

Dirk Proske, Manfred Curbach und Ulrike Köhler

## Lebensqualität als Bewertungsparameter für Lebensrisiken

### 1 Einleitung

Die Schaffung und Pflege sozialer Strukturen ist ein wesentliches Ziel menschlichen Handelns. Die Leistungsfähigkeit solcher Strukturen bildet die Grundlage für das seit zwei Jahrhunderten zu beobachtende exponentielle Wachstum der menschlichen Gesellschaft.

Aber auch heute noch ist der persönliche Kontakt das entscheidende Kriterium erfolgreicher sozialer Strukturen. Die enormen wirtschaftlichen Anstrengungen zur Erweiterung der persönlichen Kommunikationsmöglichkeiten in den letzten Jahren belegen dies. Der Beginn eines persönlichen Kontaktes, unabhängig vom Kommunikationsmittel, ist durch eine formalisierte Geste oder Floskel gekennzeichnet, die als Gruß bezeichnet wird. Die Begrüßung beinhaltet in nahezu allen Kulturkreisen der Erde immer auch eine Frage nach dem Befinden des anderen. Die Antwort auf diese Frage erfordert eine Bewertung der eigenen Lebenssituation. Grundlage derartiger qualitativer Bewertungsprozesse sind in der Regel quantitative Parameter, die einen Vergleich von Zustands- und Zielwerten gestatten. Die aufgeworfene Frage nach der Bewertung der eigenen Lebenssituation kann mit einem Lebensqualitätsparameter beantwortet werden.

### 2 Lebensqualitätsparameter

Die Schaffung und Weiterentwicklung menschlicher Gesellschaftsstrukturen ist eng mit dem Begriff der Lebensqualität ver-

bunden. Auch wenn die großen Gesellschaftskritiker des 19. Jahrhunderts den Begriff der Lebensqualität noch nicht kannten, so sahen sie die Verbesserung der Lebensumstände doch als Triebkraft der menschlichen Entwicklung an. Eine der ersten Definitionen der Lebensqualität stammt daher auch aus dem Bereich der sozialwissenschaftlichen Wohlfahrtsforschung:

„Maß der Kongruenz zwischen Bedingungen eines bestimmten objektiven Lebensstandards und der subjektiven Bewertung der dadurch gekennzeichneten Bevölkerungsgruppe.“

Es blieb aber dem Ökonomen CECIL PIGOU vorbehalten, den Begriff der Lebensqualität am Beginn des 20. Jahrhunderts als Zielgröße gesellschaftlichen Handelns und als Maß für individuelles Wohlbefinden in eine wissenschaftliche Diskussion einzubringen. Die Entwicklung und Anwendung des Begriffes Lebensqualität hat seitdem nicht nur die Ökonomie oder die Sozialwissenschaften berührt, sondern Eingang in viele andere Fachgebiete gefunden, zum Beispiel in die Medizin. Die Weltgesundheitsorganisation hat 1947 Gesundheit als einen Zustand des völligen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlbefindens beschrieben. Diese Definition hat vor über fünfzig Jahren die Ziele und Kriterien ärztlichen Handelns erweitert. Nicht mehr allein die somatischen Aspekte von Gesundheit und Krankheit, auch die psychischen und sozialen Aspekte, das Wohlbefinden und die Handlungsfähigkeit des Patienten werden zur Aufgabe des Arztes.

*Der folgende Beitrag befasst sich mit der Darstellung von Risiken für Menschen. Dazu werden verschiedene Risikoparameter, wie Sterbewahrscheinlichkeiten, F-N-Diagramme und das Konzept der verlorenen Lebensjahre, vorgestellt. Weiterhin können Lebensqualitätsparameter, die in den unterschiedlichsten Fachbereichen entwickelt wurden, als Risikoparameter verstanden werden. Während die zuerst genannten Risikoparameter im Wesentlichen auf einen Aspekt eines Schadens ausgerichtet sind, können Lebensqualitätsparameter alle Formen von Verlusten oder Nachteilen erfassen. Damit wird der Vergleich von risikoverringenden Maßnahmen unabhängig vom Fachbereich einer Maßnahme möglich. Ein solcher Ansatz erlaubt den Wettbewerb aller Schutzmaßnahmen innerhalb einer Gesellschaft und müsste zu einer Erhöhung der Sicherheit und der Lebensqualität führen.*

*The paper focuses on risk presentation with regard to the loss of human life. Several measures of risk, such as F-N diagrams, the probability of loss of life and days of lost life expectancy are introduced. All of these measures are specialised for different types of loss. In addition, quality-of-life parameters can be understood as measures of risk. In contrast to the afore-mentioned measures of risk, quality-of-life parameters are able to cover the entire field of risk to human life. If this is true, then the efficiency of all safety actions can be compared, regardless of their specific field. This would also permit competition among safety actions across an entire society and should yield not only improvements for safety, but also an increase in the quality of life within that society.*

Tabelle 1  
Gesundheitsbezogene Lebensqualitätsparameter (Lebensqualitätsfragebögen aus dem englischen Sprachraum wurden in ihrer Originalbezeichnung belassen)

Krankheitsübergreifende	Krankheitsspezifische
<b>Lebensqualitätsparameter</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nottingham Health Profile</li> <li>• Sickness Impact Profile</li> <li>• SF-36 (SF-12)</li> <li>• WHOQoL</li> <li>• EuroQol</li> <li>• McMaster Health Index Questionnaire</li> <li>• MIMIC-Index</li> <li>• Visick-Skala</li> <li>• Karnofsky-Index</li> <li>• Activities-of-Daily-Living Index</li> <li>• Health-Status-Index</li> <li>• Index-of-Well-being</li> <li>• Rosser-Matrix</li> <li>• Rosser &amp; Kind Index</li> <li>• Quality of Well Being Scale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quality of Life Index – Cardia Version III (QLI)</li> <li>• Seattle Angina Questionnaire (SAQ)</li> <li>• Angina Pectoris Quality of Life Questionnaire (APQLQ)</li> <li>• Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire</li> <li>• Asthma Quality of Life Questionnaire (AQLQ)</li> <li>• Fragebogen zur Lebensqualität bei Asthma (FLA)</li> <li>• Fragebogen für Asthmapatienten (FAP)</li> <li>• Asthma Questionnaire (AQ20/AQ30)</li> <li>• Osteoporosis Quality of Life Questionnaire (OQLQ)</li> <li>• Quality of Life Questionnaire for Osteoporosis (OPTQol)</li> <li>• Osteoporosis Assessment Questionnaire (OPAQ)</li> <li>• QOL Questionnaire of the European Foundation for Osteoporosis (QualEFFO)</li> <li>• Juvenile Arthritis QOL-Questionnaire (JAQQ)</li> <li>• Schmerzempfindlichkeitskala (SES)</li> <li>• Pain Disability Index (PDI)</li> </ul>

