitung. Mit Hilfe dieses Simulationsmodells können sowohl individuelle technologische Parameter (Materialaufwand, Arbeitsaufwand und Maschineneinsatz) als auch die anfallenden Kosten berücksichtigt werden.

Jedes Submodell umfasst zwei integrierte Einheiten. Eine Einheit ermöglicht die Berechnung der Investitionskosten, die andere die Berechnung der produktionstechnischen Parameter und die Vorbereitung der Kostenkalkulation. In Zusammenhang mit der Kostenkalkulation werden auch jährliche Geldströme (Ein- und Auszahlungen) der Produktion berechnet. Diese sind neben den Investitionskosten die wichtigsten Parameter für die Investitionsberechnung („Net Present Value“ (NPV) – Kapitalbarwert).

Typisch für Direktvermarktungsbetriebe ist der Umstand, dass sie Investitionen in Maschinen und Räume zur Lebensmittelbe- und -verarbeitung tätigen. KARSIM 1.0 (siehe Abbildung 2) berücksichtigt jene vermarktungsspezifischen Investitionen und ermöglicht auf dem Niveau des ökologischen Direktvermarktungsbetriebs die simultane Bewertung mehrerer Produktions- und Verarbeitungsalternativen, welche letztendlich für den Betrieb potenzielle Geschäftsfelder (i. e. Handlungsalternativen) darstellen. Die Ergebnisse des Simulationsmodells dienen, wie bereits erwähnt, als Inputparameter für die anschließende multi-kriterielle Entscheidungsanalyse, die sowohl mit DEX-i als auch mit dem AHP vorgenommen wird. Alle Ergebnisse der durchgeführten Iterationen von KARSIM 1.0 (Kalkulationen der individuellen Geschäftsalternativen) dienen als Dateneingabe für die anschließende multi-kriterielle Entscheidungsanalyse.

Das Computerprogramm KARSIM 1.0 enthält 74 verschiedene Submodelle und wurde in Kombination mit Excel – „Spreadsheet“ und VBA („Visual Basic for Applications“) entwickelt. Im Startmenü werden alle 74 Produktionssubmodelle dargestellt. Der Benutzer des Modells wählt die Produktionssparte, für die die Analyse durchgeführt werden soll. Daraufhin öffnet sich die jeweilige Datei, die das gewählte Submodell enthält (Schritt 1, siehe Abbil-

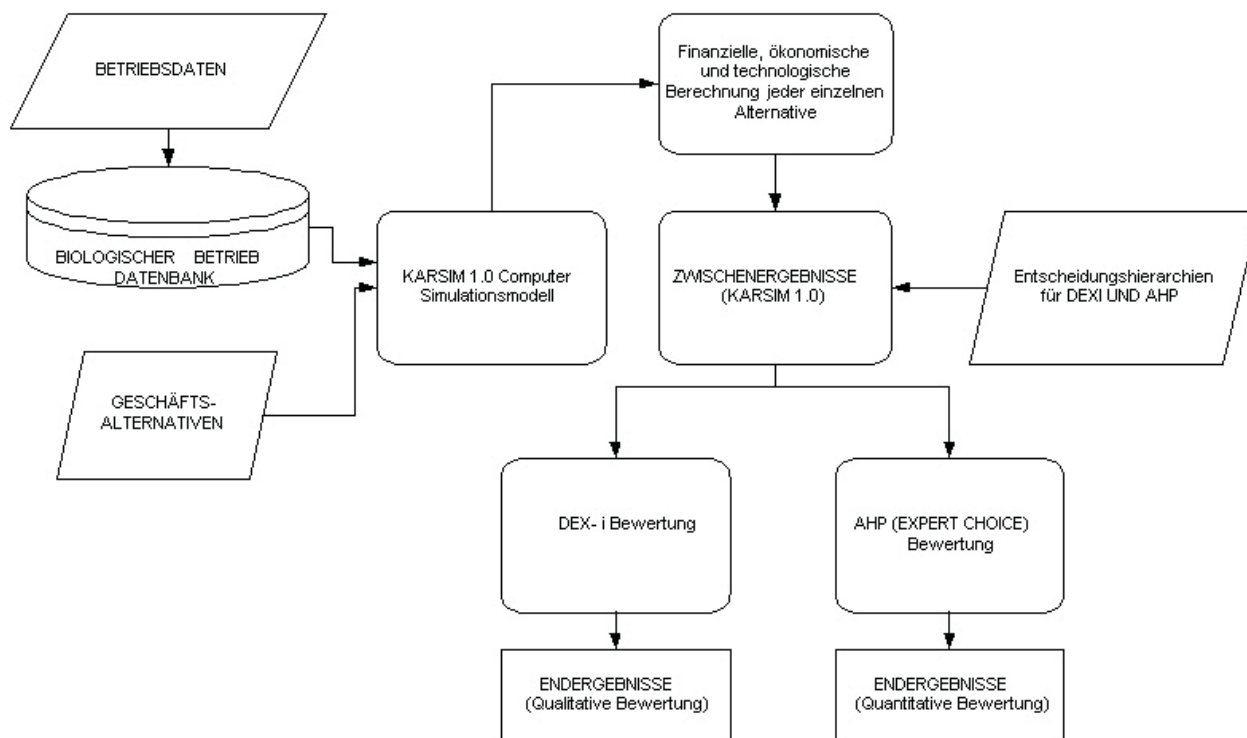


Abbildung 1: Die Struktur eines Entscheidungsunterstützungssystems für ökologische Betriebe²

Figure 1: The structure of a decision support system for organic farms

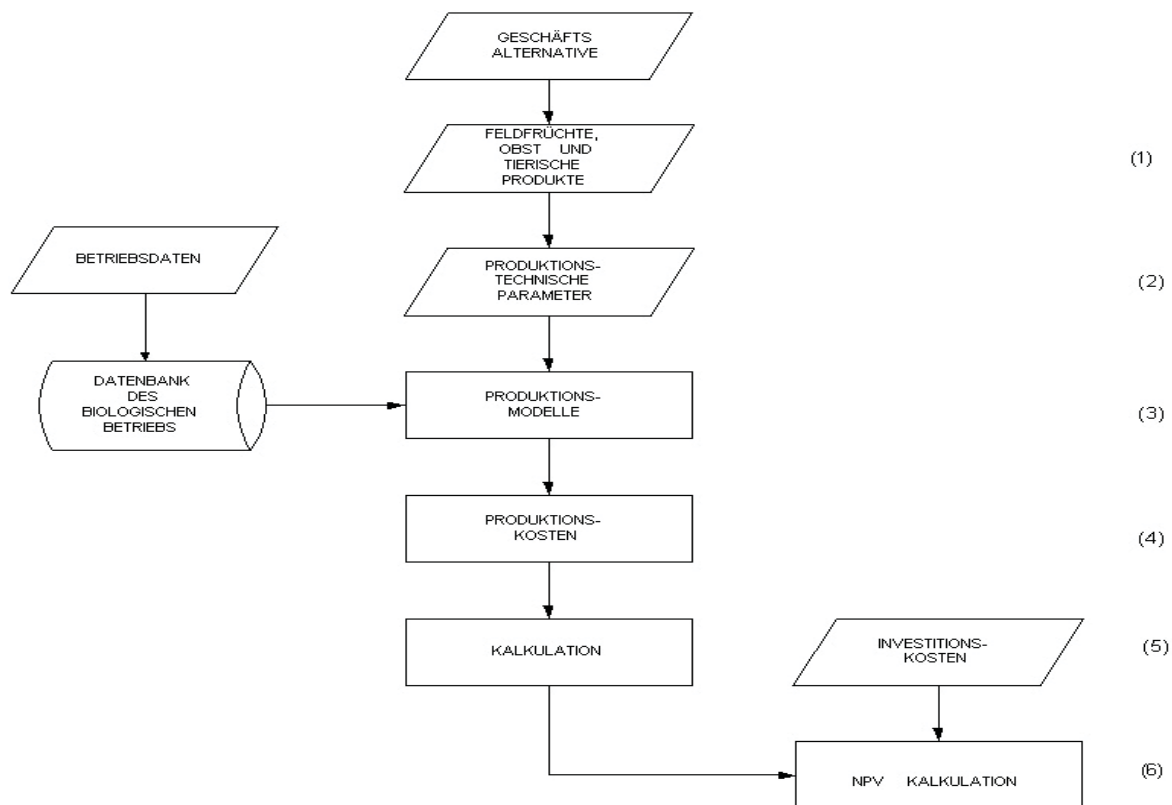


Abbildung 2: Ablaufschema von „KARSIM 1.0“ zur KNA biologisch wirtschaftender Direktvermarktungsbetriebe
 Figure 2: The structure of deterministic simulation model „KARSIM 1.0“ for cost analysis and planning (CBA) on organic farms

