

Zur Bonitäts- beurteilung von Wirtschafts- unternehmen durch die Deutsche Bundesbank

Bis zum Beginn der Europäischen Währungsunion gehörte zu den geldpolitischen Instrumenten der Deutschen Bundesbank auch die Diskontpolitik. Im Rahmen individueller Rediskontkontingente kaufte die Bundesbank dabei nach Maßgabe von § 19 BBankG von den Kreditinstituten zu ihrem Diskontsatz „gute Handelswechsel“ an. Die Güte des bei ihr eingereichten Wechselmaterials sicherte die Bundesbank, indem sie die Wechselverbundenen auf ihre Zahlungs- und Bestandsfestigkeit hin prüfte.

Mit Beginn der Währungsunion am 1. Januar 1999 ist zwar der Rediskontkredit entfallen. Die Bundesbank wird aber weiter Wechsel sowie künftig auch Kreditforderungen als Wirtschaftskredite im Rahmen der Refinanzierungsgeschäfte des Europäischen Systems der Zentralbanken (ESZB) von den Kreditinstituten hereinnehmen. Ihre Nutzbarkeit ist breit angelegt: sie können zur Besicherung aller Notenbankkredite¹⁾ verwendet werden.

Allerdings gelten für „notenbankfähige“ Nichtbank-Unternehmen mit Sitz im Inland nun die vergleichsweise strengeren Bonitätsanforderungen des ESZB, die am Qualitätsstandard der unionsweiten Kategorie-1-Sicherheitenliste ausgerichtet sind.

¹ Vgl.: Allgemeine Regelungen für die geldpolitischen Instrumente und Verfahren des Europäischen Systems der Zentralbanken, Deutsche Bundesbank, Informationsbrief zur Europäischen Wirtschafts- und Währungsunion Nr. 15, Oktober 1998.

Die Verfahrensschritte in der Bonitätsanalyse

*Höhere
Bonitäts-
anforderungen
des ESZB*

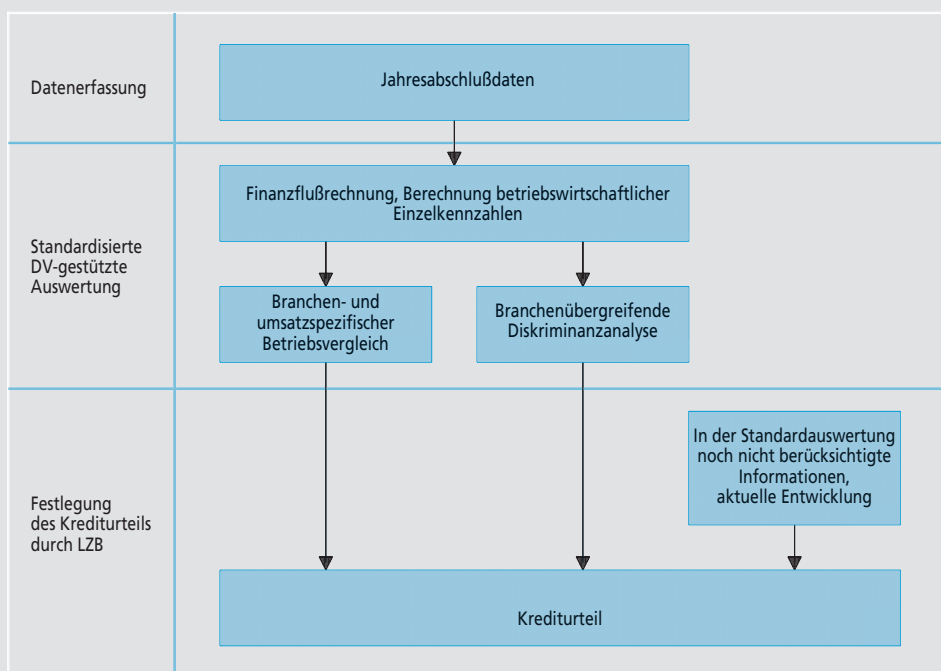
Um den höheren Bonitätsanforderungen gerecht zu werden, hat die Bundesbank für „ihre“ Kategorie-2-Sicherheiten in Form von Wechseln und Kreditforderungen, schon seit dem 1. Juli 1998 beginnend, ein neues Bonitätsbeurteilungsverfahren eingeführt. Es baut auf dem alten auf und setzt wie dieses voraus, daß die Nichtbank-Unternehmen als Schuldner der Sicherheiten – wie vom Wechselrediskontgeschäft her bekannt – aussagefähige Jahresabschlußunterlagen vorlegen. Das neue Beurteilungsverfahren berücksichtigt neben den quantitativen Jahresabschlußdaten nunmehr aber auch qualitative Daten. Die Auswertung dieses Datenkranzes erfolgt mittels neuerer Analysetechniken, nämlich

branchenspezifischer Diskriminanzanalysen und eines Expertensystems, die im folgenden vorgestellt werden. Der Anhang enthält weitere technische Einzelheiten.

Das alte Verfahren sah eine standardisierte Aufbereitung nur für die Jahresabschlußdaten vor, und zwar in Form der Finanzflußrechnung, betriebswirtschaftlicher Einzelkennzahlen, der Diskriminanzanalyse und eines sogenannten Betriebsvergleichs. Auf dieser Datengrundlage erfolgte unmittelbar das Krediturteil durch die Direktoren der zuständigen Hauptstelle der Bank. Gelegentlich flossen in ihr Urteil noch anderweitig verfügbare, auch qualitative Informationen über das zu bewertende Unternehmen ein; diese wurden aber keiner systematischen Aufbereitung oder Verarbeitung unterzogen (siehe Abbildung „Ab-

