

Länderclubs mit ähnlichen Innovations-systemen

von Stephanie Schneider*

Zusammenfassung: Der Innovationsindikator Deutschland bestimmt die relative Position von 17 hochentwickelten Volkswirtschaften im internationalen Vergleich bezüglich ihrer Innovationsfähigkeit. Mithilfe dieses Indikators werden Gruppen von Ländern gebildet, die ein ähnliches Innovationssystem aufweisen. Die Ähnlichkeit bezieht sich dabei zum einen vorwiegend auf das Innovationsniveau der Länder und zum anderen auf ihre Stärken und Schwächen in den einzelnen Bereichen der Innovationsfähigkeit. Die Bildung der Gruppen erfolgt jeweils mittels einer hierarchischen Clusteranalyse. Es zeigt sich, dass drei Länderclubs mit einem ähnlichen Innovationsniveau existieren, wobei Deutschland dort zu einem mehrere Länder umfassenden Mittelfeld gehört. Ferner können fünf Innovationsprofile unterschieden werden. Deutschland hat demnach ein ähnliches Stärken- und Schwächen-Profil wie Japan, Österreich und die Schweiz, wobei nur die Schweiz zugleich zur Spitzengruppe bezüglich der Innovationsfähigkeit gehört. Eine Gegenüberstellung der Länderclubs bezüglich ähnlicher absoluter und relativer Performance kann für innovationsschwächere Länder Anhaltspunkte geben, wie sich mit einer grundsätzlich ähnlichen Innovationsstrategie eine höhere Innovationsfähigkeit erzielen lässt.

Summary: The innovation indicator Germany determines the relative positions of 17 highly developed economies in an international comparison regarding their innovation capability. Basing on that indicator countries with a similar innovation structure are grouped together. Similarity mainly refers to the innovation level of the countries, but also to their strengths and weaknesses regarding every single area of innovation capability. A hierarchic cluster analysis is used to form the groups. The result shows that there are three country clubs with a similar innovation level, whereas Germany belongs to the group that has its position in the middle and contains several countries. Furthermore, it can be differentiated between five innovation profiles. Germany has a similar profile of strengths and weaknesses like Japan, Austria and Switzerland, whereas only Switzerland belongs to the leading group concerning innovation capability. A comparison of the country clubs regarding similar absolute and relative performance can be a guideline to countries having a weaker innovation and demonstrate how a higher innovation capability can be achieved by pursuing a basically similar innovation strategy.

JEL Classification: O31, O57, P51

Keywords: Innovation systems, cluster analysis, international comparison, composite indicator

1 Einleitung

Die Fähigkeit Innovationen hervorzubringen ist für die führenden Industrienationen im internationalen Wettbewerb von entscheidender Bedeutung, um ihre Produktivität und damit ihren Wohlstand zu erhöhen. Die Innovationsfähigkeit einer Volkswirtschaft wird durch

* Technische Universität Berlin, E-Mail: stephanie.schneider@tu-berlin.de

zahlreiche Faktoren geprägt, die zusammen wiederum das nationale Innovationssystem prägen. Um den Erfolg eines solchen Innovationssystems abzubilden, muss die relative Position eines Landes im internationalen Vergleich bestimmt werden, da es keine absolute Skala gibt, auf der Innovationsfähigkeit gemessen werden kann. Die internationale Vergleichbarkeit verschiedener hochentwickelter Länder zu ermöglichen, ist auch das Ziel des „Innovationsindikators Deutschland“ (Werwatz et al. 2007). Aus über 160 Einzelindikatoren wird über mehrere Aggregationsstufen hinweg ein Gesamtindikator gebildet, der die Innovationsfähigkeit eines Landes auf der Skala zwischen 1 (Spitzenreiter) und 7 (Schlusslicht) widerspiegelt. In diesem Indikator für das Jahr 2007 nehmen neben den USA die beiden skandinavischen Länder Schweden und Finnland eine Spitzenposition ein, während Deutschland wiederum nur im Mittelfeld liegt. Es stellt sich daher die Frage, ob die sehr innovativen Länder über grundsätzlich verschiedene Innovationssysteme verfügen oder ob sich ein einheitliches bzw. mehrere „Erfolgsrezept(e)“ identifizieren lassen, die anderen Ländern als Anhaltspunkt bei der Verbesserung ihrer Innovationssysteme dienen können. Um dieser Frage nachzugehen, wurden mithilfe der Clusteranalyse Gruppen von Ländern mit ähnlichen Innovationssystemen gebildet.¹ Maßstab für die Ähnlichkeit ist hierbei das Abschneiden der Länder in zehn Teilbereichen des Innovationsindikators Deutschland. Damit sind nur quantitativ messbare Aspekte der Innovationsfähigkeit, nicht jedoch institutionelle oder soziokulturelle Vergleiche Gegenstand der Betrachtung.

Die Clusteranalyse ist ein multivariates strukturentdeckendes statistisches Verfahren (Backhaus et al. 2006: 12 f.). Sie wird verwendet, um die Länder so zu Gruppen zusammenzufassen, dass diese innerhalb einer Gruppe eine möglichst hohe Ähnlichkeit aufweisen (Homogenität innerhalb der Cluster) und die Gruppen sich untereinander möglichst stark unterscheiden (Heterogenität zwischen den Clustern). Zur Bildung der Cluster kann gleichzeitig eine Vielzahl von Eigenschaften, hier die Bewertung von Subindikatoren, herangezogen werden. Darin liegt der große Vorteil der Bildung von Gruppen mithilfe der Clusteranalyse gegenüber einer Gruppenbildung, die lediglich auf dem Gesamtindikator der Länder basiert. Bei letzterer werden zwei Länder schon dann als ähnlich angesehen, wenn sie einen ähnlichen Gesamtpunktwert erreichen, was unter Umständen aber dazu führen kann, dass Länder „in einen Topf geworfen werden“, die bei ähnlichem Gesamtniveau sehr unterschiedliche Leistungen in den Teilbereichen aufweisen. Das ist beispielsweise der Fall, wenn zwei Länder genau entgegengesetzte Stärken und Schwächen bezüglich der untersuchten Eigenschaften aufweisen, da diese Länder dann (bei Gleichgewichtung der Eigenschaften) den gleichen Gesamtscore bekommen. Die Clusteranalyse dagegen schaut hinter die Kulissen: Zwei Länder sind sich demnach nur ähnlich, wenn sie bezüglich aller zur Gruppierung herangezogenen Eigenschaften eine hohe Ähnlichkeit aufweisen (Arun-del et al. 2005: 7).