derung 2). Danach werden die technischen Daten der Produktion (Investitionsdaten, Produktionsdaten) eingegeben. Anschließend berechnet das Modell auf Basis der vorher eingegebenen Kapazitäten des Betriebes alle offenen produktionstechnischen Parameter, die für die Kostenkalkulation notwendig sind (z. B. Arbeitszeitaufwand, Materialaufwand usw.). Mit Hilfe des technisch-ökonomischen Modells werden ökonomische Kennzahlen kalkuliert. Danach werden die benötigten Parameter automatisch in die Investitionsrechnung übertragen. Der Benutzer gibt noch die Investitionsparameter in den Computer ein und anschließend wird die Investitionsanalyse durchgeführt.

2.2 Anwendung der multi-kriteriellen Entscheidungsverfahren DEX-i und AHP

Die Outputdaten des Simulationsmodells KARSIM 1.0 fließen nun für die weitere Bewertung der Alternativen in zwei unterschiedliche Entscheidungsverfahren ein: DEX-i und AHP. Zur Berechnung der Daten mittels AHP wird die marktgängige Software Expert Choice™ eingesetzt.

2.2.1 Die DEX-i Entscheidungsmethode

DEX (und seine Windows Version DEX-i) ist ein heuristisches Expertensystem bestimmt für qualitative mehrkriterielle Modellierung von planungsrelevanten Fragestellungen. DEX kombiniert traditionelle multi-kriterielle Entscheidungsanalyse mit Eigenschaften von Expertensystemen und „Machine-learning“. Hervorzuheben ist, dass DEX die Fähigkeit besitzt, qualitative Variablen³ zu verarbeiten. Die inhärenten Entscheidungsregeln werden bei Modellerstellung vom Entscheidungsträger festgelegt und zwar in Form von einfachen heuristischen Regeln (Wenn-Dann-Beziehungen; Beispiel: Wenn der Kapitalbarwert negativ ist, dann bewerte die Alternative als inakzeptabel).

DEX wurde von der Fakultät für Organisationswissenschaft (Universität Maribor in Slowenien) in Zusammenarbeit mit dem Institut Josef Stefan entwickelt (JEREB et al., 2003). DEX ist flexibel zur Bearbeitung einer Vielzahl von Entscheidungsproblemen einsetzbar (LESKOVAR, 1993; BOHANEK et al., 1995; BOHANEK et al., 2000; BOHANEK und RAJKOVIĆ, 1999). Im Prinzip besteht das DEX-i Verfahren aus einer Dekomposition einer vorgegebenen Fra-

gestellung in Form einer multi-kriteriellen Entscheidungshierarchie: ein zentrales, vorgegebenes Oberziel wird je nach Komplexität des zu lösenden Problems durch eine oder mehrere Ebenen (i. e. Subkriterien) strukturiert. Anschließend sind jene Alternativen zu berücksichtigen, aus welchen anhand eines speziellen mathematischen Verfahrens, welches auf einem „Machine learning“-Algorithmus basiert, eine Rangreihung der bewerteten Alternativen vorgenommen wird. Die Kriterien des Entscheidungsmodells werden in der Hierarchie über eine Nutzwertfunktion verbunden, die der jeweilige Experte bei Erstellung des Modells definiert. Das DEX-i Expertensystem operiert mit qualitativen Variablen: die Skalierung der qualitativen Variablen ist vorgegeben, wie z. B.: ‚niedrig‘, ‚hoch‘, ‚akzeptabel‘, ‚inakzeptabel‘, ... Die konkrete Einstufung der Kriterien mit Hilfe dieser Variablenausprägungen basiert auf der persönlichen Einschätzung des Entscheidungsträgers. Zu betonen ist, dass diese qualitativen Variablen nicht als zweitbeste Alternative für mangelnde quantitative Daten fungieren, sondern eine wesentliche Zusatzinformation für das Entscheidungsmodell darstellen.

Bezugnehmend auf die Selektion der bestmöglichen Geschäftsalternative eines biologischen Direktvermarktungsbe-

triebes ist mittels DEX-i die eingangs gestellte Frage zu beantworten: Welche Geschäftsalternative ist für den biologischen Modellbetrieb unter den gegebenen Parametern am besten geeignet, das Erreichen der Zielvorstellungen des Betriebsleiters (i. e. Entscheidungsträgers) zu gewährleisten. Zur Lösung dieser Fragestellung erfolgt in DEX-i zunächst die Identifizierung und Auswahl der Geschäftsalternativen und anschließend die Strukturierung des Problems in Form einer Entscheidungshierarchie (Abbildung 3).

Kapitalbarwert (NPV) und Investitionskosten bilden die finanziellen Subkriterien. Jede Geschäftsalternative ist in den meisten Fällen mit spezifischen Investitionskosten verbunden. Das Kriterium Technologie besteht aus den Subkriterien Ausrüstungsbedarf und Prozesstechnik (Prozesskomplexität). In das Kriterium Marktakzeptanz fließen Präferenzen der Konsumenten für das jeweilige Produkt ein. Es handelt sich dabei um von Experten geschätzte Produktpräferenzen. Risiko wird durch den Grad der Schadensanfälligkeit der jeweiligen Alternative in Bezug auf Frühjahrsfrost und Hagelgefahr operationalisiert.

Da DEX-i ausschließlich mit qualitativen Variablen operiert, ist eine Umwandlung der quantitativen, metrischen Daten, die von KARSIM 1.0 übernommen werden, not-