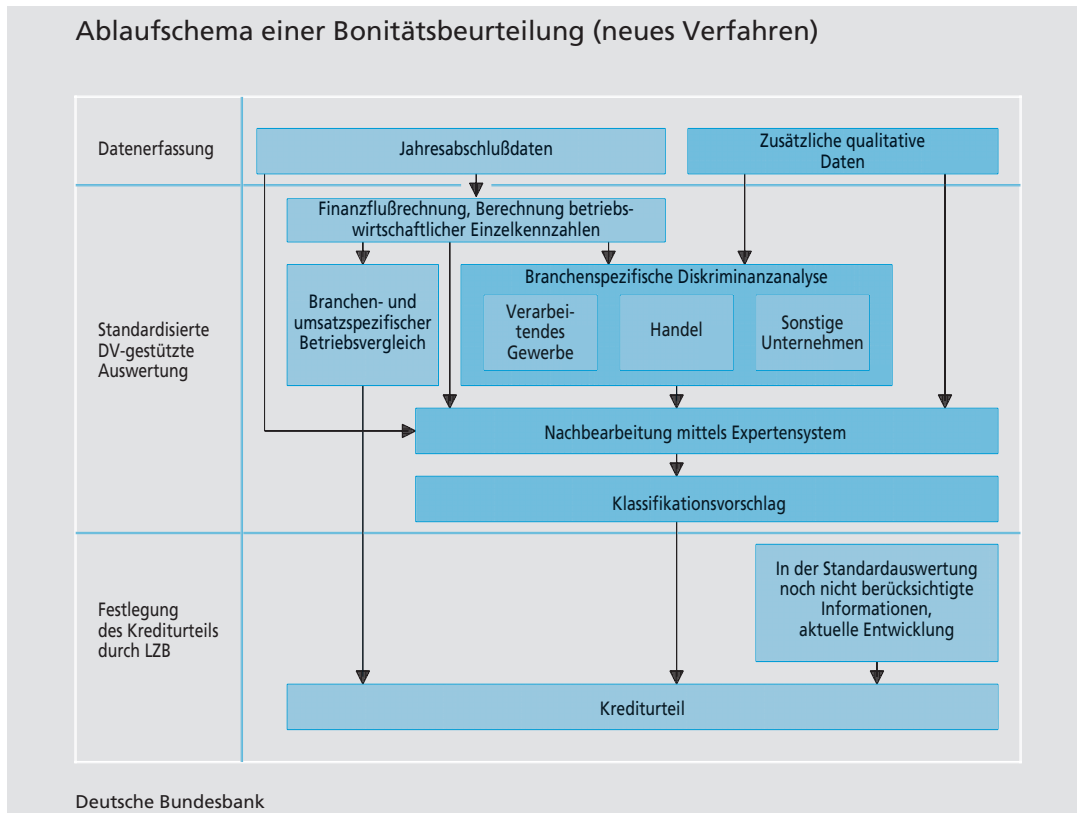
*Das alte
Verfahren
und ...*

Ablaufschema einer Bonitätsbeurteilung (altes Verfahren)



Deutsche Bundesbank

Ablaufschema einer Bonitätsbeurteilung (neues Verfahren)



laufschema einer Bonitätsbeurteilung – altes Verfahren“).

laufschema einer Bonitätsbeurteilung – neues Verfahren“).

... das neue Verfahren

Das neue Bonitätsbeurteilungsverfahren der Bundesbank dagegen bereitet das Krediturteil wesentlich komplexer vor. Sowohl die quantitativen Jahresabschlußzahlen als auch qualitative Informationen über ein Unternehmen werden einer differenzierteren Diskriminanzanalyse unterworfen und anschließend von einem Expertensystem nachbearbeitet. Am Ende dieser standardisierten Datenverarbeitung wird somit automatisiert ein schon sehr fundiertes Krediturteil generiert. Aber auch dieses bedarf noch der Bestätigung und notfalls der Abänderung durch die Hauptstellendirektoren aufgrund zusätzlicher Informationen und Erkenntnisse (siehe Abbildung „Ab-

Erster Schritt: Datenerfassung

Am Anfang des Analyse- und Bewertungsprozesses steht die Erfassung und Aufbereitung von Jahresabschluß- und – jetzt zusätzlich – qualitativen Unternehmensdaten. Sie erfolgt wie bisher durch die Zweiganstalten der Bundesbank basierend auf mindestens zwei aufeinanderfolgenden Jahresabschlüssen. Die Daten werden in einen Erfassungsbogen übernommen, in dem auch das erkennbare Bilanzierungsverhalten des Unternehmens sowie weitere qualitative Angaben zum Unternehmen festgehalten werden.

Erfassung von mindestens zwei Jahresabschlüssen

*Bilanzierungs-
verhalten*

Mit der Berücksichtigung des Bilanzierungsverhaltens wird der Tatsache Rechnung getragen, daß der Gesetzgeber dem Bilanzierungspflichtigen Bewertungswahlrechte einräumt, die den Aussagegehalt der Jahresabschlußzahlen verändern können. Erkenntnisse zum Bilanzierungsverhalten beziehungsweise zur Nutzung von Wahlrechten werden vor allem aus dem Anhang zum Jahresabschluß gemäß § 284 HGB gewonnen. Darüber hinaus erhält die Bundesbank aber aus anderen Quellen, zum Beispiel Gesprächen mit der Geschäftsleitung, ergänzende Informationen zur Bilanzpolitik. Sie können sich auf folgende Positionen beziehen: Ansatz von Rückstellungen, Umfang der aktivierten Herstellungskosten, Art und Höhe der Abschreibungen, Bewertung der Vorräte, Zinssatz für Pensionsrückstellungen, außerordentliche gewinnbeeinflussende Faktoren und Liquiditätslage am Bilanzstichtag.

Für jedes Unternehmen wird im einzelnen geprüft, ob es seine bilanziellen Gestaltungsspielräume signifikant anders nutzt als die Mehrheit der im Geschäftsverkehr der Bundesbank vorkommenden Unternehmen. Ergibt sich dabei insgesamt eine Abweichung in der einen oder anderen Richtung, wird das Bilanzierungsverhalten als konservativ oder progressiv eingestuft. Wegen der empirisch bestätigten Regel, daß sich gute Unternehmen durch konservative Bilanzpolitik, das heißt gewinnmindernde Nutzung von Wahlrechten, tendenziell „ärmer“ und schlechte Unternehmen durch progressive Bilanzpolitik, das heißt gewinnsteigernde Nutzung von Wahlrechten, tendenziell „reicher“ rechnen, werden so – ergänzend zu den Bilanzdaten –

in objektiver Form für die Bonitätsanalyse wichtige Informationen erschlossen.

Des Weiteren werden ergänzende Informationen, zum Beispiel zum Alter des Unternehmens, seiner Größe und seiner Rechtsform, erfaßt.