In der Medizin hat man versucht, diese neuen Zielgrößen mittels der Einführung von Lebensqualitätsparametern, die auch als Lebensqualitätsmessinstrumente bezeichnet werden, mess- und damit prüfbar zu machen. Lebensqualitätsparameter finden heute bei Vorsorgeuntersuchungen, bei der Therapieforschung, der Qualitätssicherung und der Gesundheitsökonomie Anwendung. Über 20 000 wissenschaftliche Veröffentlichungen befassen sich im deutschsprachigen Raum mit dem Thema der medizinischen Lebensqualität [4], wobei pro Jahr schätzungsweise 2 000 neue Veröffentlichungen hinzukommen [11]. Diese wissenschaftlichen Anstrengungen haben zur Entwicklung von über 800 Lebensqualitätsparametern im Bereich der Medizin geführt [1, 11, 21]. Die Lebensqualitätsparameter werden in der Regel durch Fragebögen erfasst. Beispielhaft sind in Tabelle 1 die Namen relativ weit verbreiteter Lebensqualitätsfragebögen aufgelistet. Der beschrittene Weg der metrischen Darstellung der Lebensqualität bedurfte natürlich zuallererst einer Definition des Begriffes Lebensqualität. Im Folgenden ist eine Definition aus dem Bereich der Medizin wiedergegeben:

*„Unter gesundheitsbezogener Lebensqualität ist ein psychologisches Konstrukt zu verstehen, das die körperlichen, psychischen, mentalen, sozialen und funktionalen Aspekte des Befindens und der Funktionsfähigkeit der Patienten aus ihrer Sicht beschreibt“ [4].*

Wie die kurze Schilderung der Entstehungsgeschichte des Begriffes aber bereits verdeutlicht, geht der Begriff weit über rein medizinische Fragestellungen hinaus, so dass sich in anderen Bereichen andere Definitionen herausgebildet haben. Auch dafür seien zwei Beispiele genannt:

*„Lebensqualität ist die individuelle Wahrnehmung der eigenen Lebenssituation im Kontext der jeweiligen Kultur und*

*des jeweiligen Wertesystems und in Bezug auf die eigenen Ziele, Erwartungen, Beurteilungsmaßstäbe und Interessen“ [25].*

*„Lebensqualität ist das Ergebnis eines individuellen, multi-dimensionalen Bewertungsprozesses der Interaktion zwischen Person und Umwelt. Als Bewertungskriterien können sowohl soziale Normen als auch individuelle Wertvorstellungen und affektive Faktoren herangezogen werden“ [11].*

Zahlreiche weitere Definitionen der Lebensqualität finden sich in [20].

Gemäß der jeweiligen Definition hängt die Lebensqualität von einer Vielzahl von Eingangsgrößen ab, die teilweise nur sehr schwer numerisch erfassbar sind. In Tabelle 2 werden mögliche Eingangsgrößen zusammengefasst. Auf Grund dieser hohen Dimensionalität, der Unsicherheit bei der Auswahl und Wichtung der Eingangsgrößen sowie der ganz spezifischen Fragestellungen in vielen Fachgebieten wurden – vergleichbar mit der Entwicklung in der Medizin – in großem Umfang spezielle Lebensqualitätsparameter entwickelt. Dies wird erreicht, indem die Anzahl der Eingangsgrößen beschränkt und die Lebensqualität nur für eine bestimmte Situation erfasst wird. Die Lebensqualitätsparameter unterscheiden sich daher zum Teil erheblich im Aufbau. Der Aufbau verschiedener Lebensqualitätsparameter offenbart sogar Schwierigkeiten bei der Bestimmung der maßgebenden Eingangsgrößen und der funktionalen Verknüpfung für identische Fragestellungen. Tabelle 3 belegt dies am Beispiel der Anzahl der Eingangsgrößen verschiedener Lebensqualitätsparameter für psychiatrische Patienten. Interessanterweise schwankt die Anzahl der Eingangsparameter zwischen 15 und 304. Ein Teil der Eingangsparameter wird allerdings zur Kontrolle verwendet.

Tabelle 2  
Mögliche Eingangsvariablen für Lebensqualitätsparameter [14]

Überwiegend objektive Variablen	Überwiegend subjektive Variablen	Gesellschaftliche Variablen
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wohnbedingungen</li> <li>- Familie</li> <li>- soziale Beziehungen</li> <li>- Teilnahme am sozialen Leben</li> <li>- Lebensstandard</li> <li>- Einkommen</li> <li>- Gesundheit</li> <li>- Erziehung und Arbeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lebenszufriedenheit</li> <li>- Glück</li> <li>- Sorgenfreiheit</li> <li>- subjektive Klassenzugehörigkeit</li> <li>- Optimismus/Pessimismus über die zukünftige Entwicklung</li> <li>- Beurteilung der eigenen Lebensbedingungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- soziale Konflikte</li> <li>- Vertrauen in andere Menschen</li> <li>- Sicherheit, Freiheit, Justiz</li> <li>- soziale Integration</li> </ul>

In einigen Veröffentlichungen wird die Möglichkeit der metrischen Beschreibung der Lebensqualität sogar kategorisch ausgeschlossen [19]. Vielmehr wird dort nur eine grobe Bestimmung der Lebensqualität als möglich erachtet, wie in Bild 1 schematisch dargestellt ist.

Das Thema Lebensqualität und die damit verbundenen Probleme sind jedoch glücklicherweise nicht mehr nur Gegenstand von wissenschaftlichen Tagungen, wie zum Beispiel der Tagung der Internationalen Gesellschaft für Lebensqualitätsuntersuchungen in Frankfurt am Main 2003, oder wissenschaftlicher Zeitschriften, wie der Zeitschrift für Sozialindikatoren. Zunehmend richtet sich das Interesse der Öffentlichkeit auf Arbeiten über Lebensqualität. Als Beispiel dafür sei in Bild 2 ein Werbebild der Aktion Mensch mit der Frage nach der Definition von Lebensqualität gezeigt. Ebenso wurde über den Lebensqualitätsatlas für Deutschland [18] oder den Human Development Index der UNO [23] in den Tagesmedien berichtet.

Tabelle 3  
Lebensqualitätsmessinstrumente für psychiatrische Patienten (Lebensqualitätsfragebögen aus dem englischen Sprachraum wurden in ihrer Originalbezeichnung belassen)

Lebensqualitätsmessinstrumente	Anzahl Parameter
Social Interview Schedule (SIS) 48	
Community Adjustment Form (CAF)140	
Satisfaction of Life Domain Scale (SLDS)	15
Oregon Quality of Life Questionnaire (OQoLQ)	246
Quality of Life Interview (QoLI)	143
Client Quality of Life Interview (CQLI)	65
California Well-Being Project Client Interview (CWBPCI)	304
Quality of Life Questionnaire (QoLQ)	63
Lancashire Quality of Life Profile (LQoLP)	100
Quality of Life Index for Mental Health (QLI-MH)	113
Berliner Lebensqualitätsprofil (BeLP)	66
Quality of Life in Depression Scale (QLDS)	35
Smith-Kline Beecham Quality of Life Scale (SBQoL)	28
Quality of Life Enjoyment and Satisfaction Questionnaire (Q-LES-Q)	93

Genau wie bei diesen Parametern wird auch hier davon ausgegangen, dass eine metrische Darstellung der Lebensqualität prinzipiell möglich ist. In diesem Beitrag soll zusätzlich gezeigt werden, dass Lebensqualitätsparameter immer auch Risikoparameter sind. Deshalb werden im Folgenden hierarchisch unterschiedliche Risikoparameter erläutert.