Die Gruppierung der Länder kann hierbei unter Berücksichtigung der Niveauunterschiede zwischen den Ländern in den Teilbereichen erfolgen, wenn die Länder bezüglich ihrer absoluten Stärken und Schwächen verglichen werden sollen. Die Ergebnisse dieser Analyse werden in Abschnitt 3 vorgestellt. Zusätzlich werden auch Cluster gebildet, in denen die Länder unabhängig von dem Niveau ihrer Innovationsfähigkeit ein ähnliches relatives Stärken- und Schwächen-Profil aufweisen. Ein Vergleich der Gruppierungen bezüglich der absoluten und der relativen Stärken und Schwächen ermöglicht es festzustellen, ob

¹ Die Clusteranalyse zur Identifizierung von Länderclubs wird u.a. auch im Rahmen des Bildungsmonitors (2007) zur „Klassifizierung der Bundesländer“ (Plünnecke et al. 2007: 89 ff.) und im „Global Innovation Scoreboard“ der Europäischen Kommission (Hollanders et al. 2006) verwendet.

es ein Land der Spitzengruppe gibt, das ein ähnliches Innovationsprofil wie Deutschland aufweist, und somit die Frage zu klären, ob Deutschland mit seinem Innovationsprofil den Aufstieg in die Spitzengruppe der innovativen Länder schaffen kann. Zudem können die Profile der hoch innovativen Länder dazu dienen, besonders relevante Bereiche der Innovationsfähigkeit zu bestimmen, um so Anhaltspunkte für die Verbesserung der Innovationsfähigkeit zu finden (Arundel et al. 2005: 10). Die Ergebnisse hierzu werden in Abschnitt 4 vorgestellt.

2 Vorgehensweise und Methodik

2.1 Datengrundlage: Innovationsindikator Deutschland 2007

Bevor festgestellt werden kann, ob es Länderclubs mit einem ähnlichen Innovationssystem gibt, muss zunächst die Innovationsfähigkeit der Länder gemessen werden. Dazu werden im Folgenden die Ergebnisse des Innovationsindikators Deutschland 2007 (Werwatz et al. 2007) verwendet. Dieser Innovationsindikator bildet die Innovationsfähigkeit des Innovationssystems und der Innovationsakteure von 17 Vergleichsländern ab. Betrachtet werden hochentwickelte Länder² mit ähnlichen institutionellen Rahmenbedingungen, die im internationalen Wettbewerb zueinander stehen. Die Leistungsfähigkeit des Innovationssystems und der Innovationsakteure wird mithilfe einer Vielzahl von Einzelindikatoren abgebildet. Die Einzelindikatoren werden stufenweise aggregiert und auf der Systemseite schließlich sieben sogenannten Subindikatoren zugeordnet: Bildung, Forschung und Entwicklung, Finanzierung von Innovationen, Vernetzung der Innovationsakteure, Umsetzung von Innovationen auf dem Markt, innovationsfördernde Regulierung und Wettbewerb sowie innovationsfreundliche Nachfrage. Auf der Akteursseite werden die Einzelindikatoren den Akteuren „Unternehmen“, „Staat“ und „Bürger“ zugeordnet. Die insgesamt zehn Subindikatoren werden als Eigenschaften im Rahmen der Clusteranalyse zur Bestimmung der Ähnlichkeit herangezogen. In jedem dieser Subindikatoren können die Länder Punktwerte (Scores) zwischen 1 und 7 erzielen. Die Skalierung wird dabei so vorgenommen, dass das Land, das in einem Bereich am besten abschneidet, den höchsten Punktwert (sieben) und das Land, das am schlechtesten abschneidet, den kleinsten Punktwert (eins) erhält, während die Länderunterschiede (also die Streuung der Länder) erhalten bleiben.

2.2 Datenaufbereitung und Wahl des Clusterverfahrens

Da die Subindikatoren gewichtet³ in den Gesamtindikator eingehen, werden für die Clusteranalyse auch die gewichteten Subindikatoren verwendet. Dadurch werden die Subindikatoren mit einem hohen Gewicht – z. B. Unternehmen, Bildung und innovationsfreundliche Nachfrage – besonders relevant für die Gruppeneinteilung. Länder, die einem Cluster zugeordnet werden, sind sich folglich gerade in diesen wichtigen Bereichen der Innovationsfähigkeit ähnlich.

² Belgien (BEL), Dänemark (DNK), Deutschland (DEU), Finnland (FIN), Frankreich (FRA), Großbritannien (GBR), Irland (IRL), Italien (ITA), Japan (JPN), Kanada (CAN), Korea (KOR), Niederlande (NLD), Österreich (AUT), Schweden (SWE), Schweiz (CHE), Spanien (ESP) und USA.

³ Die Gewichtung der zehn Subindikatoren wurde auf der Basis von einer Bewertung der Standortbedingungen durch Großunternehmen und innovative kleine und mittelständische Unternehmen vorgenommen (Werwatz et al. 2007: 20 f.).