*Weitere
Informationen*

Zweiter Schritt: Standardisierte Datenauswertung

Aus den nach einem bestimmten Schema aufbereiteten Jahresabschlußdaten werden bei der Auswertung eine Finanzflußrechnung erstellt und zusätzlich betriebswirtschaftlich aussagekräftige Einzelkennzahlen zur Finanz- und Ertragslage des betrachteten Unternehmens ermittelt.

*Finanzfluß-
rechnung und
Berechnung
von Kenn-
zahlen*

Die von der Bundesbank entwickelte Finanzflußrechnung ist dabei mehr als eine einfache Mittelherkunfts- und Mittelverwendungsrechnung. Abgeleitet aus den Zahlen von Bilanz sowie Gewinn- und Verlustrechnung werden die Zahlungsströme eines Unternehmens im Sinne eines geschlossenen Systems nach Umsatz-, Investitions- und Finanzbereich aufgegliedert und der sich hieraus ergebende finanzielle Überschuß oder Fehlbetrag ermittelt. Dies ermöglicht einen Einblick in die Investitions- und Finanzpolitik eines Unternehmens sowie die Beurteilung seiner Fähigkeit, disponible Mittel zu erwirtschaften. Beides sind wichtige Informationen über die Bestandsfestigkeit eines Unternehmens und damit für die abschließende Festlegung des Krediturteils.

Betriebs-
vergleich

Gleiches gilt für den sogenannten Betriebsvergleich, der anhand branchen- und umsatzgrößenspezifischer Quartile der Einzelkennzahlen erfolgt. Für die Einteilung in Branchen verwendet die Bundesbank die Wirtschaftszweigsystematik des Statistischen Bundesamtes, mit der jedes Unternehmen der Branche, in der sein Hauptgeschäftsfeld liegt, zugeordnet wird. Zum Zweck besserer Vergleichbarkeit ist jede Branche noch einmal in maximal drei Umsatzgrößenklassen eingeteilt. In das standardisierte Verfahren werden – soweit im Datenbestand verfügbar – die Auswertungen mindestens der letzten zwei, möglichst aber drei Jahre einbezogen, so daß die Unternehmensentwicklung bezogen auf die Wettbewerber im Zeitablauf beurteilt werden kann.

Auswertungs-
schritte

Die aus Finanzflußrechnung und Jahresabschluß gewonnenen Kennziffern sind Ausgangsmaterial für die eigentliche Auswertung. Sie besteht aus zwei Teilen: (1) der Diskriminanzanalyse, dieses mathematisch-statistische Verfahren liefert eine erste Einordnung der Bestandsfestigkeit des auszuwertenden Unternehmens, und (2) dem Expertensystem, mit dem die Ergebnisse der Diskriminanzanalyse durch eine regelbasierte Verarbeitung weiterer Informationen mit dem Ziel einer eindeutigeren Klassifizierung des Unternehmens nachbearbeitet werden.

Einordnung
in Bonitäts-
bereiche durch
Diskriminanz-
analyse

Mittels der Diskriminanzanalyse wird für jedes Unternehmen eine Gesamtkennzahl ermittelt, die sich aus der Summe gewichteter betriebswirtschaftlicher Einzelkennzahlen ergibt. Anhand der Gesamtkennzahl läßt sich dann ein Unternehmen in einen der drei Bonitätsbereiche einordnen, nämlich: „Be-

Einzelkennzahlen zur Berechnung der
Diskriminanzfunktionen

Branche	Kennzahlen in der Diskriminanzfunktion
Verarbeitendes Gewerbe	Eigenkapital-/Pensionsrückstellungsquote 1) Gesamtkapitalrendite 2) Eigenkapitalrendite 3) Kapitalrückflußquote 4) Nettozinsquote 5) Bilanzierungsverhalten
Groß- und Einzelhandel	Eigenkapitalquote 6) Eigenkapitalrendite Kapitalrückflußquote Bilanzierungsverhalten
Sonstige Unternehmen	Eigenkapitalquote Eigenkapitalrendite Kapitalrückflußquote Bilanzierungsverhalten

1 Berichtigtes Eigenkapital und Pensionsrückstellungen in % des Gesamtkapitals. — 2 Gewinn/Verlust vor Gewinnsteuern und vor Zinsaufwand in % des Gesamtkapitals. — 3 Gewinn/Verlust vor Gewinnsteuern in % des berichtigten Eigenkapitals. — 4 Einnahmen-/Ausgabenüberschuß in % des investierten Kapitals. — 5 Zinssaldo in % des Umsatzes/der Gesamtleistung. — 6 Berichtigtes Eigenkapital in % des Gesamtkapitals.

Deutsche Bundesbank

reich einwandfreier Bonität“ (A-Bereich), „Indifferenter Bereich“ (B-Bereich) und „Gefährdungsbereich“ (C-Bereich).

Während die Bundesbank bisher nur eine einzige Diskriminanzfunktion für alle Unternehmen benutzte, ermittelt sie nun, um eine nochmals etwas verbesserte Klassifikationsleistung des Verfahrens zu erzielen, für (a) das Verarbeitende Gewerbe, (b) den Groß- und Einzelhandel und (c) den Rest der „Sonstigen Unternehmen“ drei unterschiedliche Diskriminanzfunktionen. In diese branchenspezifischen Diskriminanzfunktionen wird – als weitere Neuerung – gleichzeitig das qualitative Merkmal „Bilanzierungsverhalten“ als Einzelkennzahl einbezogen (vergleiche obenstehende Tabelle).

Branchenspezifische Diskriminanzfunktionen mit Bilanzierungsverhalten

*Nachbearbeiten
der Diskrimi-
nanzanalyse*

Das Ergebnis der Diskriminanzanalyse ist allerdings noch nicht ausreichend trennscharf. Die Gesamtkennzahl – ob branchenspezifisch oder nicht – bleibt eine Größe, mit der ein Datenbestand lediglich „vorsortiert“ wird und die nur eine relativ grobe Unternehmensklassifikation in die erwähnten drei Bonitätsbereiche A, B und C liefert. Nachbearbeitungsdürftig sind insbesondere die B-Unternehmen, weil sie nicht eindeutig klassifiziert sind. Diese Nachbearbeitung gehörte bisher zum Aufgabenbereich des Kreditsachbearbeiters. Künftig erfolgt sie zu einem guten Teil in standardisierter Form.