### 3 Risikoparameter

#### 3.1 Sterbehäufigkeiten

Der Risikoparameter der Sterbehäufigkeit oder Sterbewahrscheinlichkeit entspricht der klassischen Definition von Risiko, wie sie zum Beispiel in Normen verwendet wird (DIN VDE 31 000). Dort wird Risiko als Produkt aus Eintrittshäufigkeit eines Ereignisses mit Schaden und dem Schadensumfang definiert. Auf zahlreiche weitere Varianten des Begriffs Risiko sei der Vollständigkeit halber nur hingewiesen.

Bei der Verwendung der Risikoparameter Sterbehäufigkeit oder Sterbewahrscheinlichkeit besteht der Schaden in dem Verlust von Menschenleben. Basierend auf Sterbetafeln, die unter anderem im 18. Jahrhundert in Australien und 1837 in England und Wales eingeführt wurden, ist es möglich, Sterbehäufigkeiten für Menschen zu ermitteln [13].

Bild 3 listet die Sterbehäufigkeiten von Menschen bei bestimmten Ereignissen oder Tätigkeiten auf. Bei PROSKE [20] findet sich mehr noch eine Sammlung von über 125 Sterbehäufigkeiten. Beim Vergleich solcher Sterbehäufigkeiten sind die verwendeten Grundgesamtheiten sowie das Datum der Erhebung zu beachten. In Bild 3 beziehen sich zum Beispiel zwei Häufigkeiten auf Teilgrundgesamtheiten der Bevölkerung. So bezieht sich die Säuglingssterblichkeit nur auf die Gruppe der Säuglinge und die Sterbehäufigkeit der Soldaten nur auf die Grundgesamtheit Soldaten. Neben diesen sehr hohen Werten weisen bestimmte Phänomene aber auch eine sehr geringe relative Sterbehäufigkeit pro Jahr auf. Zum Beispiel liegt das Risiko, Opfer eines Massensterbens in der Erdgeschichte zu werden, bei  $10^{-8}$ . Im Gegensatz dazu liegen die Zielwerte für Arbeiter bei einer Sterbewahrscheinlichkeit von  $10^{-4}$  und bei  $10^{-6}$  für die unbeteiligte Öffentlichkeit.

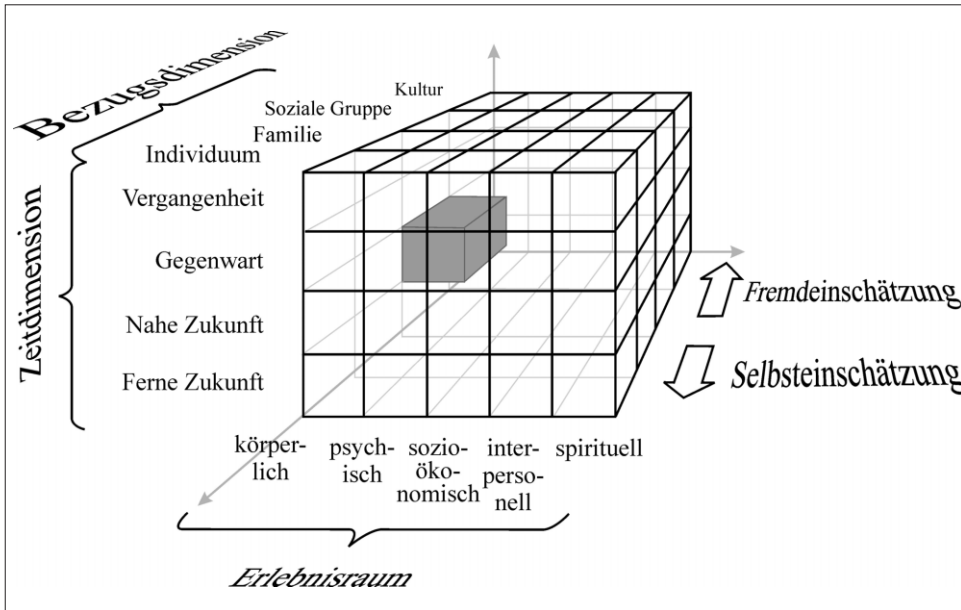


Bild 1. Dimensionen der Lebensqualität nach [19]

Der Parameter der Sterbehäufigkeit bezieht sich in der Regel auf ein Jahr. Er macht aber keine Aussage darüber, wie lange oder häufig man der Handlung über das Jahr hinweg ausgesetzt war. Um deshalb die Qualität des Risikovergleichs zu verbessern, wird eine Zeitkalibrierung notwendig. Die Darstellung eines Sterberisikos in Bezug auf eine definierte Bezugszeit von  $10^8$  bzw.  $10^3$  Stunden wird als Unfallrate mit Todesfolge (Fatal Accident Rate) bezeichnet. Beispiele dafür finden sich unter anderem in [20]. Im Bereich der Ölindustrie liegen die Zielwerte bei 15, für Mitglieder der unbeteiligten Öffentlichkeit hingegen bei ca. 0,1.

Die Sterbehäufigkeit muss nicht zwangsläufig auf einen Zeitraum bezogen sein. Sie kann vielmehr auch auf

Streckenlängen, eine Anzahl von Handlungen oder eine Menge von Substanzen bezogen werden. Ein Beispiel für einen solchen Parameter ist der Unit-Risk-Wert von Schadstoffmengen in der Luft. Der Unit-Risk-Wert einer Substanz gibt das zusätzliche geschätzte Krebsrisiko eines Menschen bei einer Inhalation dieser Substanz über 70 Jahre hinweg und einer Schadstoffmenge von  $1 \mu\text{g pro m}^3$  Luft an. Das wirkliche Risiko kann dann durch Multiplikation mit der tatsächlichen Expositionszeit des Menschen ausgerechnet werden.

### 3.2 Familie der F-N-Diagramme

Sterbehäufigkeiten und Unfallraten berücksichtigen allerdings nicht die Schwere eines einzelnen Schadensereignisses. Für einen Unfall mit einem Todesopfer, der tausendmal eintritt, und für einen Unfall mit tausend Opfern, der einmal eintritt, erhält man die gleichen Zahlen. Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass Menschen bei der Beurteilung der Sicherheit zwischen diesen Fällen subjektiv sehr stark unterscheiden. Soll der Risikoparameter erfolgreich eingesetzt werden, so muss er das Sicherheitsempfinden der Bevölkerung in ausreichendem Maß widerspiegeln.