Sollen die absoluten Stärken und Schwächen der Länder in den einzelnen Indikatoren zur Gruppierung herangezogen werden, gehen die gewichteten Punktwerte der Indikatoren direkt in die Clusteranalyse ein. Dadurch werden Niveauunterschiede bezüglich der Innovationsfähigkeit der Länder sowie absolute Unterschiede in den Streuungen berücksichtigt. Soll hingegen nur die Struktur der Innovationsfähigkeit verglichen werden, das heißt eine Gruppierung der Länder ausschließlich auf Grundlage der Ähnlichkeit der relativen Stärken und Schwächen erfolgen, müssen die Punktwerte jedes Landes standardisiert werden. Die Standardisierung erfolgt für jedes Land, indem vom Punktwert des Landes in jedem Indikator der landesspezifische Mittelwert über alle Indikatoren abgezogen und durch die landesspezifische Standardabweichung über alle zehn Subindikatoren dividiert wird. Das Land hat nach dieser sogenannten z-Transformation einen Mittelwert über alle Indikatoren von null und eine Standardabweichung von eins. Dadurch werden die Unterschiede in den Innovationsniveaus vernachlässigt und nur noch relative Unterschiede in den Profilen betrachtet. Es werden damit Länder in einer Gruppe vereinigt, die in den gleichen Bereichen der Innovationsfähigkeit relativ zu ihrem durchschnittlichen Punktwert gut bzw. schlecht abschneiden (Bacher 1996: 191 ff. und 229).

Von den verschiedenen Verfahren der Clusteranalyse kommt im Folgenden die (agglomerativ-)hierarchische Variante zur Anwendung. Zunächst bildet jedes Land sein eigenes Cluster. Im Laufe des Verfahrens werden sukzessive jeweils zwei Cluster miteinander verschmolzen, bis sich alle Länder in einem Cluster befinden. Um zu bestimmen, welche beiden Cluster jeweils vereinigt werden, wird ein sogenannter Fusionsalgorithmus festgelegt. Von der Vielzahl verschiedener Fusionsalgorithmen, wird im Folgenden das Wards-Linkage-Verfahren verwendet. Es bildet im Vergleich zu anderen Fusionsalgorithmen sehr gute Gruppierungen, das heißt es ordnet die Objekte „korrekt“ den Gruppen zu. Nach einer Untersuchung von Bergs (1981: 96f.) ist es der beste Fusionsalgorithmus. Gemäß diesem Verfahren werden jeweils die Cluster fusioniert, die die Fehlerquadratsumme am wenigsten erhöhen, das heißt, es werden relativ homogene Cluster erzeugt. Befindet sich jedes Land in einem eigenen Cluster, was der Ausgangssituation bei der hierarchischen Clusteranalyse entspricht, ist die Fehlerquadratsumme in jedem Cluster null. Im Laufe des Wards-Linkage-Verfahrens wird nicht notwendigerweise das absolute Minimum der Fehlerquadratsumme innerhalb der Cluster bezüglich der jeweiligen Clusteranzahl erreicht (Kaufmann et al. 1996: 467), da einmal verschmolzene Cluster im weiteren Fusionsverlauf nicht wieder getrennt werden. Der Fusionsprozess lässt sich mithilfe eines sogenannten Dendrogramms graphisch darstellen. Das Dendrogramm gibt für jedes Cluster an, auf welcher „Ebene“ es mit einem anderen Cluster zusammengeschlossen wird. Je später die Cluster miteinander verschmolzen werden (bei höheren Werten an der Ordinate), desto unähnlicher sind sich die Länder in den beiden Clustern.⁴

2.3 Festlegung der Clusteranzahl und Überprüfung der Clusterqualität

Im Anschluss an die Erstellung eines Dendrogramms gilt es zu ermitteln, welche Clusteranzahl als optimal angesehen werden kann. Es existieren zahlreiche Möglichkeiten, die Clusteranzahl festzulegen. Von diesen wurde eine Kombination von vier Verfahren ausgewählt. Ein erster Anhaltspunkt wird schon aus dem Dendrogramm selbst gewonnen.

⁴ Da das Wards-Linkage-Verfahren im Folgenden mit der quadrierten Euklidischen Distanz verwendet wird, entspricht der zu einer Fusion gehörende Ordinatenwert genau der doppelten Zunahme der Fehlerquadratsumme (Backhaus et al. 2006: 523).

Einen zweiten Anhaltspunkt gibt der sogenannte Elbow-Plot, in dem die jeweilige Fehlerquadratsumme innerhalb der Cluster gegen die Clusteranzahl abgetragen wird. Steigt die Fehlerquadratsumme bei einer Verringerung der Clusteranzahl sprunghaft an, dann ist die Verringerung der Clusteranzahl nicht zu empfehlen. An der Stelle, an der dieser Plot also einen „Knick“, den sogenannten „Elbow“ aufweist, liegt die optimale Clusteranzahl. Neben diesen beiden graphischen Methoden wird die Clusteranzahl vor allem auf der Basis des Pseudo-F-Indexes, nach Caliński und Harabasz (1974), und Pseudo-t²-Indexes, nach Duda und Hart (1973), festgelegt. Diese Indizes sind von Milligan und Cooper (1985: 169) in ihrer Untersuchung von 30 verschiedenen Verfahren zur Bestimmung der Clusteranzahl als am besten geeignet eingestuft worden. Eine genauere Beschreibung der verwendeten Indizes findet sich in Werwatz et al. (2007: 166 ff.).

Die Clusterqualität wird unter anderem überprüft, indem die Reproduzierbarkeit der Clusterlösung mit anderen Fusionsalgorithmen betrachtet wird. Ist eine Clusterstruktur besonders deutlich ausgeprägt, dann ist das Ergebnis der Clusteranalyse nicht vom verwendeten Fusionsalgorithmus abhängig. Folgende Alternativen zum Wards-Linkage-Verfahren kommen hierbei zur Anwendung: das Complete-Linkage-Verfahren, das Average-Linkage-Verfahren, das Weighted-Average-Linkage-Verfahren, das Centroid-Linkage-Verfahren und das Median-Linkage-Verfahren (Backhaus et al. 2006: 517).