*Standardisierte
Nachbearbei-
tung durch
Expertensystem*

Dazu bedient man sich eines Expertensystems. Mit einem solchen modernen Verfahren – das den zweiten Teil der Datenauswertung darstellt – wird die Vorgehensweise eines menschlichen Experten bei der Entscheidungsfindung nachgebildet. Es trifft seine Klassifikationsentscheidung mit Hilfe von Regeln und kann dadurch aufzeigen, welche logischen Schlußfolgerungen ihr zugrunde liegen. Im Gegensatz zu anderen Klassifikationsverfahren, wie zum Beispiel neuronalen Netzen, erfüllen Expertensysteme damit die für die Kreditbeurteilung wichtige Voraussetzung, daß die von ihnen gefällte standardisierte Entscheidung vom Kreditsachbearbeiter nachvollzogen werden kann.

*Aufgabe des
Experten-
systems*

Die durch die Diskriminanzfunktionen bereits vorsortierten Unternehmen werden durch das regelbasierte Expertensystem konkret mit drei Zielen nachbearbeitet: (1) Verringerung der Zahl der B-Unternehmen, indem versucht wird, diese Unternehmen möglichst vollständig dem A- oder C-Bereich zuzuordnen.

(2) Standardisierte Verarbeitung zusätzlicher Informationen, die im bisherigen Verlauf der Auswertung noch nicht berücksichtigt wurden, damit ein möglichst umfassendes Bild über die Bestandskraft des auszuwertenden Unternehmens entsteht. (3) Unterstützung der Direktoren der Hauptstellen bei der endgültigen Festlegung des Krediturteils.

Das Expertensystem wird mit der Gesamtkennzahl aus der Diskriminanzanalyse sowie zusätzlichen Jahresabschlußdaten und qualitativen Informationen „gefüttert“. Dabei handelt es sich zum Beispiel um die Rechtsform, die Größe und das Alter des Unternehmens, die Finanzierung des Anlagevermögens und Jahresveränderungsraten verschiedener Kennzahlen.

Diese zusätzlichen Informationen werden vom Expertensystem anhand betriebswirtschaftlich abgeleiteter und statistisch gesicherter Regeln verarbeitet. Jede dieser Regeln verändert, wenn ein Unternehmen die für sie geltenden Voraussetzungen erfüllt, seine Gesamtkennzahl: Gelten die Regelvoraussetzungen für bestandsfeste Unternehmen, so wird die Gesamtkennzahl erhöht, andernfalls wird sie verringert. Allerdings soll die Nachbearbeitung durch das Expertensystem die Gesamtkennzahl nur moderat korrigieren, deshalb ist es so normiert, daß es kein A-Unternehmen in den C-Bereich und umgekehrt klassifiziert. Aus der Menge der im Expertensystem vorhandenen Regeln aktiviert es für das auszuwertende Unternehmen all die, die auf den konkreten Fall anwendbar sind. Darunter werden in den meisten Fällen sowohl die Gesamtkennzahl erhöhende als auch vermindernde sein. Innerhalb der Ge-

sambewertung durch das Expertensystem werden deshalb die konkurrierenden Regeln gegeneinander abgewogen.

*Klassifikations-
vorschlag als
Ergebnis*

Im Endergebnis liefert das System für den Großteil der Unternehmen einen eindeutigen Klassifikationsvorschlag. Während nach der Diskriminanzanalyse noch mehr als 17 % der zu klassifizierenden Unternehmen in den indifferenten B-Bereich fallen, verbessert das Expertensystem die Eindeutigkeit der Zuordnung deutlich: Nur noch circa 6 % der Unternehmen bleiben ohne klare Zuordnung.

Dritter Schritt: Krediturteil

*Kein automa-
tisiertes Kredit-
urteil*

Trotz aller Anstrengung, den Entscheidungsprozeß im Rahmen eines Bonitätsbeurteilungsverfahrens zu automatisieren und zu standardisieren, läßt sich ein abschließendes Krediturteil allein unter Einsatz moderner DV-gestützter Systeme nicht fällen. Solche Verfahren vermögen zwar den Menschen bei der Entscheidungsfindung zu unterstützen und von Routinearbeiten zu entlasten. Seine Erfahrungen und Kenntnisse können sie aber nicht vollständig ersetzen. Deshalb wird das abschließende Krediturteil – „notenbankfähig“ oder „nicht notesbankfähig“ – auch künftig durch die Direktoren der Hauptstellen der Bundesbank getroffen.

*Überprüfung des
Klassifikations-
vorschlages*

Sie werden sich dabei zusätzlich zu dem hier dargestellten automatisierten Verfahren vor dem endgültigen Krediturteil zumindest noch zwei Fragen stellen: (1) Gibt es noch Daten zur aktuellen Unternehmensentwicklung, die im standardisierten Verfahren unbeachtet ge-

blieben sind? (2) Gibt die standardisierte Bilanzauswertung ein plausibles Bild, oder sind ihr spezifische Verhältnisse entgangen, die ein anderes Krediturteil sachgerecht erscheinen lassen? In Abhängigkeit von diesen individuell zu beantwortenden Fragen kann oder muß das Krediturteil vom Klassifikationsvorschlag aus der standardisierten Bonitätsbeurteilung abweichen.

Im Ergebnis erreicht die Bundesbank mit ihrem neuen Bonitätsbeurteilungsverfahren für Wirtschaftsunternehmen zweierlei: Einerseits ermöglicht die weitgehende Standardisierung des Verfahrens eine effiziente und transparente Bearbeitung einer großen Zahl von Jahresabschlüssen. Andererseits bleibt aber das im Kreditgeschäft geforderte Maß an individueller Entscheidung gewahrt.

Das Krediturteil aus der Bonitätsüberprüfung durch die Bundesbank wird sowohl dem bewerteten Unternehmen als auch dem Kreditinstitut, das den Wirtschaftskredit an das Unternehmen als Kreditsicherheit bei der Bundesbank nutzen will, mitgeteilt. Wichtig ist jedoch, daß das Bundesbank-Bonitätsurteil nicht auf das Kreditgeschäft der Geschäftsbanken übertragbar ist. Ein Bonitätsurteil „nicht notesbankfähig“ darf keinesfalls mit „nicht kreditwürdig“ im Bankgeschäft gleichgesetzt werden, weil der strenge, sich unter anderem an einem Rating der oberen Bonitätsklasse orientierende ESZB-Standard nicht auf die Kreditvergabe der Banken übertragen werden kann.