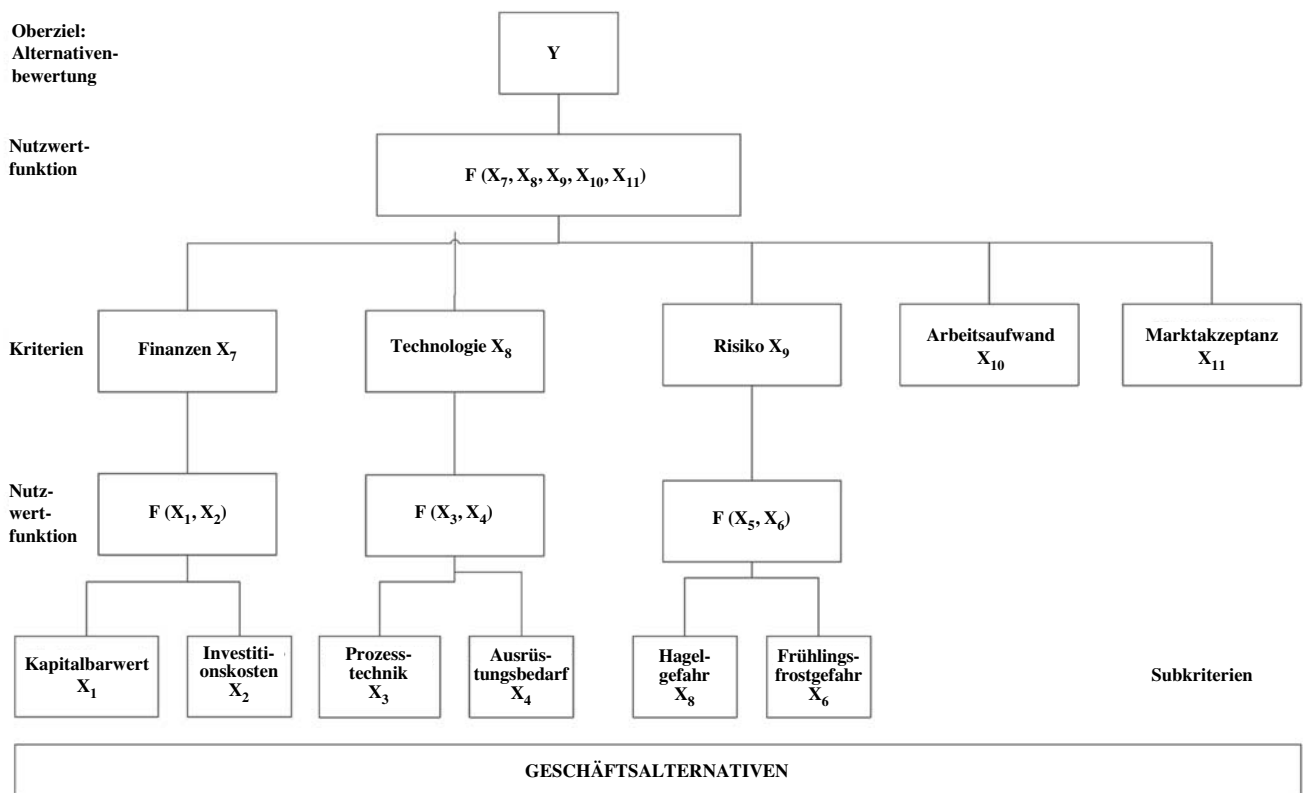


Abbildung 3: Das DEX-i Entscheidungsmodell für biologische Direktvermarktungsbetriebe (BOHANEK et al., 2000)

Figure 3: The DEX-i decision model structure for organic farm planning problem (BOHANEK et al., 2000)

wendig. Diese Transformation zu qualitativen Variablen erfolgt bereits in KARSIM 1.0 durch eine Klassenbildung. Die gebildeten Kategorien werden anschließend in DEX-i importiert (siehe Tabelle 1: die linke Spalte beinhaltet die metrischen Daten und die rechte Spalte die in KARSIM 1.0 generierten Klassen). Die Intervallabstände der Klassen werden vom Benutzer im Zuge der Modellbildung definiert (siehe Tabelle 1).

Die Klassenbildung in KARSIM 1.0 wird mit folgendem Algorithmus durchgeführt:

„Wenn $X > A$ und $X < B$, dann wird X ein qualitativer Wert C gegeben“ (diese Bedingung gilt für alle quantitativen Daten). Im Grunde genommen erfolgt im Zuge dieses Prozesses eine Umwandlung von Daten auf intervallskaliertem Niveau zu Daten auf ordinal skaliertem Niveau (BACKHAUS et al., 1994).

Dabei bedeutet:

- A – die untere Grenze des Kategorisierungsintervalls
- B – die obere Grenze des Kategorisierungsintervalls
- C – qualitativer Wert des $\{A...B\}$ Intervalls
- X – ordinal skaliertes Kriterium

Hervorzuheben ist, dass für jene Kriterien, die direkt in DEX-i gebildet werden, die Skalierung bei der Erstellung des Entscheidungsmodells durch den Benutzer festgelegt wird. Die folgende Tabelle beinhaltet die Skalenabstufung der qualitativen Kriterien (Tabelle 2).

Nach der qualitativen Bestimmung jedes einzelnen Kriteriums erfolgt die Festlegung der Nutzwertfunktion. Die Nutzwertfunktion resultiert aus der Verknüpfung der einzelnen Kriterien mittels Entscheidungsregeln, die implizit auf den Präferenzen des Entscheidungsträgers beruhen. Für

Tabelle 1: Transformation der intervallskalierten Daten zu ordinal skalierten Daten

Table 1: Transformation of interval data to ordinal data

Investitionskosten (€)	qualitative Variable
0–1000	sehr niedrig
1001–3000	mittel
3001–6000	hoch
6001–9000	sehr hoch
9001–12000	extra hoch
> 12000	äußerst hoch
NPV (€)	
< 0	negativ
0–5000	niedrig
5001–10000	mittel
10001–20000	hoch
> 20000	extra hoch
Arbeitsanwendung (Stunden)	
0–50	niedrig
51–100	mittel
101–200	hoch
> 200	extra hoch
Ausrüstung (Ausrüstungsstücke)	
0–2	einfach
3–4	mittel
5–6	anspruchsvoll
> 6	sehr anspruchsvoll
Prozedur (Zahl der notwendigen Prozesse)	
0–5	einfach
6–10	mittel
11–15	anspruchsvoll
> 15	sehr anspruchsvoll

jede Ebene des hierarchischen Modells wird eine partielle Nutzwertfunktion bestimmt, wobei die jeweils darunter liegende Ebene die Nutzwertfunktion des übergeordneten Kriteriums bestimmt.

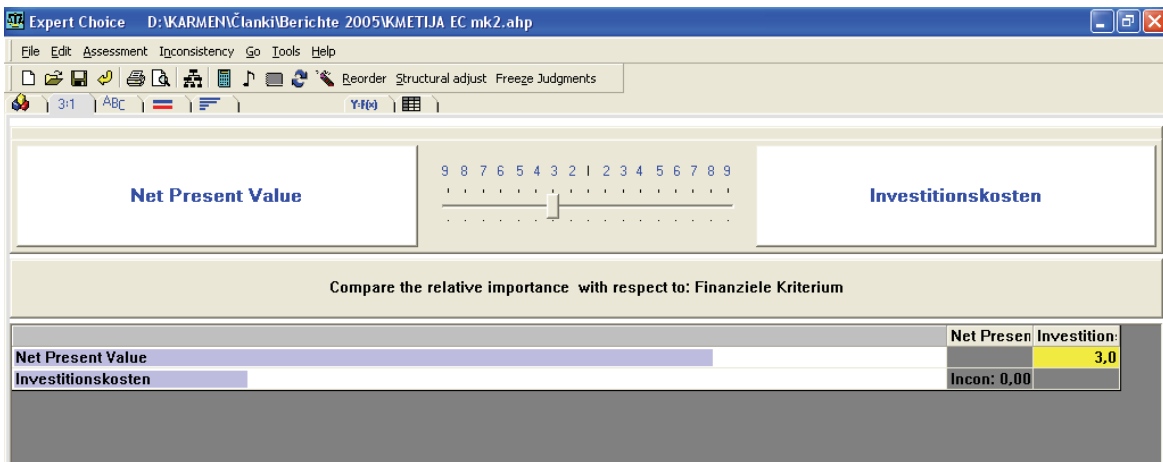


Abbildung 4: Paarvergleich der relativen Bedeutung des „Net Present Value“ (Kapitalbarwert) zu den Investitionskosten

Figure 4: Pair-wise comparison of intensities for financial attribute „Net present value“

Tabelle 2: Qualitative Skala der ordinal skalierten Kriterien
 Table 2: Qualitative scales for ordinal attributes

Marktakzeptanz	schlecht; mittel; gut; exzellent
Frühlingsfrostdgefahr	hoch; mittel; niedrig
Hagelgefahr	hoch; mittel; niedrig

Die Bezeichnung „*“ steht für einen beliebigen Wert und > = bedeutet gleich oder besser (siehe Tabelle 3). Zusätzlich kann auch die relative Bedeutung der Kriterien mit Gewichtverhältnissen ausgedrückt werden. Die Gewichte werden auf Basis der vom Benutzer eingegebenen Entscheidungsregeln mittels multipler Regressionsanalyse oder eines „Machine learning“-Algorithmus berechnet (BOHANEK et al., 2000). Als letzter Schritt in der Entscheidungsfindung wird jede einzelne Alternative in DEX-i vom Benutzer in Hinblick auf das übergeordnete Kriterium bewertet.