Zur Verbesserung der subjektiven Risikobewertung, die auch als Risikoaversion bezeichnet wird, wurden so genannte F-N-Diagramme entwickelt. Die ersten solchen Diagramme stammen von FARMER aus dem Jahre 1967 [9]. Die Risikoforschung erhielt damals große Impulse durch den Bau von Atomkraftwerken. Besonders bekannt wurden F-N-Diagramme im RASMUSSEN-Report Anfang der 70er Jahre des letzten Jahrhunderts.

F-N-Diagramme sind doppeltlogarithmische Diagramme, die auf der x-Achse die Opferanzahl N und auf der y-Achse die Häufigkeit F von Unfällen mit gleicher und größerer Opferanzahl zeigen. Durch diese Definition ergeben sich immer von links nach rechts fallende Kurven. Es gibt jedoch auch so genannte f-N-Kurven, die auf der y-Achse die Häufigkeit der Unfälle mit N Opfern anzeigen. In diesen Fällen können auch steigende Kurven beobachtet werden.

Seit der Einführung der ersten Diagramme hat sich eine große Vielfalt entwickelt, so dass man auch von der Familie der F-N-Diagramme spricht. Das Grundprinzip der Dia-



Bild 2. Werbeblatt der Aktion Mensch

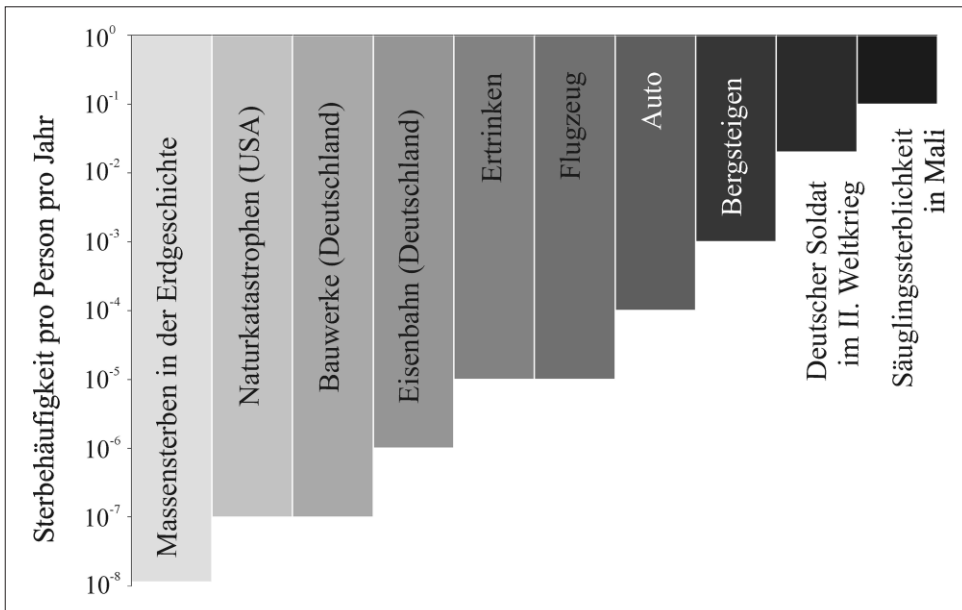


Bild 3. Beispiele für Sterbehäufigkeiten von Menschen für verschiedene Ereignisse und Handlungen

gramme ist gleich geblieben, doch die Einheiten auf der  $x$ -Achse können verschieden sein. So kennt man heute Diagramme, die auf der  $x$ -Achse die Schadenskosten, einen Schadensparameter aus verschiedenen anderen Parametern, die Anzahl der durch den Schaden betroffenen Menschen ( $PAR$ ), die Zeit für die Schadensbeseitigung, die Energie für die Schadensbeseitigung oder, wie ursprünglich, die radioaktive Strahlung aufrufen. Eine Zusammenfassung verschiedener Darstellungen von  $F$ - $N$ -Diagrammen findet sich in [17].

Zur Entwicklung eines solchen Diagramms werden zunächst Daten über Unfälle mit Angabe der Schäden bzw. Opfer in der Vergangenheit oder Berechnungen benötigt, die solche Daten ergeben. Die Daten, Opferanzahl und Unfallhäufigkeit werden anschließend nach steigender Opfer-

anzahl sortiert. Danach werden die Daten kumuliert, d. h. die Häufigkeit der Unfälle mit einer Opferzahl größer bzw. gleich  $N$  bestimmt. Diese Datenpaare werden graphisch im  $F$ - $N$ -Diagramm dargestellt. Beispiele für die Entwicklung eines klassischen  $F$ - $N$ -Diagramms finden sich unter anderem in [3] und [20].

Der Nachweis der ausreichenden Sicherheit erfolgt graphisch im Diagramm. Für den Nachweis werden Vergleichslinien benötigt, die für eine Vielzahl verschiedener Ereignisse vorliegen. In [3] und [20] sind ca. 20 Zielkurven abgebildet. Die Zielkurven unterteilen die Diagrammfläche in einen zulässigen und einen unzulässigen Bereich (Bild 4). Einige Zielkurven kennen außerdem noch einen Bereich, der unter gewissen Bedingungen zulässig ist. Dieser Bereich wird als ALARP-Region bezeichnet (As Low As Reasonably Practicable). In diesem Bereich hängt die Akzeptanz vom Aufwand der Schutzmaßnahmen ab.

Trägt man nun die ermittelte Kurve in ein solches Diagramm ein, erkennt man, ob die Kurve in einem zulässigen Bereich liegt. Die mittlere zu erwartende Opferzahl bzw. die mittleren zu erwartenden Schadenskosten bei einem Unfall werden als „Potential Loss of Life“ bezeichnet.

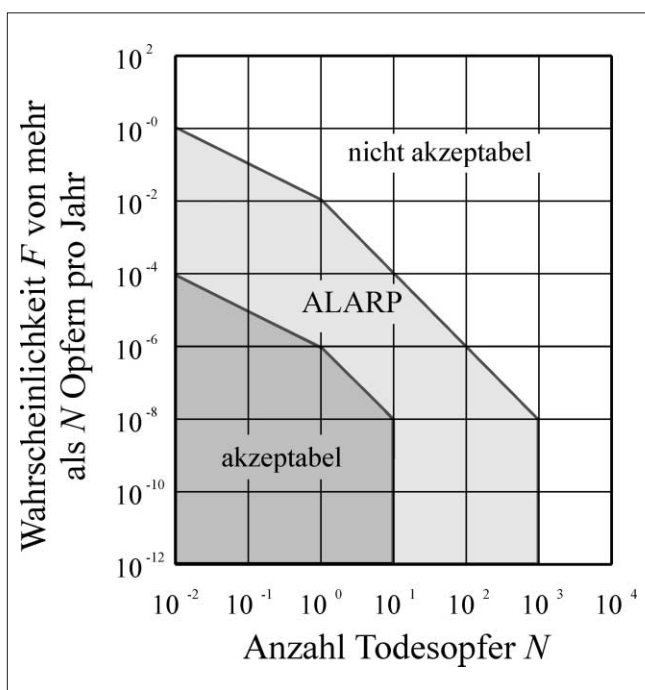


Bild 4. Beispiel einer Nachweiskurve (GRONINGEN-Kurve 1978)