*Bonitäts-
beurteilung:
standardisiert
und doch
flexibel ...*

*... jedoch nicht
auf Kredit-
geschäft der
Geschäfts-
banken
übertragbar*

Der Textanhang zu diesem Aufsatz ist auf den folgenden Seiten abgedruckt.

Anhang

Erläuterungen zu den Klassifikationsverfahren

Diskriminanzanalyse

Diskriminanzanalyse – ein mathematisch-statistisches Verfahren

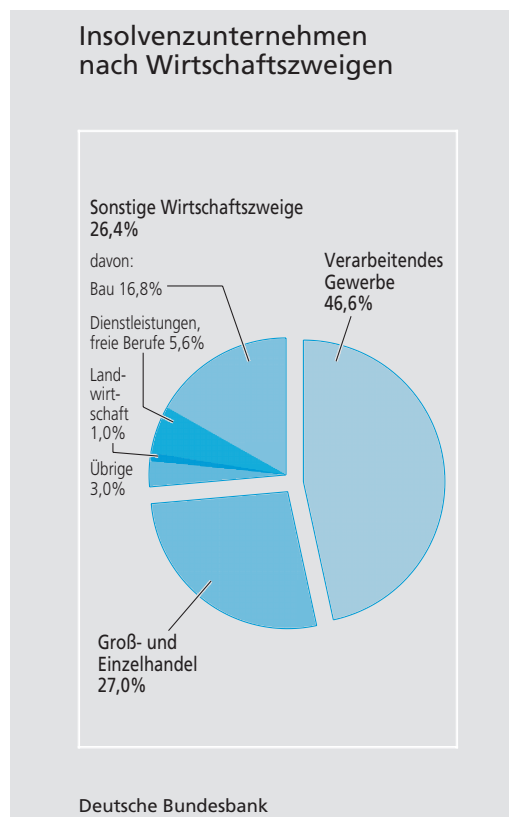
Die Diskriminanzanalyse ist ein mathematisch-statistisches Verfahren, mit dem Objekte mit Hilfe beobachtbarer Merkmale genau einer von mindestens zwei überschneidungsfreien Teilmengen zugeordnet werden. Für Zwecke der Bonitätsbeurteilung sind die Objekte die zu klassifizierenden Unternehmen, die beobachteten Merkmale sind die Unternehmensdaten, wie zum Beispiel betriebswirtschaftliche Kennzahlen. Die überschneidungsfreien Teilmengen werden aus einer Stichprobe mit einerseits insolvent gewordenen Unternehmen und andererseits zweifelsfrei solventen Unternehmen definiert. Die Diskriminanzanalyse bei der Bundesbank läuft in folgenden vier Schritten ab:

1. Schritt: Berechnung der betriebswirtschaftlichen Kennzahlen

Um ein möglichst umfassendes Bild zur Bestandskraft eines Unternehmens zu erhalten, werden bei der Bundesbank aussagekräftige Kennzahlen zur Vermögens-, Ertrags- und Finanzlage ermittelt. Diese quantitativen Kennzahlen können grundsätzlich ohne weitere Aufbereitung zur Bestimmung der Diskriminanzfunktion verwendet werden. Im Gegensatz zu ihnen müssen qualitative Kennzahlen²⁾, wie beispielsweise das Bilanzierungsverhalten, vor einer Verarbeitung noch skaliert werden, das heißt die verbalen Ausprägungen müssen so in Zahlen „übersetzt“ werden, daß eine mathematische Verarbeitung möglich wird.

2. Schritt: Bestimmung einer Stichprobe

Mit einer Stichprobe, die repräsentativ für die im Geschäftsverkehr zu beurteilenden Unternehmen ist, werden die Diskriminanzfunktionen bestimmt



und anschließend wird deren Leistungsfähigkeit ermittelt. Die Stichprobe setzt sich aus solventen und insolventen³⁾ Unternehmen zusammen. Wegen der geringeren Anzahl bestimmen die zur Verfügung stehenden insolventen Unternehmen die Größe der Stichprobe, weil es aus statistischen Gründen günstig ist, gleich viele solvente und insolvente Unternehmen in die Stichprobe aufzunehmen. In die Stichprobe für die aktuelle Diskriminanzanalyse der Bundesbank gehen die letzten verfügbaren Abschlüsse 1995, 1996 oder 1997 insolvent gewordener Unternehmen ein. Diesen Abschlüssen wird eine gleich große Anzahl vergleich-

² Qualitative Kennzahlen sind solche Größen, die nicht kontinuierlich und oftmals nur in verbaler Form vorliegen.

³ Ein Unternehmen wird dann als insolvent angesehen, wenn gegen es ein Konkurs- oder Vergleichsverfahren beantragt wurde.

barer⁴⁾ Abschlüsse solventer Unternehmen gegenübergestellt. Die Zusammensetzung der Stichprobe nach Branchen ist im Schaubild auf Seite 58 dargestellt.

*3. Schritt:
Bestimmung
der Diskrimi-
nanzfunktion*

In dem angewandten Fall der linearen Diskriminanzfunktion werden die Unternehmen nach folgender Regel klassifiziert: Man bestimmt den Gesamtkennzahl genannten Diskriminanzwert Z , $Z = a_1 \cdot x_1 + \dots + a_n \cdot x_n$, mit x_1, x_2, \dots, x_n als den eingehenden Kennzahlen und mit a_1, a_2, \dots, a_n als ihren zugehörigen Gewichten. Ist Z größer als der Cut-off-point Z_{co} , wird das entsprechende Unternehmen den bestandskräftigen, andernfalls den nicht bestandskräftigen Unternehmen zugeordnet.

Die Diskriminanzanalyse liefert aus den Daten der Stichprobe für eine bestimmte Kennzahlenkombination x_1, x_2, \dots, x_n optimale Parameter a_1, a_2, \dots, a_n und Z_{co} in dem Sinne, daß für diese Diskriminanzfunktion der Klassifikationsfehler⁵⁾ minimiert wird.

