
Holistische Magnitude Skalierung

Ein neuer Ansatz zur Nutzenmessung

Wolfgang Ilzer, Ernst Mairhofer

Fachhochschule der Wirtschaft Campus02, Studiengang Marketing, Körblergasse 126, 8021 Graz,
AUSTRIA

KURZFASSUNG/ABSTRACT:

Um die nutzenstiftende Wirkung einer Merkmalsausprägung mit Hilfe einer Zahl ausdrücken zu können, werden unterschiedliche Skalierungsverfahren eingesetzt. Bei der Auswahl eines geeigneten Skalierungsansatzes spielen die Durchführungsdauer und die Güte der Ergebnisse eine entscheidende Rolle. In diesen Punkten weisen die *Magnitude Skalierung* und der *Paarvergleich nach Saaty* wechselweise Vor- und Nachteile auf. Unter Ausnutzung der methodischen Affinität zwischen diesen beiden Skalierungsmethoden wird ein neues Verfahren - die *Holistische Magnitude Skalierung* - entwickelt und auf seine Tauglichkeit empirisch überprüft. Die Untersuchung hat ergeben, dass mit dem neuen Verfahren die Durchführungsdauer im Vergleich zur *Magnitude Skalierung* und dem *Paarvergleich nach Saaty* stark reduziert wird und die Validität gesteigert werden kann. Zudem wird das neue Verfahren von den Probanden als einfacher wahrgenommen.

1 AUSGANGSLAGE, PROBLEMSTELLUNG UND ZIELE

Bei Entscheidungen wird darauf abgezielt, aus mehreren Alternativen jene zu identifizieren, welche den größten Nutzen für den Entscheider bringt. Eine Alternative lässt sich durch Merkmale beschreiben, wobei jede Ausprägung eines Merkmals dem Entscheider einen unterschiedlich hohen Nutzen stiftet. Um die nutzenstiftende Wirkung von Merkmalsausprägungen messen zu können, werden Skalierungsverfahren eingesetzt. [1]

Ein bewährtes Skalierungsverfahren, welches aus der Psychophysik stammt, ist die *Magnitude Skalierung*. [2] Bei diesem Verfahren wird eine Merkmalsausprägung als Anker definiert und alle übrigen Ausprägungen dieses Merkmals zum Anker hin beurteilt. Bei n Vergleichsobjekten sind $n-1$ Paarvergleiche notwendig. Ein Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, dass die Alternativen explizit nur zum Anker verglichen werden und daher inkonsistente Bewertungen nicht auszuschließen sind.

Um diesen Mangel auszugleichen, wird beim Skalierungsverfahren *Paarvergleich nach Saaty* jede Merkmalsausprägung mit jeder explizit verglichen. Dies bietet zwar den Vorteil der integrierten Konsistenzprüfung, erfordert aber bei n Vergleichsobjekten $n*(n-1)/2$ Paarvergleiche. Bei z.B. 7 Vergleichsobjekten müssten 21 Paarvergleiche durchgeführt werden. Dies beansprucht den Probanden nicht nur zeitlich in hohem Maße, sondern auch kognitiv.

Um die Zahl der notwendigen Paarvergleiche beim *Paarvergleich nach Saaty* reduzieren zu können entwickelte Miyake et al. ein sog. „2-cyclic Design“, bei dem mit einem Erhebungsalgorithmus nur noch vordefinierte Paare miteinander verglichen werden. Mit diesem Ansatz kann die Anzahl der notwendigen Paarvergleiche zwar auf $2n$ reduziert werden, ist aber erst bei einer Anzahl von mind. 5 zu vergleichenden Merkmalen sinnvoll. [3]

Ein weiterer Ansatz zur Reduktion der Anzahl der Paarvergleiche stammt von Harker, der einen Algorithmus vorschlägt, bei dem die Anzahl der Paarvergleiche von der Konsistenz der Antworten abhängt. Je konsistenter die Antworten des Probanden sind, desto weniger Paarvergleiche muss dieser dann auch durchführen. [4]

Ziel war es daher, ein Skalierungsverfahren zu entwickeln, das Ergebnisse auf höchstem Skalenniveau liefert und Inkonsistenzen verhindert, anstatt sie mit großem Aufwand zu überprüfen.