3 Länderclubs mit ähnlichem Innovationsniveau auf Basis der Subindikatoren

3.1 Darstellung und Charakterisierung der Länderclubs

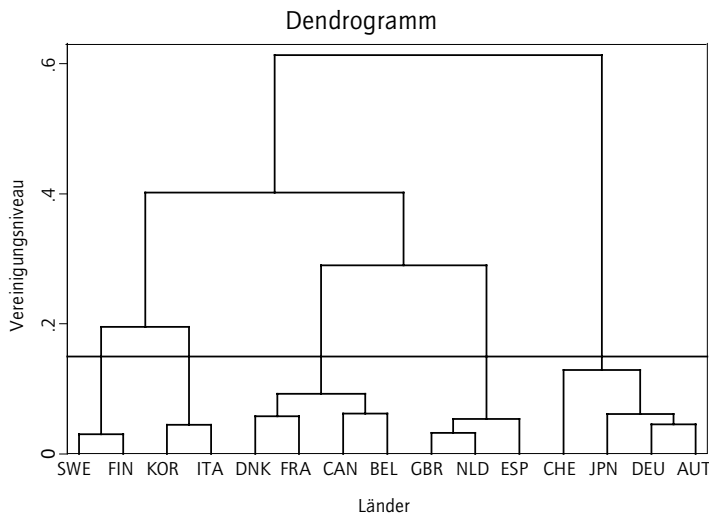
In diesem Abschnitt soll die Hypothese untersucht werden, dass sich die siebzehn betrachteten Länder in Gruppen gliedern, deren Innovationssysteme sich signifikant voneinander unterscheiden. Dabei wird hauptsächlich auf das unterschiedliche Innovationsniveau, auf dem sich die Länder befinden, abgestellt. Die Gruppierung erfolgt hier auf Basis der zehn gewichteten, nicht z-transformierten Punktwerte der Länder in den zehn Subindikatoren.

Unter Verwendung des Wards-Linkage-Verfahrens ergibt sich das in Abbildung 1 dargestellte Dendrogramm. In dieser Darstellung des Fusionsprozesses zeigt sich, dass während die Verschmelzung zu drei Gruppen noch auf einem relativ geringen Vereinigungsniveau stattgefunden hat, eine Vereinigung dieser drei Gruppen zu zwei Clustern erst auf einem deutlich höheren Niveau erfolgt. Das ist ein erster Hinweis auf das Vorliegen von drei Länderclubs. Diese Clusteranzahl ist auch gemäß dem Elbow-Plot, dem Pseudo-F-Index und dem Pseudo-t²-Index optimal. Somit ergeben sich folgende drei Gruppen:

- Cluster 1: Schweden, USA, Schweiz, Finnland und Dänemark
- Cluster 2: Japan, Großbritannien, Deutschland, Niederlande, Kanada, Frankreich, Belgien, Irland, Österreich und Korea
- Cluster 3: Spanien und Italien

Abbildung 1

Dendrogramm zur Identifikation von Länderclubs mit einem ähnlichen Innovationsniveau



Quelle: Innovationsindikator Deutschland 2007 (Werwatz et al. 2007).

Die Gruppierung lässt sich mit mehreren Fusionsalgorithmen⁵ reproduzieren. Die Innovationssysteme der Länderclubs sind damit hinreichend verschieden.

Im Folgenden sollen nun die drei Cluster, die sich unter Verwendung des Wards-Linkage-Verfahren ergeben haben, hinsichtlich ihrer Innovationssysteme charakterisiert werden. Um zu bestimmen, ob ein Cluster bezüglich eines Subindikators eine besondere Stärke oder Schwäche aufweist, werden die t-Werte der drei Cluster nach folgender Formel berechnet:

$$\text{t-Wert} = \frac{\bar{x}_{jg} - \bar{x}_j}{s_j}$$

Dabei ist \bar{x}_{jg} der Mittelwert der Variable j über die Länder der Gruppe g, \bar{x}_j das Gesamtmittel der Variable j über alle Länder und s_j die Standardabweichung der Variable j über alle Länder. Liegt in einem Cluster bezüglich eines Indikators ein negativer t-Wert vor, so ist dieser Indikator in der betrachteten Gruppe unterrepräsentiert. Die Länder dieses Clusters haben also im Vergleich zu allen anderen Ländern in diesem Bereich besonders niedrige Punktwerte erreicht. Ein positiver t-Wert bezüglich eines Indikators besagt genau das Gegenteil: Dieser Indikator ist in der betrachteten Gruppe überrepräsentiert, die Länder der Gruppe erreichen dort also vergleichsweise hohe Punktwerte. Im Einzelnen lassen sich die drei Cluster wie folgt charakterisieren.

⁵ Average-Linkage-Verfahren, Weighted-Average-Linkage-Verfahren und Centroid-Linkage-Verfahren.

Die *Spitzengruppe* umfasst die Länder Schweden, USA, Schweiz, Finnland und Dänemark. Sie zeichnet sich durch einen sehr hohen Durchschnittsscore von 6,07 aus. Alle Subindikatoren sind in diesem Cluster mit t-Werten größer als 0,5 überrepräsentiert; in den Bereichen Bildung und Forschung und beim Subindikator Staat der Akteursseite wird sogar ein t-Wert von größer 1 erreicht, d. h. diese Bereiche stellen besondere Stärken der Spitzengruppe dar. Insgesamt betrachtet hat dieses Cluster jedoch kein ausgeprägtes Stärken- und Schwächen-Profil, sondern zeichnet sich gerade dadurch aus, dass in allen Bereichen ein hoher Durchschnittsscore erreicht wird.