2.2.2 Der Analytische Hierarchieprozess als multi-kriterielle Entscheidungsmethode

Der Analytische Hierarchieprozess (AHP) ist eine Methode zur Strukturierung und Lösung komplexer Entscheidungsprobleme, die in den 1970er-Jahren von dem Mathematiker Thomas L. Saaty in Amerika entwickelt wurde (vgl. SAATY, 1980). Seither fand die Methode vor allem im amerikanischen und asiatischen Raum sowohl in Wissenschaft als auch Praxis große Verbreitung. Die Anwendungsgebiete reichen von betriebswirtschaftlichen Fragestellungen wie Standortentscheidungen, Ressourcenallokation oder Kosten-Nutzen-Analysen bis hin zu makroökonomischen, medizinischen oder politischen Fragestellungen wie Konfliktanalysen oder die Prognose von Wahlausgängen. Eine detaillierte Beschreibung der Funktionsweise und methodischen Grundlagen findet sich bei SAATY (1995) sowie MEIXNER und HAAS (2002). Allgemein kann man den AHP als spezielle Nutzwertanalyse bezeichnen (SCHNEEWEISS, 1991).

Eine vergleichende Bewertung unterschiedlicher Entscheidungsmethoden reihte den AHP mit knappem Abstand als die zweitbeste von sechs Methoden (vgl. POH et al., 2001). Die simultane Berücksichtigung qualitativer und quantitativer Daten ist sicherlich einer der stärksten Vorzüge des AHP. Auch für Entscheidungsprobleme innerhalb der Agrar- und Ernährungswirtschaft wurde und wird der AHP laufend angewendet (vgl. HAAS et al., 2003; MEIXNER et al., 2004; SCHIEBEL et al., 2000).

Die Bezeichnung „Analytischer Hierarchieprozess“ weist bereits auf wesentliche Merkmale des AHP hin. Der AHP folgt demnach einem vorgegebenem prozessualen Ablauf, der komplexe Entscheidungssituationen in die Grundkomponenten Oberziel, Kriterien, Subkriterien und Alternativen zerlegt (i. e. analysiert), diese in einer hierarchischen Struktur ordnet und schließlich durch Paarvergleiche einer Bewertung zuführt. Jedes Kriterium innerhalb einer AHP Hierarchie schließt eine spezifische Zielfunktion ein (TRIANANTAPHYLLOU und MANN, 1994).

Allgemein durchläuft der AHP vier Stufen:

- Stufe 1: Aufstellung einer Entscheidungshierarchie, indem ein Entscheidungsproblem in Entscheidungselemente (Kriterien und Alternativen), die miteinander in Beziehung stehen, zerlegt wird.
- Stufe 2: Um die Wichtigkeit jedes Hierarchieelementes (i = 1, ..., m) im Vergleich zu allen anderen Hierarchieelementen (j = 1, ..., n) zu bestimmen, werden Paarvergleiche derselben durchgeführt (Prioritätenschätzung; Prioritäten = Gewichte = Bedeutung des Merkmals). Jedes Kriterium wird mit jedem anderen Kriterium auf einer neunteiligen Skala verglichen (siehe Abbildung 3). Als Resultat erhält man Gewichtungsfaktoren für jedes Kriterium. Ähnlich wird mit den Alternativen verfahren, die hinsichtlich jedes übergeordneten Kriteriums der Hierarchie paarweise miteinander verglichen werden.

Tabelle 3: Beispiel der Präferenzurteile eines Entscheidungsträgers samt Verknüpfung
 Table 3: The decision rules for organic farm planning problem

Finanzen	Arbeitsaufwand	Technologie	Markt	Risiko	Alternativenbewertung
negative	*	*	*	*	<i>inakzeptabel</i>
< = schlecht	sehr hoch	inakzeptabel	schlecht	*	<i>inakzeptabel</i>
< = schlecht	sehr hoch	*	schlecht	hoch	<i>inakzeptabel</i>
< = schlecht	< = mittel	inakzeptabel	schlecht	hoch	<i>inakzeptabel</i>
gut	*	akzeptabel	exzellent	niedrig	<i>sehr gut</i>
> = gut	< = hoch	akzeptabel	exzellent	niedrig	<i>sehr gut</i>
exzellent	niedrig	akzeptabel	mittel	niedrig	<i>sehr gut</i>
exzellent	niedrig	akzeptabel	> = gut	niedrig	<i>exzellent</i>

Stufe 3: Errechnung der Prioritäten der Entscheidungselemente aus der Paarvergleichsmatrix.

Aus der Matrix werden die Gewichte der Kriterien (w_j) und der Alternativen (a_{ij}) durch den Eigenvektor abgeleitet. Das Gesamtgewicht der Alternativen wird mit folgender Gleichung berechnet:

$$W_j = a_{1j}w_1 + a_{2j}w_2 + \dots + a_{mj}w_m$$

Die Alternativen werden schließlich nach W_j gereiht, wobei die Alternative mit dem höchsten W_j Wert, als die beste Alternative gemäß den Urteilen und Zielfunktionen des Benutzers gilt.

Stufe 4: Überprüfung auf Konsistenz der Prioritätenschätzung. Im Prinzip wird ein Vergleich angestellt zwischen dem Eigenwert λ (Lambda) einer Paarvergleichsmatrix bei einer vollständig konsistenten Entscheidung und dem maximalen Eigenwert der Paarvergleichsmatrix (MEIXNER und HAAS, 2002). Mittels Maximus λ_{\max} wird der Konsistenzindex CI errechnet:

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / n - 1$$

Wobei:

CI – Konsistenzindex

n – Die Elementensumme der Matrix – Hauptdiagonalen

Um beurteilen zu können, ob eine Abweichung von der Konsistenz noch tolerierbar ist, wird CI mit einem Durchschnittswert (R) zufällig zustande gekommener, gleich großer Matrizen verglichen. Die Verhältniszahl daraus ist CR. Die Höhe von CI ist unter anderem davon abhängig, wie groß eine Evaluationsmatrix ist, d.h. wie viele Elemente miteinander verglichen werden müssen. Je größer eine Evaluationsmatrix ist, umso schwieriger wird es auch sein, bei den Paarvergleichen konsistent zu bleiben. Deshalb ist es wichtig, festzuhalten, wie der aktuelle Konsistenzindex CI im Vergleich zu einem Konsistenzindex bei Eingabe von zufälligen Urteilen ausfällt. Dieses Verhältnis wird ausgedrückt in der folgenden Formel, wobei die Zufallskonsistenz R (für „random“) Erfahrungswerte repräsentiert, die empirisch in zahlreichen Testreihen nachgewiesen wurden.

$$CR = \frac{CI}{R}$$

CR consistency ratio; Konsistenzverhältniszahl

Als Richtwert, wie hoch CR sein darf, um von befriedigender Konsistenz sprechen zu können, sollte nach SAATY (1995) 0,1 herangezogen werden.

Die AHP Kalkulationen werden mit Hilfe der Software Expert Choice™ (EC) durchgeführt. Die EC-Software ermöglicht auch die Eingabe der qualitativen Daten für jede einzelne Alternative. An dieser Stelle sei vermerkt, dass in der im Folgenden besprochenen Bewertung der Geschäftsalternativen in ökologischen Betrieben im AHP dieselbe Entscheidungshierarchie und dieselben Intensitätsskalen (Kategorisierungsintervalle) wie beim DEX-i Entscheidungsverfahren angewendet werden.

2.2.3 Beschreibung der ausgewählten Modellbetriebe und Geschäftsalternativen

Zwei Modellbetriebe sind für die weitere Anwendung der multi-kriteriellen Entscheidungsmethoden ausgewählt worden. Die von BAVEC et al. (2002) durchgeführte Analyse zeigt, dass ein durchschnittlicher Ökobetrieb in Slowenien 13,4 ha groß ist (im Jahr 2002). Dabei umfassen Grünlandbetriebe mit 63,3 % den größten Anteil (häufig mit Streuobstanlagen). Es folgen Ackerbaubetriebe mit 32,9 % sowie Obst – und Weinbaubetriebe mit 3,8 %. Im Bereich Tierhaltung überwiegt Kleinvieh (Schafe und Ziegen; 38,9 %), gefolgt von Rinderhaltung (27,7 %), Geflügelhaltung (26,3 %), Schweinemast (4,82%) und Pferdezucht (2,4%).