2 HOLISTISCHE MAGNITUDE SKALIERUNG

Das in dieser Arbeit neu entwickelte Skalierungsverfahren ist die *Holistische Magnitude Skalierung* (folgend als *HMS* bezeichnet). Durch die holistische Darstellungsform werden dem Probanden mehrere zu beurteilende Alternativen mit einem jeweils dazugehörigen Schiebebalken gleichzeitig gezeigt. Der Proband wählt dann jene Alternative als Ankerelement aus, die das betrachtete Merkmal am besten erfüllt. Danach stellt er die Schiebebalken für die Merkmalsausprägungen der restlichen Alternativen in Relation zum Ankerelement ein.

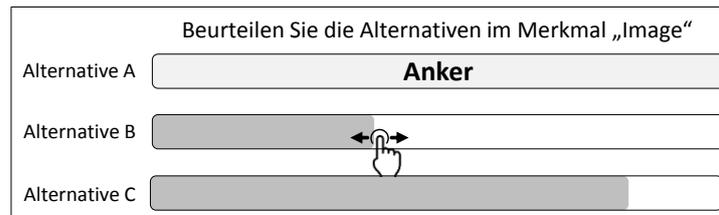


Abbildung 1. Holistische Magnitude Skalierung

Wird beispielsweise der Proband wie in Abbildung 1 gebeten, drei Alternativen zu beurteilen (A stellt dabei den Anker dar), so muss der Proband die Vergleiche A:B und A:C explizit durchführen, jedoch ist anzunehmen, dass er durch die holistische Darstellungsweise die Relation B:C implizit mitbeurteilt. Wenn diese Annahme stimmt, was in der empirischen Untersuchung überprüft wurde, sind bei n Alternativen nur $n-1$ Paarvergleiche explizit durchzuführen, um konsistente Ergebnisse zu erzielen.

Ein Vorteil der Schiebereglerlösung mit Ankerelement besteht auch darin, dass dem Probanden ein freies Reaktionskontinuum zur Verfügung steht. So kann der Proband den Schieberegler jeder Alternative nach seinem eigenen Wunsch platzieren. Damit entspricht diese Lösung auch den Untersuchungsergebnissen von Kahneman [5], welcher herausgefunden hat, dass Menschen sehr gut in der Lage sind, visuelle Verhältnisse schnell und relativ gut einschätzen können.

3 EMPIRISCHE UNTERSUCHUNG

Um herauszufinden, ob die Probanden ihre Vorstellungen mit der *Holistischen Magnituden Skalierung* ausdrücken können, wurde eine empirische Untersuchung durchgeführt. Zusätzlich wurden in der empirischen Untersuchung die für die Beurteilung benötigte Zeit sowie die Validität der Beurteilungsergebnisse gemessen.

Um die Ergebnisse der empirischen Untersuchung interpretieren und vergleichen zu können, wurde als Vergleichsverfahren der *Paarvergleich nach Saaty* ausgewählt. Beim *Paarvergleich nach Saaty* ist es in der elektronischen „ExpertChoiceTM“-Lösung [6] möglich, auch Schieberegler als Eingabemöglichkeit zu verwenden, jedoch werden dort dem Probanden für jeden Paarvergleich die Schieberegler nur isoliert angeboten. Um zu überprüfen, ob die Dateneingabe mit Schieberegler an sich geeignet ist, wurde die *Holistische Magnitude Skalierung* in einer Voruntersuchung (Untersuchung I) mit dem *Paarvergleich nach Saaty mit Schieberegler* (folgend als *PSSB* bezeichnet) verglichen. In Untersuchung II wurde dann die *Holistische Magnitude Skalierung* dem *Paarvergleich nach Saaty mit Saaty Skala* (folgend als *PSSS* bezeichnet) gegenübergestellt.

Die *Holistische Magnitude Skalierung* stellt unter den Skalierungsverfahren einen neuen Ansatz dar, deshalb stand für diese Untersuchung keine Software zur Verfügung. Um die Untersuchungen dennoch mittels Computer durchführen zu können, wurde eine vom Autor selbst programmierte Software verwendet, in welcher sowohl die *Holistische Magnitude Skalierung* als auch beide Varianten des *Paarvergleichs nach Saaty* getestet werden konnten.

Der Untersuchung wurde ein experimentelles Untersuchungsdesign zugrunde gelegt. Dabei haben in Untersuchung I 30 Probanden und in Untersuchung II 40 Probanden in jeweils drei unterschiedlichen Teststellungen qualitative und quantitative Objekte beurteilt. Um die Vorgehensweise der Probanden nachvollziehen zu können, wurde während der Beurteilungsaufgaben der Bildschirm mitaufgezeichnet.