Der Bereich Vernetzung ist noch der vergleichsweise schwächste dieses Clusters. Der Durchschnittsscore über die vier Länder ist in diesem Bereich mit 5,22 aber immer noch hoch, auch wenn keines der Länder dort den maximalen Score von sieben Punkten erzielt. Vier der Länder weisen in diesem Bereich eine ähnliche Performance auf, nur Dänemark schneidet dort mit 4,1 Scorepunkten merklich schlechter ab. In den Bereichen Nachfrage und Bürger ist die Performance der Länder besonders uneinheitlich. Im ersten Bereich schneiden Finnland und Dänemark besonders schlecht ab, im zweiten Bereich ist es die Schweiz, die den Durchschnittsscore senkt. In den Bereichen Bildung und Staat ist die Spitzengruppe deutlich vom Mittelfeld getrennt, da dort alle fünf Länder höhere Scores als das jeweilige Spitzenland des Mittelfeldes erzielen.⁶

Das *Mittelfeld* umfasst die Länder Japan, Großbritannien, Deutschland, die Niederlande, Kanada, Frankreich, Belgien, Irland, Österreich und Korea. Es erreicht einen mittleren Score von 4,42. Damit beträgt die Abweichung zur Spitzengruppe 1,65 und zur Schlussgruppe 2,92 Scorepunkte. Das Mittelfeld ist in sich nicht sehr homogen. Die Subindikatoren Vernetzung, Umsetzung und Nachfrage sind mit t-Werten zwischen 0,01 und 0,16 leicht überrepräsentiert; alle anderen Bereiche sind mit t-Werten zwischen minus 0,01 und minus 0,29 leicht unterrepräsentiert. Es zeigt sich also – über alle Länder betrachtet – kein ausgeprägtes Stärken- und Schwächen-Profil.

Nach unten ist das Cluster sehr gut abgegrenzt: in keinem Bereich liegt der Mittelwert des Mittelfeldes unter dem der Schlussgruppe. Lediglich in zwei Bereichen erzielen Länder des Mittelfeldes einen geringeren Score als die Länder der Schlussgruppe. So werden im Bereich Finanzierung Japan, Belgien und Korea von Spanien überholt. Im Bereich Bürger erreicht Italien einen höheren Score als Japan und Österreich und Japan liegt zugleich auch noch hinter Spanien. In der Umsetzung von Innovationen und im Beitrag des Staates zur Innovationsfähigkeit sind sich die Länder des Mittelfeldes am ähnlichsten, dort liegen ihre Punktwerte in einer Spannweite von 1,96 bzw. 1,74. Im Bereich Bürger dagegen ist ihre Performance mit einer Spannweite von 4,58 am uneinheitlichsten, was aber insbesondere am schlechten Abschneiden von Österreich liegt.

Zur *Schlussgruppe* gehören Spanien und Italien. Diese Gruppe weist einen sehr geringen Durchschnittsscore von 1,5 auf. Der Abstand zur Spitzengruppe ist sehr groß und beträgt 4,57 Scorepunkte. Aber auch zum Mittelfeld ist der Abstand mit 2,92 Scorepunkten immer noch groß. Alle Subindikatoren sind mit t-Werten kleiner minus 0,92 deutlich unterrepräsentiert. In den Bereichen Vernetzung, Umsetzung und Unternehmen werden sogar t-Werte von kleiner minus 2 erreicht.

⁶ In den Subindikator Staat der Akteursseite fließen viele Einzelindikatoren des Bereichs Bildung der Systemseite ein. Der Teilbereich Bildung bekommt im Subindikator Staat ein Gewicht von 36 Prozent.

Im Bereich Bürger ist die Schlussgruppe noch vergleichsweise am stärksten. Beide Länder liegen in diesem Bereich nicht auf dem letzten Platz. Allerdings ist auch dort der Durchschnittsscore mit 2,52 noch immer sehr gering.

3.2 Vergleich mit den Länderclubs des „Global Innovation Scoreboard“ der Europäischen Kommission

Anhand der drei ermittelten Cluster nach der Niveauähnlichkeit in zehn Teilbereichen soll nun überprüft werden, ob auch andere internationale Innovationsindikatoren zu einer ähnlichen Einteilung der Länder kommen. Dazu bietet sich ein Vergleich mit dem „Global Innovation Scoreboard“ (GIS) der Europäischen Kommission an, da sich dort unter den 49 in die Analyse einbezogenen Ländern auch die siebzehn Länder befinden, die den Länderumfang des IDE darstellen (Hollanders et al. 2006). In den GIS fließen insgesamt zwölf einzelne Indikatoren ein, die zu fünf Kategorien zusammengefasst werden: „Innovation Drivers“, „Knowledge Creation“, „Diffusion“, „Applications“ und „Intellectual Property“. Sie entsprechen den fünf Kategorien des „European Innovation Scoreboards“ (EIS) allerdings mit reduziertem und teilweise verändertem Datenumfang (European Commission 2006: 6).

Die Indikatoren der Kategorie „Innovation Drivers“ messen die strukturellen Bedingungen, die dem Innovationspotential zugrunde liegen. Sie werden in ähnlicher Weise im IDE, zum Teil im Bereich Bildung und zum Teil im Bereich Forschung, erfasst. Mit „Knowledge Creation“ werden vor allem die Investitionen in Forschung und Entwicklung gemessen, die als Kernelemente einer erfolgreichen wissensbasierten Gesellschaft angesehen werden. Die Indikatoren dieser Kategorie finden sich in ähnlicher Form im Bereich Forschung des IDE. „Innovation & Entrepreneurship“, beim GIS „Diffusion“, betrachtet die Bemühungen der Unternehmen um Innovationen. Während die eben genannten Indikatoren die Inputseite abbilden, gehören die beiden folgenden Indikatoren zur Outputseite: „Applications“ messen Arbeits- und Unternehmensanstrengungen und deren Wertschöpfung in innovativen Bereichen, während das „Intellectual Property“ die erreichten Ergebnisse in erfolgreichem Wissen misst. Die Indikatoren der ersten Kategorie finden eine Entsprechung im Bereich Umsetzung des IDE und die der zweiten im Bereich Forschung.