### 3.3 Verlorene Lebensjahre

Die Familie der  $F$ - $N$ -Diagramme ist hervorragend zur Darstellung technischer und natürlicher Risiken geeignet, da bei diesen Risiken hohe Opferzahlen wahrscheinlich sind. Gesundheitliche Risiken beziehen sich jedoch zwangsläufig immer nur auf eine Person. Zusätzlich spielt bei der subjektiven Beurteilung von Risiken häufig auch das Alter der betroffenen Person eine Rolle. Der Tod eines Menschen, der im Alter von 90 Jahren an einer Erkrankung stirbt, wird subjektiv anders wahrgenommen als der Tod eines jungen Menschen. Diesen Sachverhalt kann der Risikoparameter der verlorenen Lebensjahre oder verlorenen Lebensstage berücksichtigen. Der Parameter ist definiert als Differenz zwischen der mittleren Lebenserwartung ohne das untersuchte Risiko und der mittleren Lebenserwartung mit dem Risiko. Er hat eine breite Anwendung bei der Darstellung der Krebserkrankungen in Deutschland gefunden, wird aber auch für andere Krankheiten eingesetzt. COHEN hat die ver-

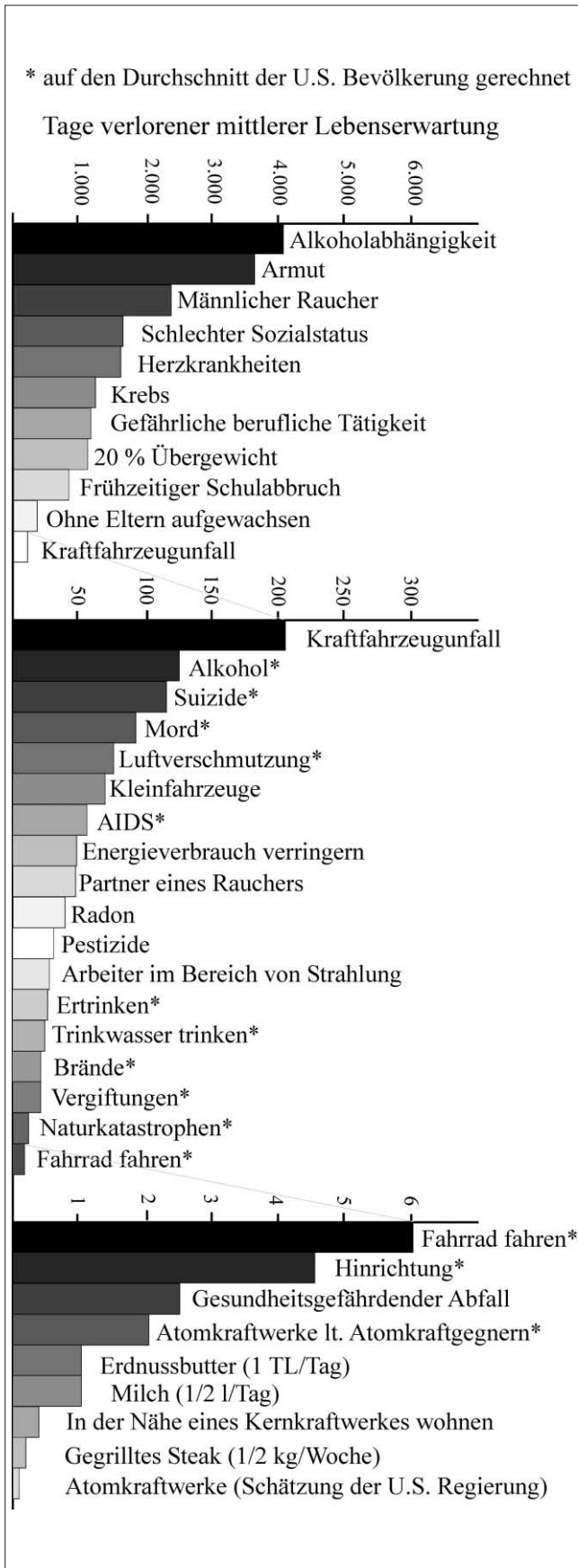


Bild 5. Verlorene Lebensstage für verschiedene Situationen nach COHEN [6]

lorenen Lebensstage für verschiedene Krankheiten, aber auch für unterschiedliche soziale Verhältnisse erfasst und zusammengestellt (Bild 5) [6]. Weitere Werte finden sich in [15] und [20].

Zusätzlich zu dem Verlust an Lebensjahren besteht auch die Möglichkeit, gesundheitliche Einschränkungen während des Lebens zu erfassen und in den Verlust an Lebenszeit umzurechnen. Dazu werden zum Beispiel gesundheitsqualitätsbewertete Lebensjahre (QALY), Lebensjahre mit gesundheitlichen Einschränkungen (DALY) oder Lebensjahre mit voller Gesundheit (HYE) verwendet. Bild 6 zeigt beispielhaft den Verlauf des Gesundheitszustandes eines Menschen über seine Lebenszeit. Der dunkelgraue Bereich entspricht den gesundheitsqualitätsbewerteten Lebensjahren, während der hellgraue Bereich der Lebenszeit mit Einschränkungen entspricht. Die Differenz zwischen Lebenszeit und mittlerer Lebenserwartung sind die verlorenen Lebensjahre oder Lebenstage. Ein Beispiel für die Ermittlung solcher Zahlen für Risiken aus Umweltverschmutzung in den Niederlanden findet sich in [13]. In entwickelten Industrieländern beträgt der Anteil der DALY etwa 10 % der Lebenszeit, in Indien etwa 30 % und in einigen afrikanischen Staaten fast 50 % [10].

### 3.4 Lebensqualitätsparameter

Die genannten Zahlen für DALYs belegen eindrucksvoll, dass Menschen, die in ungünstigen geopolitischen Regionen leben, hohen Risiken ausgesetzt sind. Diese Tatsache gilt aber auch für Bevölkerungsgruppen in Industrieländern, deren Lebensbedingungen mit denen in Entwicklungsländern vergleichbar sind. Armut und schlechter Sozialstatus erzeugen gemäß Bild 5 auch in Industriestaaten die größten Verluste an Lebenszeit. Der Zusammenhang zwischen Armut und mittlerer Lebenserwartung auf der Ebene von Staaten wird noch einmal in Bild 7 deutlich. Geht man davon aus, dass Armut eine wesentliche Eingangsgröße für die Lebensqualität ist, dann kann man feststellen, dass Lebensqualität und Lebensrisiko eng miteinander verbunden sind. Lebensqualitätsparameter sind universelle Risikoparameter, da sie gemäß ihrem Aufbau bereits leichte Störungen der Lebensqualität als Schäden erfassen können.