Folgende Ergebnisse konnten aus der empirischen Untersuchung abgeleitet werden:

Anhand der Bildschirmaufzeichnungen konnte festgestellt werden, dass sich die Probanden bei den Beurteilungen der Merkmalsausprägungen nicht nur am Anker orientierten, sondern auch an den bereits eingestellten Schiebepalken. Ebenso konnte herausgefunden werden, dass bereits eingestellte Schiebepalken nochmals nachjustiert wurden. Diese Erkenntnisse deuten darauf hin, dass durch die ganzheitliche Darstellungsweise alle Relationen mitberücksichtigt und dadurch konsistente Ergebnisse erzielt werden.

Des Weiteren konnte in der Untersuchung festgestellt werden, dass durch die holistische Darstellungsweise nicht nur die Anzahl an Paarvergleiche reduziert werden kann, sondern auch die dafür benötigte Zeit. So benötigten die Probanden bei der *Holistischen Magnituden Skalierung* im Vergleich zum *Paarvergleich nach Saaty mit Saaty-Skala* nur etwa die Hälfte der Zeit für die Beurteilungen und im Vergleich zum *Paarvergleich nach Saaty mit Schiebepalken* nur etwa ein Drittel der Zeit (siehe Abbildung 2).

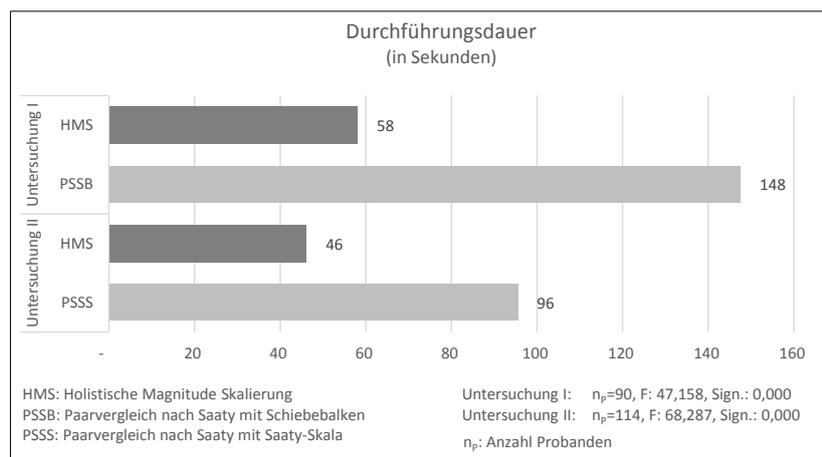


Abbildung 2. Durchführungsdauer der Verfahren

Die Validität der Ergebnisse wurde mit Hilfe der „Mittleren Absoluten Abweichung“ [7] gemessen. Das ist ein Maß für die Abweichung zwischen den von den Probanden geschätzten und den realen Werten der Vergleichsobjekte. Als Vergleichsobjekte wurden u.a. geometrische Figuren gewählt, deren Flächenrelationen von den Probanden einzuschätzen waren. In dieser Untersuchung sind die Abweichungen bei der *Holistischen Magnituden Skalierung* im Vergleich zum *Paarvergleich nach Saaty mit Schiebepalken* um 45% geringer ausgefallen und im Vergleich zum *Paarvergleich nach Saaty mit Saaty-Skala* lagen die Abweichungen sogar um 72% unter denen des Vergleichsverfahrens (siehe Abbildung 3). Anhand dieser Ergebnisse lässt sich somit auch ableiten, dass bei Verwendung einer visuellen Skala (wie bei der *HMS* und dem *PSSB*) im Vergleich zur Rating-Skala (*Saaty-Skala*) eindeutig genauere Einschätzungen erzielt werden können.

Reale Verhältnisse können also mit der *Holistischen Magnituden Skalierung* präziser gemessen werden.