Zur Gruppierung wird im GIS ebenfalls eine hierarchische Clusteranalyse vorgenommen. Es wird das Average-Linkage-Verfahren benutzt, wonach sich folgende fünf Cluster ergeben (die Länder, die auch zum Länderkreis des IDE gehören, sind kursiv gedruckt):

- Cluster 1: *Japan, Deutschland, Schweiz, Finnland, Schweden* und Israel
- Cluster 2: *Österreich, Belgien, Frankreich, Dänemark, Korea*, Norwegen, Australien, *Großbritannien, Kanada, Niederlande* und Irland
- Cluster 3: *Spanien*, Russland, Estland, Slowenien, Tschechien, Ungarn, Kroatien, Hong Kong und *Italien*
- Cluster 4: Zypern, Rumänien Griechenland, Litauen, Slowakei, Bulgarien, Polen, Portugal und Mexiko
- Cluster 5: Argentinien, Brasilien, Indien, Lettland, Türkei, Südafrika und China

Die USA gehören zwar auch zum Länderkreis des GIS, werden jedoch nicht direkt einem Cluster zugeordnet, da sie als Ausreißer angesehen werden. Allerdings wird im GIS ange-

Tabelle 1

Vergleich der Cluster gemäß IDE und GIS

		GIS 2006¹		
		Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
IDE 2007	Cluster 1	SWE USA CHE FIN	DNK	
	Cluster 2	JPN DEU	GBR NLD CAN FRA BEL IRL AUT KOR	
	Cluster 3			ESP ITA

1 Die von IDE und GIS verschieden eingeordneten Länder sind kursiv gedruckt.

Quelle: Innovationsindikator Deutschland 2007 (Werwatz et al. 2007).

nommen, dass die USA am ehesten dem ersten Cluster angehören. Unter dieser Annahme zeigt Tabelle 1 den Vergleich der Cluster von IDE und GIS, wobei vom Länderumfang des GIS nur die Länder betrachtet werden, die auch in den IDE eingehen.

Die Einordnung der Länder in die Cluster von GIS und IDE ist sich in weiten Teilen ähnlich. Die grobe Einteilung der Länder scheint folglich nicht davon abzuhängen, welche Aspekte der Innovationsfähigkeit im Einzelnen betrachtet werden. Die Länderclubs scheinen sich also unabhängig vom verwendeten Indikatorsystem deutlich von einander zu unterscheiden. Lediglich die Einordnung von Japan, Deutschland und Dänemark erscheint weniger eindeutig. Japan und Deutschland werden im GIS noch der Spitzengruppe zugeordnet, während sie im IDE nur zum Mittelfeld gehören. Ein möglicher Grund für die andere Zuordnung kann darin liegen, dass im IDE die Innovationsfähigkeit wesentlich differenzierter erfasst wird als im GIS. So umfasst der IDE über 160 Einzelindikatoren und schließt – z. B. mit der Betrachtung des innovationsfreundlichen gesellschaftlichen Klimas im Subindikator Bürger – Bereiche mit ein, die beim GIS keine Entsprechung finden. Bei einer alternativen Gruppierung mit dem IDE 2007 teilt sich allerdings das Mittelfeld in drei Cluster auf. Japan und Deutschland bilden dann ein separates Cluster, das gemäß seinem Durchschnittsscore als vorderes Mittelfeld bezeichnet werden kann. Somit relativiert sich der Unterschied zwischen IDE und GIS etwas.

Außerdem gehört beim GIS Dänemark nicht zur Spitzengruppe, von der es sich vor allem im Bereich „Diffusion“ unterscheidet. Dort geht allerdings beim GIS nur ein Einzelindikator (Gesamtausgaben für Informations- und Kommunikationstechnik als Prozent des BIP) ein. Wenn man in diesem Bereich weitere Einzelindikatoren des EIS in die Clusteranalyse einbezieht, wird Dänemark dem führenden Cluster zusammen mit Finnland und Schweden zugeordnet (Arundel et al. 2005: 8). Im IDE 2007 ist Dänemark nach dem Gesamtscore das schwächste Land der Spitzengruppe, wodurch sich auch dieser Unterschied relativiert. Kein Unterschied besteht hinsichtlich der Schlussgruppe, die die Länder Spanien und Italien umfasst. Dieses Cluster ist auch schon im IDE besonders deutlich von den anderen beiden Clustern separiert.

4 **Länderclubs mit einem ähnlichen relativen Innovationsprofil auf Basis der Subindikatoren**

4.1 Darstellung der Cluster und Charakterisierung der Länderclubs

Im vorangegangenen Abschnitt wurden die Länder bezüglich ihrer Innovationssysteme unter Berücksichtigung ihres Innovationsniveaus in Gruppen eingeteilt. Ziel der Clusteranalyse in diesem Abschnitt ist es dagegen, die Länder so zu gruppieren, dass die Länder innerhalb einer Gruppe ein ähnliches Stärken- und Schwächen-Profil aufweisen. Somit können Länder ein Cluster bilden, die keinen ähnlichen Punktwert im Gesamtindikator erhalten haben, sofern sie in denselben Bereichen der Innovationsfähigkeit eine relative Stärke oder Schwäche aufweisen. Ein Vergleich der beiden Ländereinteilungen zeigt, ob das Profil von Deutschland in der Spitzengruppe vertreten ist und mithin, ob es überhaupt geeignet ist, Deutschland an die Spitze der innovationsfähigen Länder zu führen. In einem zweiten Schritt können die Länder der Spitzengruppe hinsichtlich ihrer Profile verglichen werden. Daraus können Hinweise darauf gewonnen werden, in welchen Bereichen auf dem Weg zur Spitzengruppe Stärken besonders wichtig sind und in welchen Bereichen sich Deutschland gegebenenfalls Schwächen erlauben kann.