Die Auswahl der Modellbetriebe zur Demonstration der multi-kriteriellen Entscheidungsmethoden orientierte sich an der oben genannten Struktur des slowenischen Ökolandbaus, welche die Produktion von Bioprodukten maßgeblich beeinflusst. Die folgenden Modellbetriebe wurden basierend auf den Datenbeständen der slowenischen Kontroll- und Zertifizierungsorganisation (<http://www.ikc-um.si/>) auserwählt:

1. Modellbetrieb 1:

Der Modellbetrieb 1 ist ein durchschnittlicher Grünlandbetrieb (13,4 ha) mit zwei Produktionsschwerpunkten. Er verfügt über 70 Milchziegen und 130 Mostobstbäume (Äpfeln und Birnen). In diesem Modellbetrieb ist die Produktion folgender Ökoprodukte möglich:

- Ziegenkäse (Alternative 1)
- Pflaumenschnaps (Alternative 2)
- Apfelmost (Alternative 3)
- Apfelessig (Alternative 4)
- Apfelschnaps (Alternative 5).

2. Modellbetrieb 2:

Der Modellbetrieb 2 ist ein kombinierter Ackerbau – Viehzuchtbetrieb in der slowenischen Steiermark (8,5 ha)

mit 2 ha Feldfrüchten und 1 ha Getreide (die gesamte Fläche ist durch die Fruchtfolge limitiert) und Schweinemast (12 Tiere). Wegen der verfügbaren Kapazitäten und Bodeneigenschaften sind Feldfrucht und Getreideproduktion die primären Produktionszweige des Betriebs. Folgende Ökoprodukte bilden die möglichen Geschäftsalternativen:

- kalt gepresstes Kürbiskernöl (Alternative 1)
- verarbeitetes Dinkelgetreide (Alternative 2)
- Schweinemastproduktion (12 Tiere) und weitere Fleischverarbeitung (Alternative 3).

3 Ergebnisse der multi-kriteriellen Entscheidungsmethoden am Beispiel zweier Modellbetriebe

Die im vorangegangenen Kapitel definierten Geschäftsalternativen werden zunächst mit dem integrierten Simulationsmodell KARSIM 1.0 und anschließend jeweils mit den multi-kriteriellen Modellen (DEX-i und AHP) bewertet (Abbildung 1). Damit die Vergleichbarkeit der Ergebnisse von DEX-i und AHP gewährleistet ist, kommt in beiden Verfahren dieselbe Entscheidungshierarchie zum Einsatz, somit verfügen beide Entscheidungsverfahren über eine identische Struktur an Kriterien und Subkriterien.

Die Kosten-Nutzen-Analyse wurde für jede der potenziellen Geschäftsalternative (siehe 2.2.3) der zwei biologischen Modellbetriebe durchgeführt. Wie bereits im methodischen Teil erwähnt, ermöglicht das entwickelte KARSIM 1.0 Modell auch die Bewertung produktionstechnischer Input-Parameter wie z. B. Arbeitsaufwand (siehe Tabelle 4).

Die Ergebnisse der KNA zeigen, dass, unter der Annahme, dass die Produkte erfolgreich vermarktet werden können, nach 10 Jahren und einer Zinsrate von 5 %, die Investitionen

im Modellbetrieb 1 in Pflaumenschnaps (Alternative 2), Apfelessig (Alternative 4) und Apfelschnaps (Alternative 5) einen positiven Kapitalbarwert aufweisen. Im Modellbetrieb 2 ergibt sich bei Schweinemast (Alternative 3) ein negativer Kapitalbarwert (= - 4556 €). Die Kürbiskernölproduktion (Alternative 1) sowie die Dinkelgetreideverarbeitung (Alternative 2) weisen positive Kapitalbarwerte auf.

Die im vorangegangenen Schritt berechneten KNA-Werte fließen nun für die weitere Bewertung in die Entscheidungsmethoden DEX-i und AHP ein (siehe Abbildung 1).

KARSIM 1.0 als vorgelagerte KNA ermöglicht auch die Berechnung mehrerer produktionstechnischer Daten der potenziellen Geschäftsalternativen. Die auf diesem Wege ermittelten Daten werden in DEX - i und AHP zur Anwendung der jeweiligen Kriterien herangezogen. Die restlichen Kriterienwerte werden vom Benutzer festgelegt. Die Skalierung bestimmter Subkriterien wie Kapitalbarwert, Investitionskosten, Ausrüstungsbedarf, Prozesstechnik und Arbeitsaufwand, wurde bereits durch vorher definierte Kategorisierungsregel mit Hilfe von KARSIM 1.0 automatisch ermittelt (siehe Tabelle 1). Die Skalierung der Subkriterien Frühlingfrostgefahr, Hagelgefahr und Marktakzeptanz erfolgte im Zuge der Diskussion zwischen Forscher und Entscheidungsträger (siehe Tabelle 2).

Die DEX-i Ergebnisse zeigen (Tabelle 5), dass im Modellbetrieb 1 die Apfelessigproduktion (Alternative 4) die beste Geschäftsalternative darstellt (Gesamtbewertung *sehr gut*); gefolgt von Apfelschnaps- (Alternative 5; *akzeptabel*) und Zwetschkenschnaps-Produktion (Alternative 2; *schlecht*). Für die Alternative 1 und 3 ergibt sich aus der Verknüpfung der Kriterien und Subkriterienwerte eine inakzeptable Gesamtbewertung. Die schlechte Bewertung dieser Alternativen resultiert aus der negativen Einstufung des Finanzkriteriums, welches mit 44,7 % auch das höchste Gewicht unter allen Kriterien aufweist. Im Falle einer negativen Ein-

Tabelle 4: Ergebnisse von „KARSIM 1.0“ (Kapitalbarwert für 10 Jahre and 5 % Zinsrate)

Table 4: „KARSIM 1.0“ results (NPV calculated at investment period of 10 years and 5% discount rate)

Modellbetrieb 1					
	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3	Alternative 4	Alternative 5
Investitionskosten (€)	41492	167	1438	1439	1436
Kapitalbarwert (€)	-41441	966	-78	20113	2149
Arbeitsaufwand (€)	6898	128	103	144	146
Modellbetrieb 2					
	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3		
Investitionskosten (€)	3733	1458	5417		
Kapitalbarwert (€)	20009	19887	-4556		
Arbeitsaufwand (€)	620	66	39		

Tabelle 5: DEX-i Bewertungsergebnisse der Geschäftsalternativen inklusive Gewichtung der Hauptkriterien der Modellbetriebe 1 und 2
 Table 5: DEX-i evaluation results for food processing business alternatives with importance weights of aggregate attributes for Model farm 1 and 2

Modellbetrieb 1					
Kriterien und Subkriterien	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3	Alternative 4	Alternative 5
Finanzen (*W = 44,7%)	negativ	gut	negativ	exzellent	gut
Kapitalbarwert	negativ	niedrig	negativ	sehr hoch	niedrig
Investitionskosten	sehr hoch	sehr niedrig	niedrig	niedrig	niedrig
Arbeitsaufwand (*W = 6,4%)	extra hoch	hoch	hoch	hoch	hoch
Technologie (*W = 11,9%)	inakzeptabel	akzeptabel	akzeptabel	akzeptabel	akzeptabel
Ausrüstungsbedarf	sehr anspruchsvoll	mittel	mittel	anspruchsvoll	anspruchsvoll
Prozesstechnik	sehr anspruchsvoll	einfach	einfach	einfach	mittel
Marktakzeptanz (*W = 24,4%)	gut	schlecht	schlecht	exzellent	mittel
Risiko (*W = 12,6%)	niedrig	hoch	hoch	hoch	hoch
Frühlingsfrostdgefahr	niedrig	hoch	hoch	hoch	hoch
Hagelgefahr	niedrig	mittel	mittel	mittel	mittel
Gesamtbewertung der Alternativen	inakzeptabel	schlecht	inakzeptabel	sehr gut	akzeptable
Rangreihung	4	3	4	1	2
Modellbetrieb 2					
Kriterien und Subkriterien	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3		
Finanzen (*W = 44,7%)	exzellent	gut	negativ		
Kapitalbarwert	sehr hoch	hoch	negativ		
Investitionskosten	hoch	mittel	hoch		
Arbeitsaufwand (*W = 6,4%)	extra hoch	mittel	niedrig		
Technologie (*W = 11,9%)	akzeptabel	akzeptabel	inakzeptabel		
Ausrüstungsbedarf	einfach	mittel	sehr anspruchsvoll		
Prozesstechnik	mittel	einfach	einfach		
Marktakzeptanz (*W = 24,4%)	exzellent	gut	mittel		
Risiko (*W = 12,6%)	hoch	niedrig	niedrig		
Frühlingsfrostdgefahr	niedrig	niedrig	niedrig		
Hagelgefahr	hoch	niedrig	niedrig		
Gesamtbewertung der Alternativen	sehr gut	gut	inakzeptabel		
Rangreihung	1	2	3		