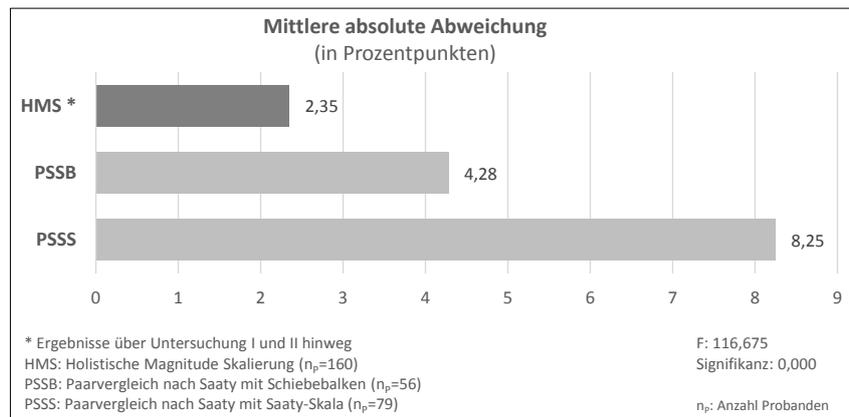


Abbildung 3. Mittlere absolute Abweichungen der Verfahren

Am Ende der Untersuchung wurden die Probanden gebeten, die Schwierigkeit der Beurteilung mit dem jeweiligen Verfahren auf einer Skala von 1 bis 9 anzugeben. Aus der subjektiven Sicht der Probanden fiel der Umgang mit der *Holistischen Magnituden Skalierung* im Gegensatz zu beiden Varianten des *Paarvergleichs nach Saaty* leichter (siehe Abbildung 4). Zwischen der *Holistischen Magnituden Skalierung* und dem *PSSB* ist kein eindeutiger Unterschied ersichtlich. Jedoch wurde der *PSSS* im Vergleich zur *Holistischen Magnituden Skalierung* als eindeutig schwieriger eingestuft. So nahmen die Probanden in Untersuchung II die *HMS* sogar noch um einiges einfacher wahr als in Untersuchung I.

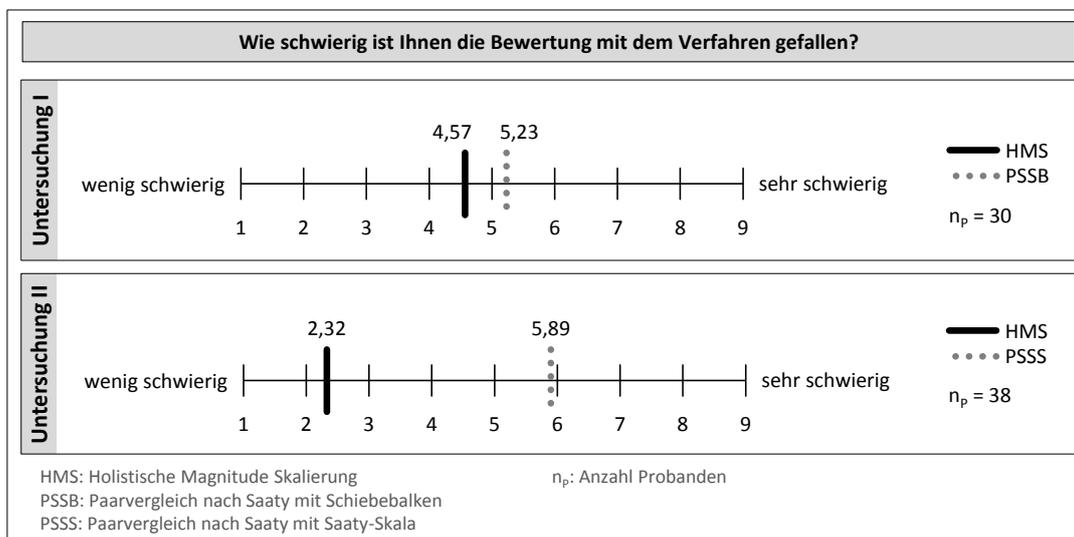


Abbildung 4. Schwierigkeiten der Beurteilungen

Darüber hinaus bietet die Holistische Magnitude Skalierung den Vorteil, dass sie ohne Verbalisierung auskommt und daher auch für den internationalen Einsatz besonders geeignet ist. Bei der Wahl der Anzahl an Elementen, welche holistisch dargestellt werden, sollte jedoch darauf geachtet werden, dass der Proband dabei kognitiv nicht überfordert wird. Miller [8] ermittelte die „magische Zahl“ sieben plus/minus zwei. Er beschrieb, dass der Mensch nur sieben plus/minus zwei Informationseinheiten gleichzeitig präsent und unter Kontrolle halten kann. Dieser Nachteil spielt aber vor allem bei der Bewertung von Alternativen und weniger bei der Gewichtung von Kriterien eine Rolle.

4 PRAKTISCHER NUTZEN

Dieses Skalierungsverfahren unterstützt sämtliche kompositionellen, multiattributiven Auswahl- und Entscheidungstechniken. Es ermöglicht die Gewichtung der Entscheidungskriterien und die nachvollziehbare Bewertung von Alternativen, egal ob es z.B. um die Auswahl des attraktivsten Marktes, der erfolgsträchtigsten Produktidee, oder um den geeignetsten Lieferanten geht (siehe Beispiel Nutzwertanalyse in Abbildung 5).