*4. Schritt:
Beurteilung der
Leistungsfähigkeit
durch ...*

Zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit werden statistische Signifikanztests⁶⁾, der erwartete Klassifikationsfehler und die Trennschärfe des Modells herangezogen. Die letzten beiden Größen werden aus der Stichprobe bestimmt.

*... Klassifikationsfehler
und ...*

Dazu teilt man idealerweise die Stichprobe in eine Analyse- und eine Teststichprobe; mit der Analysestichprobe werden die Gewichte der Diskriminanzfunktion berechnet, auf der Teststichprobe wird dann ihre Klassifikationsleistung geschätzt. Die Bundesbank zieht dafür die in Fußnote 5 beschriebenen Klassifikationsfehler heran. Dieses Vorgehen setzt jedoch einen Mindestumfang der Stichproben voraus, welcher durch die zu erzielende Fehlergenauigkeit bestimmt wird. So kann bei einer Stichprobe von 100 Unternehmen schon ein Aus-

reißer den Fehler um einen Prozentpunkt verzerren. Wegen der branchenspezifischen Aufgliederung der in der Diskriminanzanalyse untersuchten Unternehmen kann bei der Bundesbank trotz des vorhandenen großen Datenbestandes diese strenge Anforderung nicht erfüllt werden. Deshalb werden die Diskriminanzfunktionen auf einem Teil der Stichprobe und die Klassifikationsfehler auf der gesamten Stichprobe bestimmt.

Mit der Trennschärfe wird festgestellt, wie sicher die Unternehmen den beiden Gruppen zugeordnet werden. Es gilt nämlich, daß ein Unternehmen mit um so höherer Wahrscheinlichkeit zu einer bestimmten Gruppe gehört, je weiter seine Gesamtkennzahl Z vom Cut-off-point entfernt ist. Darauf beruht auch die von der Bundesbank vorgenommene Einteilung in die Bonitätsbereiche: Der B-Bereich ist durch Gesamtkennzahlen in einem Intervall um den Cut-off-point herum gekennzeichnet, der A- und C-Bereich durch Gesamtkennzahlen, die oberhalb beziehungsweise unterhalb des B-Bereiches liegen.

... Trennschärfe

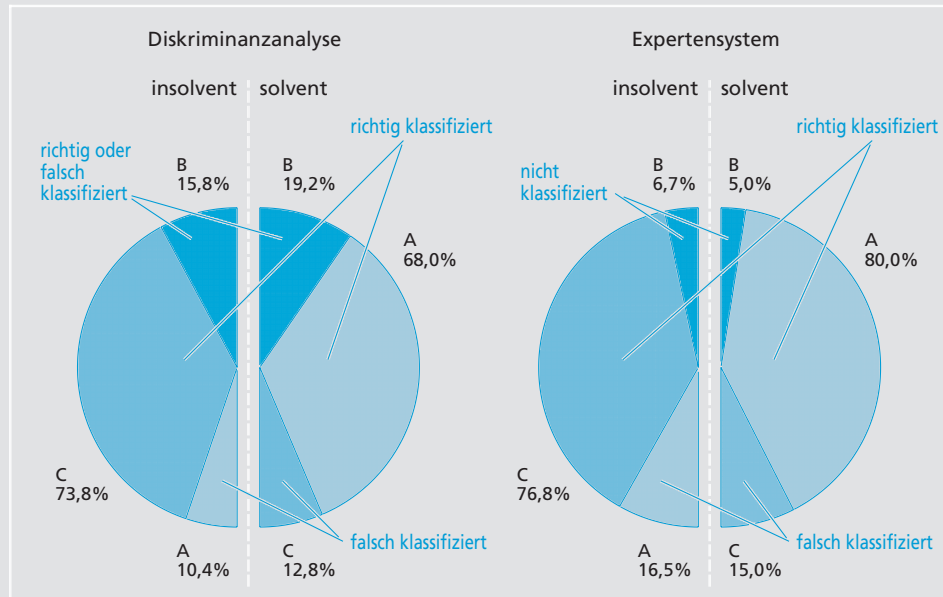
Somit sind insolvente oder solvente Unternehmen mit Gesamtkennzahlen aus dem A- beziehungsweise C-Bereich immer falsch klassifiziert; insolvente oder solvente Unternehmen des B-Bereiches sind nur dann falsch klassifiziert, wenn ihre Gesamtkennzahl oberhalb beziehungsweise unterhalb des Cut-off-points liegt. In dem Schaubild auf

4 Die Vergleichbarkeit wurde hergestellt, indem jedem insolventen Unternehmen ein solventes Unternehmen aus dem gleichen Hauptwirtschaftszweig und dem gleichen Bilanzjahr gegenübergestellt wurde.

5 Der mögliche Klassifikationsfehler teilt sich in zwei Komponenten auf: den α -Fehler als Anteil der als solvent eingestuften insolventen Unternehmen an allen insolventen Unternehmen und den β -Fehler als Anteil der als insolvent eingestuften solventen Unternehmen an allen solventen Unternehmen.

6 Ein Signifikanztest beantwortet die Frage, ob das Ergebnis eines statistischen Verfahrens möglicherweise zufällig zustande gekommen ist.

Klassifikationsergebnisse der Stichprobe nach Diskriminanzanalyse und Expertensystem



A: Bereich einwandfreier Bonität. — B: Indifferenter Bereich. — C: Gefährdungsbereich.

Deutsche Bundesbank

Seite 60 ist die Leistungsfähigkeit der Diskriminanzfunktionen der Bundesbank über alle Branchen dargestellt. Der gesamte Klassifikationsfehler, der die im B-Bereich falsch klassifizierten Unternehmen mit einschließt, ist mit rund 19% akzeptabel, aber die Trennschärfe des Verfahrens ist mit über 17% in den indifferenten B-Bereich klassifizierten Unternehmen unbefriedigend.

Da mehr Kennzahlen zur Verfügung stehen als für eine Diskriminanzfunktion benötigt, werden die Schritte 2 und 3 mit verschiedenen Kennzahlenkombinationen wiederholt, bis ein optimales Ergebnis vorliegt. Im Ergebnis gehen in die optimale Diskriminanzfunktion aus den verfügbaren Kennzahlen diejenigen ein, die sich empirisch als die aussagekräftigsten zur Trennung beider Gruppen erwiesen haben.