* W – Gewicht

stufung dieses Kriteriums sind alle Folgekombinationen mit anderen Kriterien als nicht akzeptabel einzustufen (siehe Tabelle 3).

Im Modellbetrieb 2 wurden drei Alternativen bewertet. Die Alternative 3 (Schweinemast) wurde als inakzeptabel eingestuft, während die Kürbiskernölproduktion die beste Bewertung erhielt (*sehr gut*, siehe Tabelle 5).

Nach Bewertung der Geschäftsalternativen mittels DEX-i erfolgte anschließend die Übernahme der Daten von KARSIM 1.0 in den AHP. Zur Berechnung der Daten wurde die Software Expert Choice™ eingesetzt. Die folgende Tabelle beinhaltet die Ergebnisse des AHP (die Bedeutung/das Gewicht eines Merkmals/Kriterium im AHP wird als Priorität bezeichnet).

Um die beste Alternative aufgrund der in ein AHP-Modell eingegebenen Daten zu bestimmen, genügt es, die

Werte in der Spalte der Gesamtgewichte zu vergleichen (siehe Tabelle 6, Spalte $\sum W_a$). Demnach weist im Modellbetrieb 1 die Alternative 4 (Apfelessigproduktion) mit 0,386 das höchste Gesamtgewicht auf. Danach folgen Alternative 2 (Pflaumenschnaps; 0,176) und Alternative 5 (Apfelschnaps; 0,158). An dieser Stelle sei auf die Zeile CI hingewiesen. Da der Konsistenzindex – besser wäre, von einem Inkonsistenzwert zu sprechen – bei beiden Modellbetrieben bei 0,02 liegt, sind die eingegebenen Daten bzw. Urteile hinreichend konsistent (Entscheidungsmodelle mit einem Inkonsistenzwert über 0,1 sollten dem Entscheidungsträger neuerlich vorgelegt werden; vgl. SAATY, 1995).

Im Modellbetrieb 2 ist die Alternative 1 (Kürbiskernölproduktion; 0,400), die am besten bewertete. An zweiter Stelle folgt die Dinkelgetreideproduktion (0,397) und an dritter Stelle Schweinemast (0,202).

Tabelle 6: AHP Prioritätenkalkulation für beide Modellbetriebe
 Table 6: AHP Total priority calculations for the model farms

	Finanzen	Arbeitsaufwand	Technologie	Markt-akzeptanz	Risiko		
Gewicht (W^a)	0,429	0,076	0,111	0,253	0,13		
a^b							
Modellbetrieb 1						$\sum Wa^c$	Rang
Alternative 1	0,05	0,133	0,078	0,193	0,436	0,146	4
Alternative 2	0,212	0,217	0,249	0,09	0,141	0,176	2
Alternative 3	0,112	0,217	0,249	0,09	0,141	0,133	5
Alternative 4	0,477	0,217	0,249	0,47	0,141	0,386	1
Alternative 5	0,15	0,217	0,174	0,157	0,141	0,158	3
Gesamt CI ^d						0,02	
Modellbetrieb 2							
Alternative 1	0,444	0,081	0,323	0,555	0,21	0,400	1
Alternative 2	0,453	0,311	0,432	0,316	0,395	0,397	2
Alternative 3	0,103	0,608	0,245	0,13	0,395	0,202	3
Gesamt CI						0,02	

W^a – Priorität; a^b – Priorität der Alternative in Bezug auf das übergeordnete Kriterium
 $\sum Wa^c$ – Gesamtgewicht je Alternative, CI^d – Konsistenzindex

4 Diskussion und Forschungsausblick

Vergleicht man die Ergebnisse von DEX-i und AHP, so ist zunächst deren hohe Übereinstimmung auffallend. Die Berechnung der Kriterien- und Subkriteriengewichte erfolgte auf unterschiedliche Weise. Im AHP wurden die Gewichte aufgrund der Paarvergleiche des Benutzers berechnet, in DEX-i wurden die Gewichte durch definierte Entscheidungsregeln und Regressionsanalyse berechnet. Trotz dieser differierenden Vorgehensweisen sind die Abweichungen bei den Kriterien nur geringfügig (Finanzen: DEX-i = 44,7 %, AHP = 42,9 %; Marktakzeptanz: DEX-i = 24,4 %, AHP = 25,3 %; Technologie: DEX-i = 11,9 %, AHP = 11,1 %; usw.).

Bemerkenswert ist, dass der AHP bei Modellbetrieb 1 die Alternativen 5 und 2 in der Rangreihung austauschte. In DEX-i wird Alternative 5 an zweiter und Alternative 2 an dritter Stelle gereiht, im AHP ist es genau umgekehrt (siehe Tabelle 5 und 6). Die zuvor festgestellten geringen Differenzen in den Gewichten der Kriterien zwischen beiden Methoden dürften ausschlaggebend für diese Abweichung in der Beurteilung der Alternativen sein.

Ein weiterer Unterschied zwischen beiden Methoden ist, dass im AHP jene Alternativen, die in DEX-i gleich gereiht wurden (Modellbetrieb 1: die Alternativen 1 und 3, beide auf Platz 4), unterschiedliche Rangreihungen erhielten. Alternative 1 wurde auf den vierten Platz und Alternative 3 auf den fünften eingestuft. Dieser Umstand spricht aber für

die höhere Präzision des AHP. DEX-i liefert als Ergebnis der Alternativen verbale Urteile wie „sehr gut“, „akzeptabel“ usw., im AHP hingegen werden Gewichte/Prioritäten berechnet, die zusätzlichen Informationswert über den Grad der Vorziehwürdigkeit liefern. Wenn im Modellbetrieb 1 die Alternative 4 ein Gewicht von 0,386 erhält, so ist diese eindeutig der Alternative 5 mit 0,158 überlegen (siehe Tabelle 6).

Weiters zeigt die AHP-Bewertung einen minimalen Wertunterschied zwischen Alternative 1 (0,400) und Alternative 2 (0,397) bei Modellbetrieb 2. Dieser geringe Unterschied in den Gesamtgewichten kann als Hinweis auf die Gleichwertigkeit dieser beiden Alternativen gewertet werden. Die Marktakzeptanz ist mit einem Gewicht von 0,253 das zweitwichtigste Kriterium des Entscheidungsmodells, da es aber eine gewisse Unsicherheit beinhaltet, weil es auf der Einschätzung eines zukünftigen Marktverhaltens beruht, könnte es in Hinblick auf eine Diversifizierungsstrategie des Betriebes ratsamer sein, nicht nur in eine, sondern in beide Geschäftsalternativen zu investieren.

Die Bewertungsergebnisse von DEX-i sind wesentlich von den zugrunde liegenden Entscheidungsregeln beeinflusst. Im Gegensatz berechnet der AHP für jede Alternative einen quantitativen Wert (= Priorität), der auf den Paarvergleichen oder eingegebenen Daten zu den jeweiligen Kriterien und Alternativen beruht. Eine Kombination beider Verfahren könnte sich als vorteilhaft erweisen. Alternativen, die in DEX-i gleich bewertet werden, könnten mit-

tels AHP einer unterschiedlichen Rangreihung unterzogen werden.