Lebensqualitätsparameter als Risikoparameter erlauben es nun, die Effektivität von risikoverringern Maßnahmen zu beurteilen. Als risikoverringern Maßnahmen werden alle Schutz- oder Sicherheitsmaßnahmen bezeichnet,

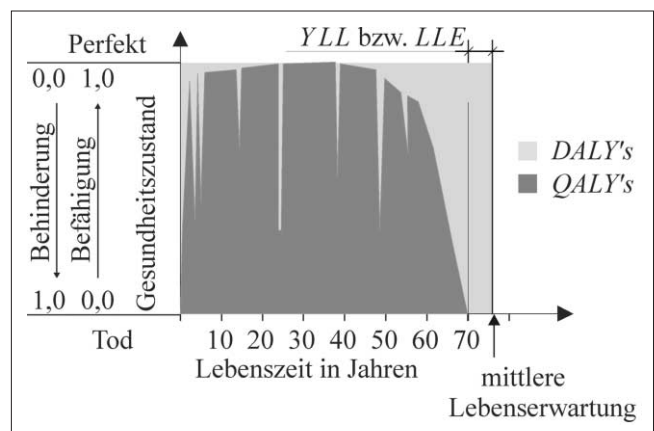


Bild 6. Darstellung des Konzeptes der verlorenen Lebensjahre

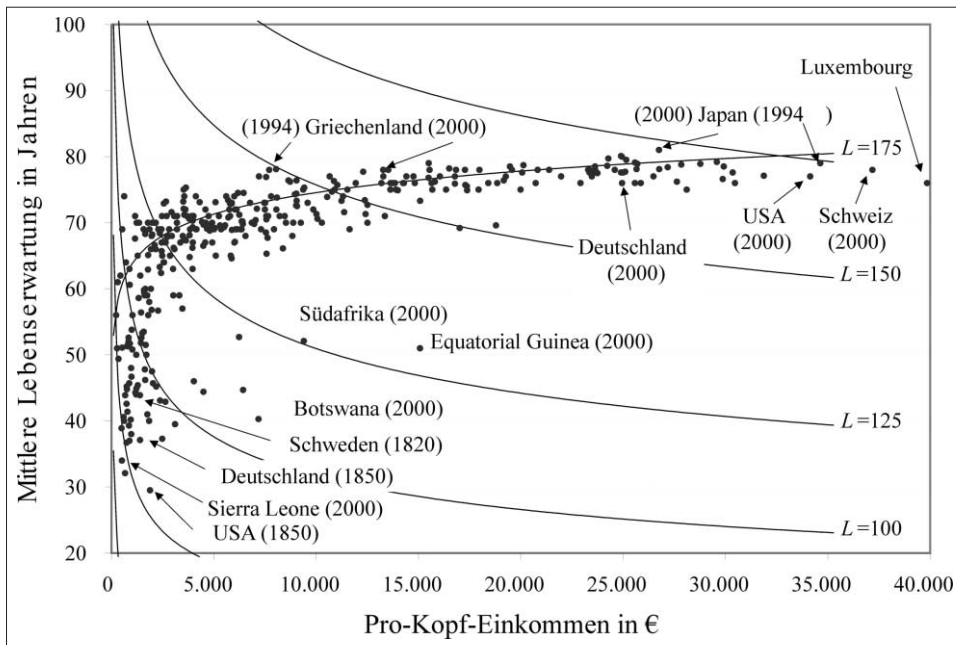


Bild 7. Pro-Kopf-Einkommen, mittlere Lebenserwartung und Lebensqualitätsindex  $L$  für 170 Länder [20]

die die menschliche Gesellschaft bereithält, z. B. soziale Sicherungssysteme, Polizei, Gerichtsbarkeit, Krankenhäuser, technische Schutzsysteme, Schutzsysteme gegen Naturkatastrophen etc.

Es ist allgemein bekannt, dass die gesetzlichen Anforderungen an Sicherheitssysteme nicht ausgewogen sind [16, 22, 24]. Während die Umsetzung staatlicher Sicherheitsforderungen in manchen Fällen nur mit geringem Erfolg bei gleichzeitiger Bindung großer finanzieller Ressourcen belohnt wird, sind andere Gesetze und Normen nur mit marginalen pekuniären Aufwendungen verbunden und zeigen große Erfolge beim Schutz von Menschen. Lebensqualitätsparameter sind nun in der Lage, diese Verhältnisse zu beurteilen, und zwar sowohl aus gesamtgesellschaftlicher Perspektive wie aus der Sicht ganz spezieller Fälle.

Ein Beispiel für eine solche Effektivitätsbeurteilung ist der Versuch der Einschätzung adjuvanter Therapien in der Onkologie. Adjuvante Therapien umfassen Maßnahmen zur Vermeidung eines erneuten Tumorwachstums bei vollständiger operativer Entfernung des Primärmelanoms. So steht man zum Beispiel bei Patienten mit High-Risk-Melanomen (Tumordicke  $> 1,5$  mm) nach der operativen Entfernung des primären malignen Melanoms vor der Frage, ob eine solche Therapie sinnvoll ist. Dabei ist im Voraus nicht bekannt, bei welchen Patienten ein Tumor erneut auftreten wird. Auch der Erfolg dieser Behandlung kann nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit angegeben werden.

Wie Untersuchungen zur Lebensqualität der Patienten mittels des Lebensqualitätsparameters SF-36 gezeigt haben, verschlechtert sich die Lebensqualität aller Patienten, die

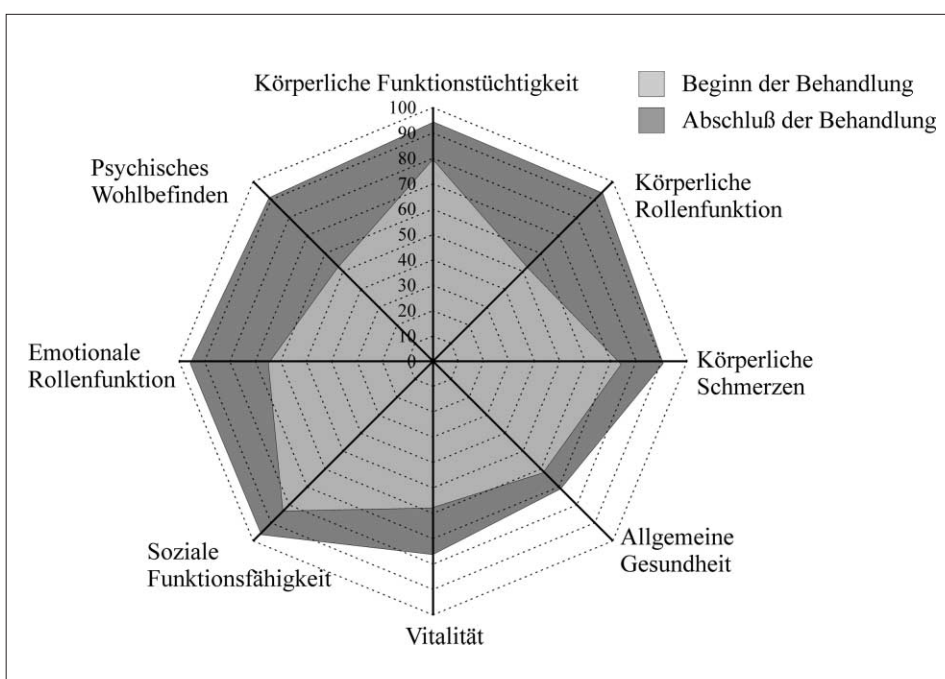


Bild 8. Darstellung der SF-36 Parameter für die Teilnehmer einer adjuvanten Therapie

sich einer solchen adjuvanten Therapie unterziehen, über einen Zeitraum von mehreren Monaten bis zu zwei Jahren auf Grund der Nebenwirkungen erheblich (Bild 8). Berücksichtigt man, dass der Behandlungserfolg nur eine gewisse Wahrscheinlichkeit besitzt und die Nebenwirkungen nicht vernachlässigbar sind, so kann die Anwendung eines Lebensqualitätsparameters bei der Beantwortung der Frage helfen, ob die Therapie sinnvoll ist.