Nach der in den erwähnten vier Schritten erfolgreich ausgeführten Diskriminanzanalyse gestatten es die gewonnenen Diskriminanzfunktionen – weil die Stichprobe die Verhältnisse in der Gesamtheit der Unternehmen angemessen widerspiegelt – unbekannte Unternehmen in solche mit überwiegenden Merkmalen solventer und solche mit überwiegenden Merkmalen insolventer Unternehmen einzuteilen. Diese Zuordnung erfolgt dabei durch die in der Diskriminanzfunktion enthaltenen Kennzahlen mit ihren entsprechenden Gewichten.

Expertensystem

Expertensysteme sind Verfahren der Künstlichen Intelligenz, mit denen der Prozeß der Entscheidungsfindung bei menschlichen Experten – daher der Name – auf Computersystemen nachgebildet wird. Mit solchen Systemen können, wie auch mit

Klassifikation unbekannter Unternehmen

Expertensysteme – ein Verfahren der Künstlichen Intelligenz

der Diskriminanzanalyse, Klassifikationsprobleme gelöst werden. Bei der Bundesbank besteht das Klassifikationsproblem darin, den zu beurteilenden Unternehmen eine Gesamtkennzahl des A- oder C-Bereiches zuzuordnen, um zu einem eindeutigen Klassifikationsvorschlag zu kommen.

*Experten-
systeme versus
Diskriminanz-
analyse*

Im Gegensatz zur Diskriminanzanalyse, bei der, wie oben beschrieben, die Klassifikationsregel empirisch abgeleitet wird, benötigen Expertensysteme Vorwissen in Form von allgemeingültigen Regeln. Dafür können Expertensysteme mit fehlenden Daten gut zurechtkommen: es werden immer nur die Regeln zur Entscheidungsfindung herangezogen, deren Voraussetzungen gegeben sind. Die Gesamtkennzahl hingegen kann mittels Diskriminanzfunktion nur berechnet werden, wenn alle in ihre Berechnung eingehenden Einzelkennzahlen bekannt sind. Wegen dieses unterschiedlichen Verarbeitungsprozesses ergänzen sich beide Verfahren recht gut.

*Regeln des
Experten-
systems*

Die Regeln des Expertensystems können theoretisch oder aus statistisch beobachteten Tatsachen abgeleitet werden und müssen der folgenden logischen Struktur genügen:

Wenn Eigenschaft 1 und wenn Eigenschaft 2 und ... und wenn Eigenschaft N zutreffen dann erhöhe (oder verringere) die Gesamtkennzahl.

*Verbal
formulierte
Regeln*

Die Eigenschaften im Wenn-Teil der Regel sind quantifizierbare und zunächst unscharf⁷⁾ verbal formulierte Merkmale (hoch, mittel, klein oder rückläufig, gleichgeblieben, zunehmend und so weiter). Sie lauten beispielsweise „Wenn der Umsatz im Vergleich zum Vorjahr rückläufig ist“ oder „Wenn der Umsatz gegenüber dem Vorjahr unverändert ist“. Die unscharfe Formulierung und Verarbeitung der Regeln ist am menschlichen Denken

orientiert und erhöht Akzeptanz und Leistungsfähigkeit des Systems.

Im Verarbeitungsprozeß innerhalb des Expertensystems wird für jede Regel geprüft, ob ihre Voraussetzungen für das zu beurteilende Unternehmen erfüllt sind. Das bedeutet, daß zunächst festgestellt wird, ob die Eigenschaften 1 bis N einer konkreten Regel zutreffen. Um im Beispiel fortzufahren: Es muß festgestellt werden, ob eine sich aus den Jahresabschlußdaten ergebende Umsatzveränderung „rückläufig“ oder „unverändert“ ist.

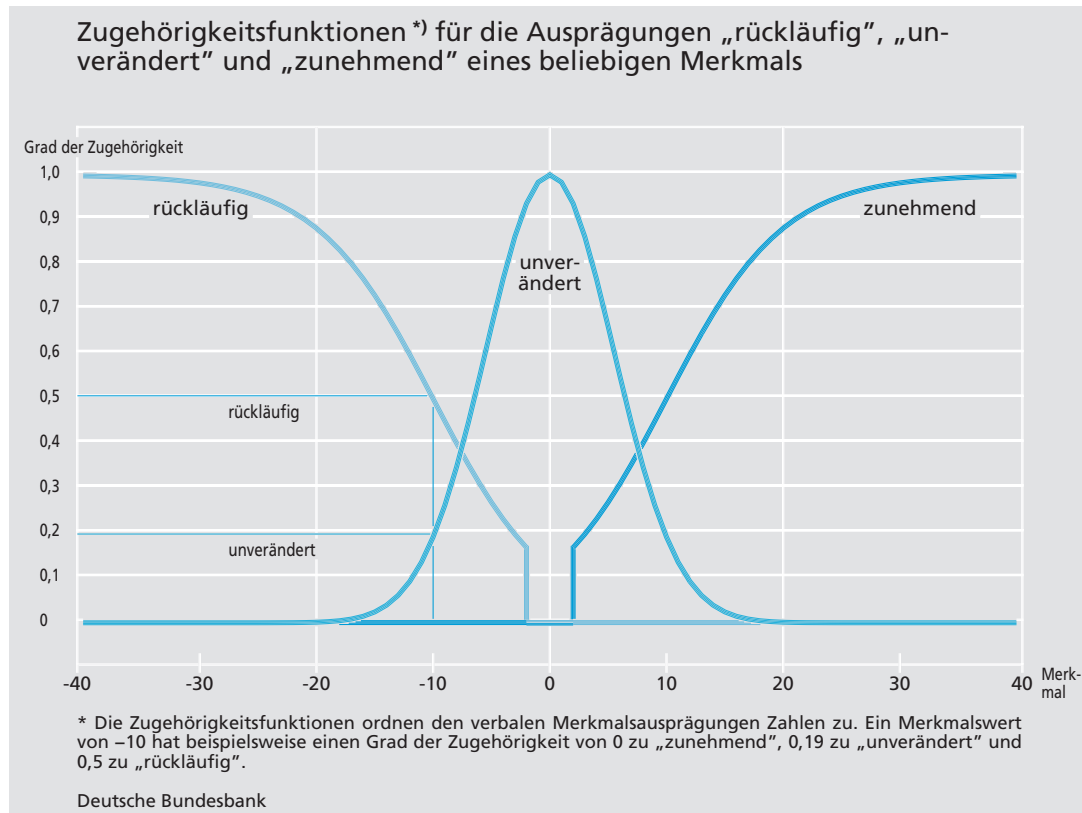
Für die Verarbeitung im System müssen die unscharfen Merkmale selbstverständlich wieder in konkrete Zahlen „übersetzt“ werden, das heißt die Merkmalsausprägungen „rückläufig“, „unverändert“ und so weiter müssen quantifiziert werden. Diese Übersetzung geschieht für jede Eigenschaft in den Regelvoraussetzungen durch eine spezielle Zugehörigkeitsfunktion. Eine solche Funktion bestimmt auf einer stetigen Skala von 0 bis 1 wie sehr diese bestimmte Eigenschaft erfüllt ist. Je größer der Grad der Zugehörigkeit ist, um so mehr ist die Eigenschaft erfüllt; bei einem Grad von Null ist die Eigenschaft nicht erfüllt, bei 1 ist sie vollständig erfüllt. Die Zugehörigkeitsfunktionen können sich überlappen, so daß beispielsweise eine sich aus den Bilanzdaten ergebende Umsatzveränderung sowohl einen Zugehörigkeitsgrad zu „rückläufig“ als auch zu „ungefähr gleichgeblieben“ haben kann.