Darüber hinaus könnte DEX-i zur Vereinfachung des Entscheidungsprozesses mittels AHP eingesetzt werden. Alternativen, die für den Entscheidungsträger in DEX-i als inakzeptabel bewertet wurden, können für die weitere Analyse mittels AHP ausgeschlossen werden.

Zukünftige Forschungsarbeiten sollten an einer Weiterentwicklung des Basissimulationsmodells KARSIM 1.0 arbeiten sowie einen weiteren methodischen Vergleich mit anderen multi-kriteriellen Methoden (ELECTRE, PROMETHEE, ...) anstreben, um zusätzliche Informationen über die Validität von DEX-i und/oder AHP zu erhalten. Ebenso wäre eine Anwendung der „Resource Allocation-Theory“ (FORMAN und SELLY, 2001) in Zusammenhang mit den erwähnten Entscheidungsmethoden in Betracht zu ziehen.

5 Schlussfolgerungen

Die vorgestellten Methoden zur Entscheidungsunterstützung in ökologischen Betrieben weisen den Vorteil auf, dass sie die Probleme bei der Quantifizierung von qualitativen Daten bei herkömmlichen Kosten-Nutzen-Analysen beheben. Sie ermöglichen die Übernahme qualitativer Daten in komplexe multi-kriterielle Entscheidungsmethoden, die von anderen Verfahren wie z. B. der linearen Optimierung von Vorneherein ausgeschlossen werden. Das mehrstufige Entscheidungsverfahren, welches eine Kombination von KARSIM 1.0 mit darauf aufbauender Analyse in DEX-i und AHP beinhaltet, stellt eine viel versprechende Alternative für die Entscheidungsunterstützung im landwirtschaftlichen Betrieb dar. Das integrierte System berücksichtigt unterschiedliche unabhängige Kriterien und ermöglicht eine Rangreihung der einzelnen Geschäftsalternativen. Bezüglich des Vergleichs von DEX-i und AHP ist anzuführen, dass beide Methoden sehr ähnliche Ergebnisse liefern, der AHP jedoch präzisere Rangreihungen der Alternativen berechnet.

Appendix

DEX-i steht für Decision Expert for Instruction und wurde ursprünglich vom Institut Josef Stefan und der Fakultät für Organisationswissenschaften der Universität in Maribor entwickelt, sowie finanziert vom Ministerium für Wissenschaft und Bildung in Slowenien. DEX-i ist eine kostenlos verfügbare Software.

KARSIM 1.0 ist eine spezifische Visual Basic Applikati-

on, die mittels Excel bedient werden kann. KARSIM 1.0 wurde entwickelt von Karmen Pašek und ist ein Kunstwort bestehend aus Karmen und Simulation. In diesem Beitrag wird die Version des KARSIM 1.0 angewendet, die speziell für biologische Betriebe entwickelt wurde.

Anmerkungen

- 1 Der Terminus „qualitativ“ wird für nichtnumerische Daten verwendet, die in aller Regel in verbaler Form vorliegen. Wenn verbale Daten die Urteile von Entscheidungsträgern abbilden – im Sinne von z. B. „wichtiger“, „wahrscheinlicher“ oder „vorzuziehender“ – können diese zu quantitativen ordinal- oder intervallskalierten Daten umgewandelt werden (vgl. BORTZ, 2006, 273). Die vorliegende Arbeit verwendet den Terminus „qualitativ“ in diesem Sinne.
- 2 Für konventionelle landwirtschaftliche Betriebe ist die Struktur des Entscheidungsmodells identisch. Die Anwendung des vorliegenden Entscheidungsunterstützungsmodells erfolgt aber am Beispiel ökologischer Betriebe, weil KARSIM 1.0 sich ausschließlich auf Datenmaterial dieser Betriebe stützt.
- 3 Der Ausdruck qualitative Variablen bezeichnet Variablen, die auf subjektiven Einschätzungen bzw. Urteilen des Entscheidungsträgers beruhen, die in verbaler Form abgegeben werden.

Literatur

- BACKHAUS, K., B. ERICHSON und W. W. R. PLINKE (2006): Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung. 11. vollst. überarb. und erw. Aufl., Berlin, Heidelberg, New York, Springer, 819.
- BAVEC, F. and M. BAVEC (2006): Organic production and use of alternative crops, (Books in soils, plants, and the environment, 116). Boca Raton, New York, London: Taylor & Francis: CRC Press. 241.
- BAVEC, M., M. GOLEŽ, P. REPIČ and N. POŠTRAK (2002): Ekolosko kmetijstvo ob vstopu Slovenije v Evropsko unijo (Ökologischer Landbau vor dem Eintritt in die EU). Biodar – revija za varstvo okolja in kmetijstvo. Zveza združenj ekoloških kmetov Slovenije, 2 (3), 16–21.
- BERG, E. und F. KUHLMANN (1993): Systemanalyse und Simulation. Ulmer, 344.
- BOHANEK, M. and B. ZUPAN (2004): A function – decom-

- position method for development of hierarchical multi – attribute decision models. *Decision Support Systems* 36, 215–233.
- BOHANEK, M., B. ZUPAN and V. RAJKOVIČ (2000): Applications of qualitative multi – attribute decision models in health care. *International Journal of Medical Informatics* 58/59, 191–205.
- BOHANEK, M. and V. RAJKOVIČ (1999): Multi attribute decision modelling: industrial application of Dex. *Informatica* 23, 448–491.
- BOHANEK, M., B. RAJKOVIČ, B. SEMOLIČ and A. POGAČNIK (1995): Knowledge – based portfolio analysis for project evaluation. *Information und Management* 28, 293–302.
- BOHANEK, M. and V. RAJKOVIČ (1990): DEX: An expert system shell for decision support. *Sistemica* 1, 145–157.
- BORTZ, J. und N. DÖRING (2006): *Forschungsmethoden und Exploration*. 4. überarb. Aufl., Berlin, Heidelberg, New York, Barcelona, Budapest, Hong Kong, London, Mailand, Paris, Tokyo, Springer.
- BRENT, J. R. (1997): *Applied Cost-Benefit analysis*. UK, Edward Elgar.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT, BMLFUW (2003): *Standarddeckungsbeiträge und Daten für die Betriebsberatung im biologischen Landbau 2002/2003*. Wien.
- CSAKI, C. (1985): *Simulation and system analysis in agriculture*. Elsevier, Amsterdam, 262 S.
- EXPERT CHOICE (2002): *Quick Start Guide and Tutorials, Advanced Decision Support Software*. Pittsburg, PA.
- FORMAN, E. and M. A. SELLY (2001): *Decision by Objectives (How to convince Others That you are Right)*. World Scientific Pub Co Inc, Singapore, 402.
- GUO, L. S. and Y. S. HE (1999): Integrated Multi-Criterial Decision Model: a Case Study for the Allocation of Facilities in Chinese Agriculture. *Journal of agricultural Engineering* 73, 87–94.
- HAAS, R., O. MEIXNER, S. PÖCHTRAGER and H. KÖCK (2003): A Decision Model for Evaluating Different Meat Traceability Systems. A Case Study for a New Zealand Meat Processing Plant. In: SCHIEFER, R. und U. RICKERT (Hrsg.): *Quality Assurance, Risk Management and Environmental Control in Agriculture and Food Supply Networks*. Proceedings of 82nd European Seminar of the EAAE, Publ. by Universität Bonn-ILB, Bonn, 195–206.
- HERRERO, M., R. H. FAWCETT and J. B. DENT (1999): Bio-economic evaluation of dairy farm management scenarios using integrated simulation and multiple-objectives models. *Agricultural Systems* 69, 169–188.
- JEREB, E., M. BOHANEK and V. RAJKOVIČ (2003): DEXi – Računalniski program za večparametrsko odločanje. Kranj, Moderna organizacija, 91.
- KLAJIČ, M., I. BERNIK and A. ŠKRABA (2000): Simulation Approach to Decision assessment in Enterprises. *Simulation* 75 (4), 199–210.
- KRAMBERGER, B., A. GSELMAN, A. BOREC und M. KALIGARIČ (2005): Periodische, sehr späte erste Mahd des seminaturalen Dauergrünlandes als Maßnahme zur Förderung der natürlichen Aussamung mit Betonung auf Wiesengräser. *Berichte über Landwirtschaft* 83 (3), 431–446.
- LESKOVAR, R. (1993): Multiple objectives methods of simulation scenario choice for decision support in business system. Ph. D. Thesis, University of Maribor, Faculty of Organizational Sciences, 159.
- MAZZETO, F. and R. BONERA (2003): MEACROS: a tool for multi-criteria evaluation of alternative cropping systems. *European Journal of Agronomy* 18, 379–387.
- LAMPKIN, N. and M. MEASURES (1999): *Organic farm management handbook – 3rd Edition* University of Wales, Aberystwyth, Elm farm research centre, 163.
- MAJKOVIČ, D., A. BOREC, Č. ROZMAN, J. TURK and K. PAŽEK (2005): Multifunctional concept of agriculture: just an idea or the real case scenario? *Drustvena istraživanja* 14 (3), 579–596.
- MEIXNER, O. und R. HAAS (2002): Computergestützte Entscheidungsfindung, Expert Choice und AHP – innovative Werkzeuge zur Lösung komplexer Probleme, *Readline Wirtschaft bei Überreuter*, Frankfurt/Wien, 259.
- MEIXNER, O., S. PÖCHTRAGER und R. HAAS (2004): Evaluierung der Erfolgsfaktoren des EFQM – Modells in der österreichischen Ernährungswirtschaft anhand des Analytischen Hierarchieprozesses. *Agrarwirtschaft* 53, Heft 3 (8), 123–130.
- PAVLOVIČ, M. (1997): *Systemanalyse internationaler Hopfenwirtschaft – Entwicklung des Simulationsmodells für technologisch-ökonomische Analyse auf Hopfenanbaugebieten in Slowenien*, Verlag dr. Kovač, Hamburg, 184.
- PAŽEK, K., Č. ROZMAN and J. TURK (2004): Cost benefit analysis of food processing on organic grassland farms in Slovenia. In: LÜSCHER, A. (ur.), B. JEANGROS (ur.), W. KESSLER (ur.), O. HUGUENIN (ur.), M. LOBSIGER (ur.), N. MILLAR (ur.) and D. SUTEN (ur.). Proceedings of the 20th General Meeting of the European Grassland Federation Luzern, Switzerland, 21–24 June 2004. *Land Use Systems in Grassland Dominated Regions (Grassland science in Europe, Vol. 9)*. Zürich, vdf, Hochschulverlag AG an der ETH: EGF, 73–75.