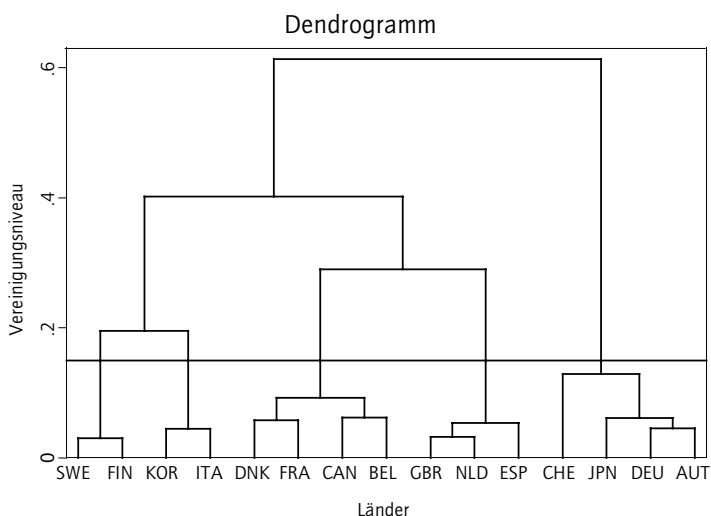
Bevor die eigentliche Clusteranalyse bezüglich der standardisierten gewichteten Subindikatoren durchgeführt wurde, wurden zunächst mithilfe des Single-Linkage-Verfahrens die Länder USA und Irland als Ausreißer identifiziert und aus der weiteren Analyse ausgeschlossen. Die Clusteranalyse mit dem Wards-Linkage-Verfahren liefert das Dendrogramm in Abbildung 2. Dort sind fünf mehr oder weniger deutlich getrennte Gruppen zu erkennen. Nach den verschiedenen Verfahren und Bewertungskriterien ist fünf die optimale Gruppenanzahl. Es ist somit eine Clusterstruktur in den Daten vorhanden und folgende Länderclubs werden gebildet:

- Cluster 1: Schweden und Finnland
- Cluster 2: Korea und Italien
- Cluster 3: Dänemark, Kanada, Frankreich und Belgien
- Cluster 4: Großbritannien, Niederlande und Spanien
- Cluster 5: Japan, Deutschland, Österreich und die Schweiz

Im Folgenden sollen das Cluster, in dem sich Deutschland befindet, und das Cluster mit den beiden Ländern der Spitzengruppe, Finnland und Schweden, genauer betrachtet werden. Um die Cluster zu charakterisieren, wurden die Mittelwerte von den zwei ausgewählten Clustern in den standardisierten Subindikatoren in Abbildung 3 dargestellt. Das Cluster der beiden nordeuropäischen Länder ist geprägt von einer sehr guten relativen Performance in den Bereichen Forschung und Bürger, während es in den Subindikatoren Nachfrage und Vernetzung wesentliche relative Schwächen zeigt. Die Schweiz, Japan, Deutschland und Österreich sind stark in den Bereichen Vernetzung, Umsetzung und Unternehmen, während eine deutlich ausgeprägte Schwäche im Bereich Bürger vorhanden ist. Eine etwas weniger ausgeprägte Schwäche liegt auch im Bereich Finanzierung.

Abbildung 2

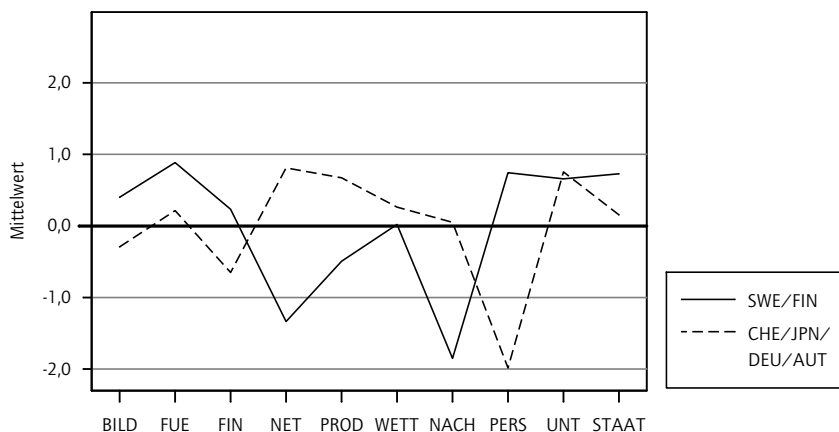
Dendrogramm zur Identifikation von Länderclubs mit einem ähnlichen Innovationsprofil



Quelle: Innovationsindikator Deutschland 2007 (Werwatz et al. 2007).

Abbildung 3

Charakterisierung der Cluster durch ihre Mittelwerte in den zehn standardisierten Subindikatoren



Quelle: Innovationsindikator Deutschland 2007 (Werwatz et al. 2007).

4.2 Gegenüberstellung der Länderclubs bezüglich der absoluten und der relativen Performance

Die bisher erzielten Ergebnisse können den Ländern eine Orientierungshilfe bei der Verbesserung ihrer Innovationsfähigkeit bieten. Dabei können die Länder zwei Ansätze verfolgen. Zum einen können sie sich an Ländern mit einem ähnlichen Innovationsprofil orientieren, die insgesamt eine bessere Innovationsfähigkeit aufweisen. Einem solchen „ähnlichen“ Vorbildland könnte ohne grundlegend neue Schwerpunktsetzung nachge-eifert werden. Vor allem in den Bereichen, die gemeinsame Stärken darstellen, scheint dieser Ansatz lohnend. In Bereichen hingegen, die gemeinsame Schwächen darstellen, ist es fraglich, ob eine Orientierung an einem Land sinnvoll ist, das dort ebenfalls keine „Höchstleistung“ erbringt. Es kann daher notwendig sein, sich an einem zwar sehr erfolgreichen, aber möglicherweise auch sehr unähnlichen Land, zu orientieren. Dafür sind riskantere, grundlegendere „Umbauarbeiten“ nötig, die – wenn überhaupt – erst mittel- bis langfristig umsetzbar sind und Früchte tragen. Auch hierfür bietet der Vergleich der Länderclubs bezüglich der absoluten und der relativen Performance gute Anhaltspunkte. So zeigt Tabelle 2 unter anderem, dass sich die Länder der Spitzengruppe bezüglich ihrer Profile in drei Gruppen teilen.