In der Abbildung auf Seite 62 ist dieses Konzept für ein beliebiges Merkmal mit den Ausprägungen „rückläufig“, „unverändert“ und „zunehmend“ verdeutlicht. Über die Zugehörigkeitsfunktionen

*Zunächst
Prüfung der
Regelvoraus-
setzungen*

*Übersetzung
in Zahlen*

⁷⁾ Ein System, das Merkmale in dieser Form verarbeitet, wird auch als Fuzzy-System bezeichnet.



ergeben sich grundsätzlich fünf verschiedene Bereiche für ein Merkmal:

- drei Bereiche eindeutiger Zugehörigkeit, in denen das Merkmal – mit variierendem Zugehörigkeitsgrad – nur „rückläufig“, „unverändert“ oder „zunehmend“ ist und
- zwei Übergangsbereiche, in denen ein fließender Übergang zwischen den eindeutigen Bereichen stattfindet, weil in ihnen das Merkmal sowohl „unverändert“ als auch „rückläufig“ oder sowohl „unverändert“ als auch „zunehmend“ ist.

geschieht durch $e_i = \gamma_i \cdot p_1^1 \cdot p_2^2 \cdot \dots \cdot p_i^N$ mit γ_i als dem absoluten Regelgewicht und p_1^1, \dots, p_i^N als dem Erfülltheitsgrad der im Wenn-Teil der i -ten Regel aufgeführten N Eigenschaften. Nach Einführung einer weiteren Größe

$$\Delta Z_i = \begin{cases} Z^+ > 0, & \text{falls die Gesamtkennzahl erhöht werden soll} \\ Z^- < 0, & \text{falls die Gesamtkennzahl verringert werden soll} \end{cases}$$

wird dann mit $Z^{\text{neu}} = Z + \frac{\sum_{i=1}^M e_i \cdot \Delta Z_i}{\sum_{i=1}^M e_i}$ eine neue,

durch das Expertensystem korrigierte, Gesamtkennzahl errechnet. Anschaulich kann dieser Ausdruck so interpretiert werden, daß die Regeln mit den verschiedenen Dann-Teilen gegeneinander abgewogen werden und das Ergebnis dieser Abwägung so normiert wird, daß für kein Unternehmen die Gesamtkennzahl Z aus der Diskriminanzanalyse

Korrektur der
Gesamt-
kennzahl

Unter der Annahme, daß das Expertensystem mit M verschiedenen Regeln arbeitet, läßt sich für jede dieser Regeln mit Hilfe der Zugehörigkeitsfunktionen eine als Erfülltheitsgrad der i -ten Regel ($i = 1, \dots, M$) bezeichnete Größe e_i berechnen. Das

um mehr als Z^+ oder Z^- erhöht beziehungsweise verringert wird. Aus dem angegebenen Ausdruck für Z^{neu} läßt sich durch Vergleich der Erfülltheitsgrade ablesen, welche Regeln welchen Einfluß in diesem Abwägungsprozeß hatten. Damit ist das System in der Lage, seine Entscheidung transparent nach außen zu vermitteln.

*Optimierung
des Experten-
systems*

Die Formel für die korrigierte Gesamtkennzahl Z^{neu} enthält noch einige im Vorhinein unbekannte Parameter: die Regelgewichte γ_i , die maximalen Zu- und Abschläge zur Gesamtkennzahl Z^+ beziehungsweise Z^- und Größen, die die Lage der verschiedenen Zugehörigkeitsfunktionen beeinflussen können. Diese werden – analog zu den Gewichten der Kennzahlen in der Diskriminanzfunktion – optimiert, indem für Unternehmen einer Stichprobe gefordert wird, daß möglichst viele solvente Unternehmen eine korrigierte Gesamtkennzahl im A-Bereich und möglichst viele insolvente Unternehmen eine im C-Bereich aufweisen.

Natürlich gelingt auch hier – wie bei jedem statistischen Verfahren – die Optimierung nicht vollständig. Das heißt, auch nach der Beurteilung durch das Expertensystem gibt es noch falsch und nicht eindeutig klassifizierte Unternehmen. Die Abbildung auf Seite 60, die die Klassifikationsergebnisse nach der Diskriminanzanalyse und nach dem Expertensystem auf Basis der Stichprobe miteinander vergleicht, zeigt, daß das Expertensystem die Performance der Diskriminanzanalyse beträchtlich verbessert. Zum einen steigt die Trennschärfe erheblich von über 17 % auf knapp 6 % nicht klassifizierte Unternehmen. Zum anderen sinkt die Fehlklassifikationsrate signifikant von 19 % – einschließlich der im B-Bereich befindlichen – falsch klassifizierten Unternehmen nach Diskriminanzanalyse auf 16 % durch das Expertensystem falsch klassifizierte Unternehmen.

*Steigerung der
Klassifikations-
leistung durch
das Experten-
system*