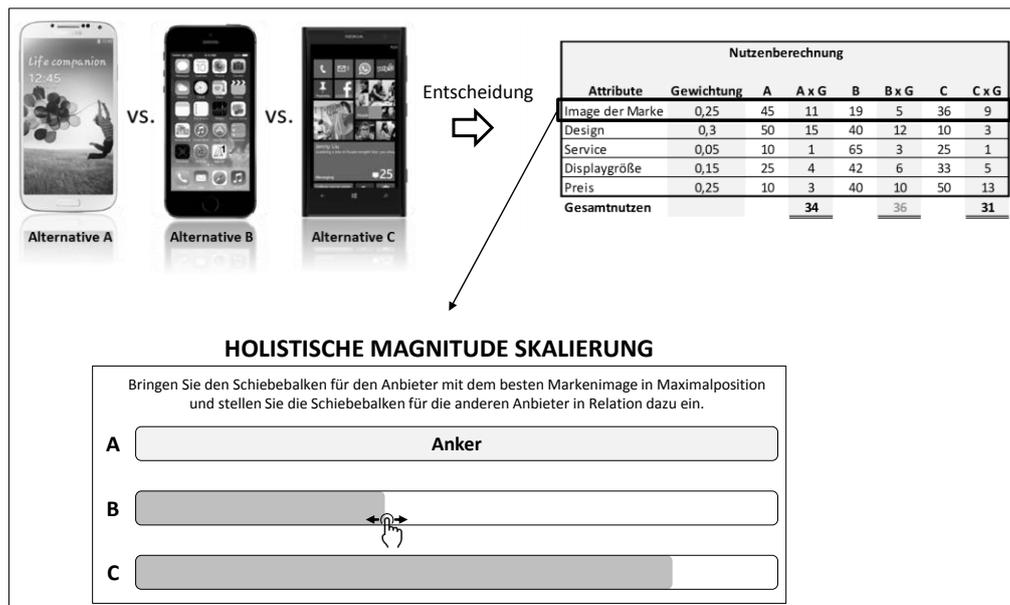


Abbildung 5. Beispiel Nutzwertanalyse

Die Holistische Magnitude Skalierung charakterisiert sich vor allem durch ihre Einfachheit im Umgang sowohl für Entwickler als auch Probanden und der Genauigkeit der Ergebnisse. Durch den Einsatz der Holistischen Magnituden Skalierung wird vor allem die Belastung der Probanden sehr gering gehalten, da die empfundenen Relationen nur zu visualisieren sind. Im Unterschied zu herkömmlichen Ratingskalen können qualitative und quantitative Merkmalsausprägungen nicht nur ordinal, sondern auf höchstem Skalenniveau skaliert werden.

LITERATURVERWEISE

- [1] **Mairhofer**, Ernst (2013); Präferenzmessverfahren, Identifikation von Verbesserungspotentialen am Beispiel der Customer Value Map, In: Schriftenreihe Wissenschaft und Praxis, hrsg. von Grabl, Enrique; Band 10, Leykam, S. 57-85
- [2] **Borg**, Ingwer; **Staufenbiel**, Thomas (2007): Lehrbuch Theorien und Methoden der Skalierung, 4. Aufl., Huber
- [3] **Miyake**, Chikako et al. (2003); 2-Cyclic Design in AHP, In: Journal of the Operations Research, Vol. 46, S. 429-447
- [4] **Harker**, Patrick (1987); Incomplete Pairwise Comparison in the Analytic Hierarchy Process, In: Mathematical Modelling, Vol. 9, S. 837-848
- [5] **Kahneman**, Daniel (2011): Schnelles Denken – Langsames Denken, Siedler
- [6] **Ishizaka**, Alessio; **Labib**, Ashraf (2009): Analytic Hierarchy Process and Expert Choice, Benefits and Limitations, in: OR Insight, Vol. 22, S. 201–220
- [7] **Ilzer**, Wolfgang (2014): Magnitude Skalierung versus Paarvergleich nach Saaty, Vergleich zweier Skalierungsverfahren der direkten Präferenzmessung und Ableitung eines neuen Verfahrens, Masterarbeit
- [8] **Miller**, George (1956); The magical number seven plus or minus two, Some limits on our capacity for processing information, in: The Psychological Review, Vol. 63, S. 81-97