Deutschland befindet sich in einem Cluster mit der Schweiz, einem Land aus der Spitzen-gruppe. Das deutsche Innovationsprofil scheint folglich nicht generell ungeeignet zu sein, um zu den hoch innovativen Ländern aufzuschließen. Die Schweiz erzielt in fast allen Subindikatoren höhere Punktwerte als Deutschland. Lediglich im Bereich Vernetzung und dem gesellschaftlichen Innovationsklima liegt Deutschland vor der Schweiz. Besonders groß wird der Abstand zur Schweiz aus deutscher Sicht in den Bereichen Staat und Bil-dung. Dort liegt die Schweiz jeweils an der Spitze des Länderrankings. Aus deutscher Sicht erscheint also ein Blick auf die erfolgreichere Schweiz aufgrund der Profilähnlich-keit lohnenswert.

Tabelle 2

Vergleich der Cluster bezüglich Niveau- und Profil-Ähnlichkeit

		Profil ¹				
		Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
Niveau	Cluster 1	FIN SWE		DNK		CHE
	Cluster 2		KOR	CAN FRA BEL	GBR NLD	JPN DEU AUT
	Cluster 3		ITA		ESP	

¹ Es wurden nur die Länder berücksichtigt, die in der Clusteranalyse nicht als Ausreißer identifiziert wurden.

Quelle: Innovationsindikator Deutschland 2007 (Werwatz et al. 2007).

Bei der Bekämpfung von Innovationshemmnissen hingegen muss ein Land mit einem ähnlichen Profil nicht unbedingt das beste „Vorbild“ sein. So ist das gesellschaftliche Innovationsklima in Deutschland eine große Schwachstelle, aber die Schweiz ist diesbezüglich noch schlechter aufgestellt. Damit kann es für Deutschland notwendig werden, einen Blick auf Länder der Spitzengruppe zu werfen, die ein anderes Profil aufweisen. Bezüglich des Verhaltens und der Einstellung der Bürger könnte es beispielsweise lohnend sein, sich an den beiden nordischen Ländern Schweden und Finnland mit ihrem besonders günstigen Innovationsklima zu orientieren.

5 Fazit

Es konnte gezeigt werden, dass es innerhalb der führenden Länder in der Innovationsfähigkeit Länderclubs mit ähnlichen absoluten Stärken und Schwächen gibt. Die Länder können einem Spitzen-, Mittel- und Schlussfeld zugeordnet werden. Diese Einteilung ist relativ robust hinsichtlich des verwendeten Indikatorsystems und auch über die letzten zehn Jahre zeitlich recht stabil (Werwatz et al. 2007: 199 ff.). Die Unterschiede innerhalb dieser Gruppen sind nicht so groß und dürfen daher nicht überinterpretiert werden.

Die Gruppierung der Länder hinsichtlich ihrer relativen Stärken und Schwächen zeigt, dass man in der Spitzengruppe auch relative – in Bezug auf ein hohes durchschnittliches Niveau der Innovationsfähigkeit – Schwächen haben kann. Vor allem im Bildungsbereich zeigen die Profile der Länder der Spitzengruppe jedoch insgesamt keine relative Schwäche. Eine Stärke in diesen Bereichen scheint daher unabdingbar für die Zugehörigkeit zur Spitzengruppe. Deutschland befindet sich im Mittelfeld der Innovationsfähigkeit. Gerade im wichtigen Bereich Bildung liegt bisher eine große Schwäche des deutschen Innovationsprofils. Um zur Spitzengruppe aufzuschließen, muss Deutschland vor allem in diesem Bereich deutlich zulegen.⁷

Literaturverzeichnis

- Arundel, Anthony und Hugo Hollanders (2005): *Innovation Strengths and Weaknesses. European Trend Chart on Innovation*. Europäische Kommission.
- Bacher, Johann (1996): *Clusteranalyse: anwendungsorientierte Einführung*. München, Wien, Oldenburg.
- Backhaus, Klaus, Bernd Erichson, Wulff Plinke und Rolf Weiber (2006): *Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung*. 11. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York, Springer.
- Bergs, Siegfried (1981): *Optimalität bei Clusteranalysen: Experimente zur Bewertung numerischer Klassifikationsverfahren*. Dissertation. Münster.
- Caliński, T. und J. Harabasz (1974): A dendrite method for cluster analysis. *Communications in Statistics*, 3, 1–27.
- Duda, Richard O., Peter E. Hart und David G. Stork (2001): *Pattern Classification*. 2. Aufl. New York, John Wiley & Sons.

⁷ Für diesen und drei weitere wichtige Bereiche der Innovationsfähigkeit wurden in Werwatz et al. (2007: 180 ff.) separate Clusteranalysen auf einer vorgelagerten Stufe des Gesamtindikators durchgeführt, um wiederum Anhaltspunkte zur Verbesserung der Innovationsfähigkeit zu gewinnen.

- European Commission (2006): European Innovation Scoreboard 2006: Comparative Analysis of Innovation Performance. Download unter: www.proinno-europe.eu/doc/EIS2006_final.pdf
- Hollanders, Hugo und Anthony Arundel (2006): “Global Innovation Scoreboard” (GIS) Report. European Trend Chart on Innovation. Europäische Kommission.
- Kaufmann, Heinz und Heinz Pape (1996): Clusteranalyse. In: Ludwig Fahrmeir, Alfred Hamerle und Gerhard Tutz (Hrsg.): *Multivariate statistische Verfahren*. 2. Aufl. Berlin, New York, Walter de Gruyter.
- Milligan, Glenn W. und Matha C. Cooper (1985): An examination of procedures for determining the number of clusters in a dataset. *Psychometrika*. 50, 15–179.
- Plünnecke, Axel, Ilona Riesen und Oliver Stettes (2007): Bildungsmonitor 2007. Forschungsbericht des Instituts der deutschen Wirtschaft Köln.
- Werwatz, Axel, Heike Belitz, Marius Clemens, Tanja Kirn, Jens Schmidt-Ehmcke und Stephanie Schneider (2007): Innovationsindikator Deutschland 2007. DIW Berlin: Politikberatung kompakt, Nr. 33.