- PAŽEK, K. (2003): Finančna analiza ocenjevanja investicij dopolnilnih dejavnosti na ekoloških kmetijah (Die Investitionsanalyse der Nebennahrungsmittelproduktion auf ökologischen Familienbetrieben in Slowenien). Magisterarbeit, Universität von Maribor, Fakultät für Landwirtschaft, 168.
- PAŽEK, K., Č. ROZMAN, A. BOREC, J. TURK, D. MAJKOVIČ, M. BAVEC and F. BAVEC (2006): The Multi criteria models for decision support on organic farms. *Biological Agriculture and Horticulture* 24 (1), 73–89.
- POH, K. L., B. W. ANG and F. BAI (2001): A comparative analysis of R&D project evaluation methods. *R&D Management* 31 (1), 63–75.
- ROZMAN, Č., K. PAŽEK, M. BAVEC, F. BAVEC, J. TURK and D. MAJKOVIČ (2005): The Multi-criteria analysis of spelt food processing alternatives on small organic farms. *Journal of sustainable agriculture* 28 (2), 159–179.
- ROZMAN, Č. (2004): Aplikacija simulacijskih modelov in pozitivnega matematičnega programiranja pri ekonomski analizi sadjarske proizvodnje (Anwendung der Simulationsmodellen und positiven mathematischen Programmierung für die Ökonomische Analyse der Obstproduktion. Ph. D. Dissertation, Universität von Maribor, Fakultät für Landwirtschaft, 151.
- ROZMAN, Č., S. Tojnkó, J. TURK, V. PAR und M. PAVLOVIČ (2002): Die Anwendung eines Computersimulationsmodells zur Optimierung der Erweiterung einer Apfelplantage unter den Bedingungen der Republik Slowenien. *Berichte über Landwirtschaft* 80 (4), 632–642.
- ROZMAN, Č. (2001): Nut Growing in Slovenia. NNGA 92nd Annual Report of the Northern Nut Growers Association. New York, Cornell, 70–78.
- SATY, T. L. (1980): *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation*. McGraw-Hill, New York, 287.
- SATY, T. L. (1995): *Decision Making for Leaders. The Analytical Hierarchy Process for Decisions in a Complex World*. Pittsburg, Pa.: RWS Publications, 315.
- SCHNEEBERGER, W., M. SCHACHNER und L. KIRNER (2002): Gründe für die Aufgabe der biologischen Wirtschaftsweise in Österreich. *Die Bodenkultur* 53 (2), 127–132.
- SCHNEEBERGER, W., M. EDER, L. LACOVARA und J. C. GARCIA-ROSELL (2001): Buchführungsergebnisse von biologisch und konventionell wirtschaftenden Futterbau- und Marktfruchtbetrieben in Österreich. *Bodenkultur* 52 (4), 329–341.
- SCHNEEWEISS, C. (1991): Der Analytic Hierarchy Process als spezielle Nutzwertanalyse. In: FANDEL, G. (Hrsg.): *Operations Research. Beiträge zur quantitativen Wirtschaftsforschung*. Springer, Berlin (u. a.), 183–195.
- SCHIEBEL, W., R. HAAS und W. WAGNER (2000): Wie man Neues klug auswählt. Entscheidungsfindung in der Sortimentpolitik mit Hilfe des Analytic Hierarchic Process (AHP) am Beispiel der Marke „Bio+ Mehr als Genuss“. *Cash. Das Handelsmagazin* 12, 62–63.
- TAYLOR, F. D. (2001): Employment-based analysis: an alternative methodology for project evaluation in developing regions, with an application to agriculture in Yucatan. *Ecological Economics* 36 (2), 249–262.
- TIWARI, D. N., R. LOOF and G. N. PAUDYAL (1999): Environmental-economic decision-making in lowland irrigated agriculture using multi-criteria analysis techniques. *Agricultural Systems* 60, 99–112.
- TRIANAPHYLLOU, E. (2000): *Multi-Criteria Decision Making Methods: A comparative Study*, Applied Optimization, Vol. 44, Kluwer Academic Publishers, 320.
- TRIANAPHYLLOU, E. and S. T. MANN (1994): A computational evaluation of the original and revised analytic hierarchy process. *Computers Industrial Engineering*, 26 (3), 609–618.
- TURK, J. and Č. ROZMAN (2001): Economics of integrated walnut production in north-east Slovenia. *Agroecologia Croatica* 1 (1), 55–66.
- TURK, J. and Č. ROZMAN (2002): A feasibility study of fruit brandy production. Universität von Maribor, Fakultät für Landwirtschaft, *Agricultura* 1 (1), 28–33.

Internet Seiten: <http://www.ikc-um.si/>

Anschrift der Verfasser

Univ.-Doz. Dr. Karmen Pažek, Universität von Maribor, Fakultät für Landwirtschaft, Vrbanska 30, 2000 Maribor, Slovenien

Univ.-Doz. Dr. Črtomir Rozman, Universität von Maribor, Fakultät für Landwirtschaft, Vrbanska 30, 2000 Maribor, Slovenien; E-Mail: crt.rozman@uni-mb.si

Univ.-Doz. Dr. Rainer Haas, Universität für Bodenkultur, Gregor Mendel Straße 33, 1180 Wien, Österreich

Eingelangt am 29. Juni 2006

Angenommen am 23. November 2006