Ein Beispiel aus dem Ingenieurbau wird in [20] vorgestellt. Dort wird mittels eines Lebensqualitätsparameters geprüft, welche Verstärkung von Brücken am effektivsten ist.

Nach der ursprünglichen Bedeutung von Lebensqualität dürften die adjuvante Therapie und die Verstärkung von Brücken aber nicht separat, sondern müssten zusammen geprüft werden. Die gesamte Palette aller medizinischen, technischen und sozialen Schutzmaßnahmen müsste vergleichbar werden. Dies würde teilweise die parallele Durchführung von Maßnahmen, teilweise aber auch eine Konkurrenz möglicher Maßnahmen bedeuten. Dazu müssten Lebensqualitätsparameter entwickelt werden, die unabhängig vom Fachgebiet sind bzw. die Umrechnung fachspezifischer Lebensqualitätsparameter erlauben. Eine Lösungsmöglichkeit dafür sehen die Autoren in dynamischen Profilparametern, die zu einem Indexparameter zusammengeführt werden.

Ganz allgemein unterscheidet man zwischen Profil- und Indexlebensqualitätsparametern. Profilparameter erfassen verschiedene Eingangsgrößen oder Gruppen von Eingangsgrößen, die nicht weiter zusammengefasst werden, wohingegen Indexparameter alle Eingangsgrößen zu einem Indikator zusammenführen. Beispiele für Profilparameter aus dem Bereich der Medizin sind der SF-36, das Sickness Impact Profile (SIP) und das Nottingham Health Profile (NHP). Beispiele für Indexparameter, wiederum aus dem Bereich der Medizin, sind der Karnofsky-Index, EuroQol und die Quality-of-well-being-Scale [12].

Dynamische Profilparameter besitzen nun Gruppen von Eingangsgrößen, die je nach Fragestellung ausgetauscht werden können. Dieser modulare Aufbau erlaubt eine ständige Weiterentwicklung, so dass auch neue Fragestellungen mit den Parametern behandelt werden können. Um nun die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Profilparametern

zu gestatten, sollen die dynamischen Profilparameter anschließend zu einem verallgemeinerten Indexparameter zusammengeführt werden. Aus mehreren solcher fachspezifischer Indexparameter können anschließend wiederum übergeordnete Indexlebensqualitätsparameter entwickelt werden. Je nach Fragestellung kann dann ein mehr oder weniger fachspezifischer Lebensqualitätsparameter aus einem Stammbaum von Lebensqualitätsparametern gewählt werden. Die Entwicklung solcher vereinheitlichter Lebensqualitätsparameter ist noch Gegenstand der Forschung.

So unternimmt man im Bereich der Sozialwissenschaften große Bemühungen bei der Entwicklung summarischer bzw. vereinheitlichender Lebensqualitätsparameter. Beispiele hierfür sind DIENERS Value-Based Index of National Quality-of-Life [7], ESTES' Index of Social Progress [8], der American Demographics Index of Well-Being [8] oder der Fordham Index of Social Health. Zu dieser Klasse gehören auch der Human Development Index der UNO oder der International Well-Being-Index. Auch in anderen Bereichen wird diese Entwicklung forciert. So kann man in den Lebensqualitätsindex von NATHWANI, PANDEY und LIND über die Umrechnung von Lebensdauern unter Berücksichtigung von Einschränkungen Lebensqualitätsparameter aus der Medizin integrieren und so einen vereinheitlichten Lebensqualitätsparameter erhalten.

Forschungsziel muss es sein, die Entwicklungen zur Lebensqualität in den einzelnen Fachgebieten zu bündeln und übergreifende Konzepte zu entwickeln. Das ist bisher noch nicht geschehen. Die Entwicklung metrischer, interdisziplinärer Lebensqualitätsparameter als universelles Risikomaß ist aus Sicht der Verfasser aber von höchster gesellschaftlicher Bedeutung, um die Leistungsfähigkeit aller Schutzmaßnahmen innerhalb einer Gesellschaft objektiv bewerten zu können.

Neben der Entwicklung der metrischen Lebensqualitätsparameter ist jedoch immer auch eine graphische Darstellung der Einzelkomponenten hilfreich, um die Lebensqualitätsparameter zu prüfen. Durch die bereits angesprochene teilweise hohe Zahl von Eingangsgrößen gestaltet sich eine Visualisierung allerdings recht schwierig. Parallel zur Entwicklung der Rechentechnik wurden zur Visualisierung hochdimensionaler Daten in den letzten Jahren zahlreiche Darstellungsarten entwickelt. Eine dieser Darstellungsformen sind die so genannten Chernoff-Gesichter [2, 5]. Der Datensatz des SF-36 aus Bild 8 wird in Bild 9 noch einmal mittels Chernoff-Gesichtern visualisiert.

Die Anwendung menschlicher Gesichtszüge zur Abbildung hochdimensionaler Informationsmengen begründet sich nicht nur in der hohen Differenzierungsqualität bei der Wahrnehmung von Gesichtern und Gesichtsausdrücken, sondern auch in der durch eine Vielzahl von anatomischen Freiheitsgraden und hohen feinmotorischen Fähigkeiten ermöglichten Umsetzbarkeit der Gesichtsausdrücke. Die Visualisierung von Eingangs- bzw. Ergebnissen der Lebensqualitätsparameter über das menschliche Gesicht ist letztendlich die Wiederholung dessen, was ein Mensch sowieso tut: Informationen über sein Befinden durch seinen Gesichtsausdruck zu vermitteln. Der Gesichtsausdruck von Menschen erlaubt in einer nicht zu übertreffenden Art und Weise eine Antwort auf die eingangs erwähnte Frage nach der Befindlichkeit und damit auch auf die Frage nach der Lebensqualität.

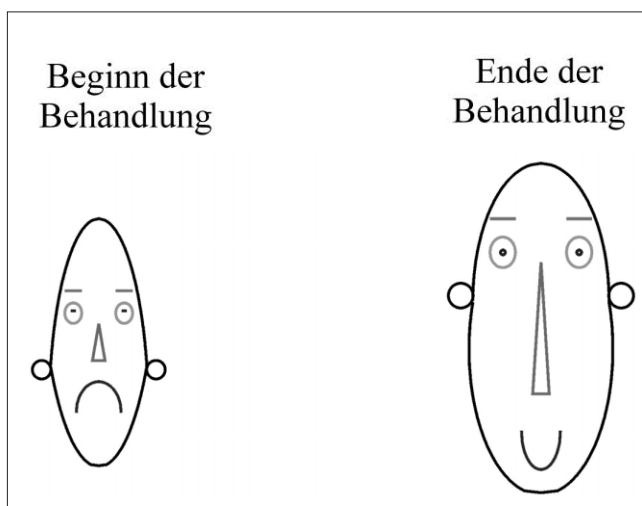


Bild 9. Darstellung der SF-36 Parameter für die Teilnehmer einer adjuvanten Therapie mittels Chernoff-Gesichtern



## Literatur

- [1] Ahrens, A.; Leininger, N.: Psychometrische Lebensqualitätsmessung anhand von Fragebögen. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Vorlesungsunterlagen 7.7.2003
- [2] Arnold, C.: Visualisierung multidimensionaler statistischer Daten im Web. Diplomarbeit. Fachhochschule Hagenberg, 2003
- [3] Ball, D. J.; Floyd, P. J.: Societal Risks. Final Report. School of Health, Biological/Environmental Sciences. Middlesex University, London, 2001
- [4] Bullinger, M.: Lebensqualität – ein Ziel- und Bewertungskriterium medizinischen Handelns? In: Möller, H.-J.; Engel, R. und Hoff, P. (Hrsg.): Befunderhebung in der Psychiatrie: Lebensqualität, Negativsymptomatik und andere aktuelle Entwicklungen. Springer-Verlag, 1996
- [5] Chernoff, H.: The use of faces to represent points in k-dimensional space graphically. In: Journal of the American Statistical Association **68** (1973), S. 361 – 368
- [6] Cohen, B. L.: Catalog of Risks extended and updated. In: Health Physics **61** (September 1991), S. 317 – 335
- [7] Diener, E.: A Value Based Index for Measuring National Quality of Life. In: Social Indicators Research **36** (1995), S. 107 – 127
- [8] Estes, R. J.: Trends in World Development. New York: Praeger, 1988
- [9] Farmer, F. R.: Siting Criteria – a New Approach. In: Atom **128** (1967), S. 152 – 170
- [10] Foege, W. H.: Preventive Medicine and Public Health. In: Journal of the American Medical Association **271** (1994) 21, S. 1704 – 1705
- [11] Frei, A.: Auswirkungen von depressiven Störungen auf objektive Lebensqualitätsbereiche. Dissertation. Psychiatrische Universitätsklinik Zürich, August 2003
- [12] Gesundheitsökonomische Evaluierung. Skript zur Vorlesung. Technische Universität Dresden, Professur für Volkswirtschaftslehre, insbesondere Allokationstheorie, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, Wintersemester 2001/2002
- [13] Hofstetter, P.; Hammitt, J. K.: Human Health Metrics for Environmental Decision Support Tools: Lessons from Health Economics and Decision Analysis. National Risk Management Research Laboratory, Office of Research and Development, US EPA, Cincinnati, Ohio, September 2001
- [14] Hudler, M.; Richter, R.: Cross-National Comparison of the Quality of Life in Europe: Inventory of Surveys and Methods. In: Social Indicators Research **58** (2002), S. 217 – 228
- [15] James, M. L.: Acceptable Transport Safety. Research Paper 30, 1995-1996, Department of the Parliamentary Library. <http://www.aph.gov.au/library/pubs/rp/1995-96/96rp30.html>
- [16] Joakim, A. L.; Ramsberg, J.; Sjöberg, L.: The Cost-Effectiveness of Lifesaving Interventions in Sweden. 1996 Annual Meeting of the Society for Risk-Analysis Europe
- [17] Jonkman, S. N.; van Gelder, P. H. A. J. M.; Vrijling, J. K.: An overview of quantitative risk measures for loss of life and economic damage. In: Journal of Hazardous Materials **99** (2003), S. 1 – 30
- [18] Korczak, D.: Lebensqualitätsatlas. Opladen, 2003
- [19] Küchler T.; Schreiber H. W.: Lebensqualität in der Allgemeinchirurgie – Konzepte und praktische Möglichkeiten der Messung. In: Hamburger Ärzteblatt **43** (1989), S. 246 – 250
- [20] Proske, D.: Katalog der Risiken – Risiken und ihre Darstellung. Eigenverlag, Dresden, 2004
- [21] Spilker, B.; Molinek, F. R.; Johnston, K. A.; Simpson, R. L.; Tilson, H. H.: Quality of Life, Bibliography and Indexes. In: Medical Care **28** (1990) (Suppl. 12), S. D51 – 77
- [22] Tengs, T. O.; Adams, M. E.; Pliskin, J. S.; Safran, D. G.; Siegel, J. E.; Weinstein, M. C.; Graham, J. D.: Five Hundred Life-Saving Interventions and Their Cost-Effectiveness. In: Risk Analysis **15** (1995) 3, S. 369 – 390
- [23] United Nations Development Program: Human Development Report 1990: Concept and Measurement of Human Development. <http://hdr.undp.org/reports>
- [24] Viscusi, K.: Risk, Regulation and Responsibility: Principle for Australian Risk Policy. In: Risk. Regulation and Responsibility Promoting reason in workplace and product safety regulation. Proceedings of a conference held by the Institute of Public Affairs and the Centre for Applied Economics. Sydney, 13 July 1995. <http://www.ipa.org.au/Conferences/viscusi.html>
- [25] WHOQOL-Group: The development of the World Health Organization quality of life assessment instrument: The WHOQOL. In: Orley, J.; Kuyken, W. (Hrsg.): Quality of Life Assessment: International Perspectives. Heidelberg: Springer, S. 41 – 57



**Proske, Dirk**  
Dr.-Ing. MSc.

Studium Bauingenieurwesen von 1990 bis 1996 an der TU Dresden und City University London ♦ 2003 Promotion zum Dr.-Ing. ♦ von 1996 bis 2005 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Massivbau, Fakultät Bauingenieurwesen der TU Dresden ♦ 2005 Gastprofessor an der TU Delft ♦ seit 2006 Universitäts-Assistent an der Universität für Bodenkultur Wien



**Curbach, Manfred**  
Prof. Dr.-Ing.

Studium Bauingenieurwesen/Konstruktiver Ingenieurbau von 1977 bis 1982 an der Universität Dortmund ♦ 1987 Promotion zum Dr.-Ing. ♦ seit 1994 Professor für Massivbau und seit 2003 Direktor des Instituts für Massivbau, Fakultät Bauingenieurwesen der TU Dresden



**Köhler, Ulrike**  
Dr. med.

Studium Humanmedizin von 1985 bis 1991 an der Humboldt-Universität zu Berlin und an der Medizinischen Akademie Dresden ♦ 1991 Promotion zur Dr. med. ♦ seit 1996 Fachärztin für Haut- und Geschlechtskrankheiten an der Klinik und Poliklinik für Dermatologie, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus der TU Dresden