

## RESEARCH ON THE SENSITIVITY OF MULTI-CRITERION EVALUATION METHODS

F. Peldschus

To cite this article: F. Peldschus (2001) RESEARCH ON THE SENSITIVITY OF MULTI-CRITERION EVALUATION METHODS, *Statyba*, 7:4, 276-280, DOI: [10.1080/13921525.2001.10531736](https://doi.org/10.1080/13921525.2001.10531736)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/13921525.2001.10531736>



Published online: 30 Jul 2012.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 40



Citing articles: 2 View citing articles [↗](#)

---

## SENSIBILITÄTSUNTERSUCHUNGEN ZU METHODEN DER MEHRKRITERIELLEN ENTSCHEIDUNGEN

**F. Peldschus**

*Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig*

### 1. Allgemeine Bemerkungen

Untersuchungen zu mehrkriteriellen Entscheidungen werden seit mehr als 30 Jahren mit unterschiedlichen Zielstellungen durchgeführt. Charakteristisch für solche Untersuchungen ist, daß sich die verschiedenen Verfasser immer nur mit speziellen Methoden befassen. Es existieren bis heute noch keine allgemeingültigen Empfehlungen für die Anwendung bestimmter Methoden, und es gibt auch keine Aussagen, wie unterschiedliche Ergebnisse zu interpretieren sind. Deshalb soll mit den folgenden Ausführungen der Versuch unternommen werden, einige Antworten auf solche offenen Fragen zu finden.

Die Grundlage für die numerischen Untersuchungen bildet das von der VGTU Vilnius und der HTWK Leipzig gemeinsam entwickelte EDV Programm LEVI in der Version 3.0.

### 2. Bemerkungen zu LEVI 3.0

Zur Lösung von Aufgaben der mehrkriteriellen Entscheidung werden die Probleme durch eine Matrix beschrieben. Diese enthält Varianten (Zeilen) und Kriterien (Spalten). Alle Varianten werden durch die gleichen Kriterien bewertet. Wenn die Kriterien unterschiedliche Dimensionen haben, was gewöhnlich der Fall ist, ist ihre Wirksamkeit nicht direkt vergleichbar. Aus diesem Grund werden das Verhältnis zum jeweiligen Optimalwert berechnet und die Ergebnisse auf das Intervall  $[0;1]$  oder  $[0; \infty]$  abgebildet.

Für die Transformation der Ausgangswerte sind verschiedene Methoden bekannt. Da die verschiedenen Methoden unterschiedliche Ergebnisse liefern, können die Ergebnisse der Lösung beeinflußt werden.

Ein weiteres Problem ist die Anwendung von verschiedenen Lösungsmethoden. Das Programm LEVI unterscheidet zwischen einer einseitigen oder zweiseitigen

gen Fragestellung. Die einseitige Fragestellung orientiert auf eine Variantenauswahl und die Bestimmung einer optimalen Reihenfolge. Die zweiseitige Fragestellung orientiert auf ein spieltheoretisches Gleichgewicht als Ausdruck eines rationalen Verhaltens von zwei entgegengesetzten Interessengruppen und auf Lösungen für Spiele gegen die Natur [1], [2], [3].

### 3. Numerische Untersuchungen

Für die numerischen Untersuchungen muß man unterscheiden zwischen Maximierungsaufgaben, Minimierungsaufgaben und gemischten Aufgaben. Während man bei den reinen Problemen, das heißt nur Maximierung oder nur Minimierung, noch vermuten kann, daß alle Lösungen mit dem gleichen Fehler behaftet sind, kann es bei gemischten Problemen zu ungewollten Wichtungen kommen, indem entweder die Aussagen der Maximierung oder der Minimierung stärker betont werden.

Betrachtet wird eine Matrix mit drei Varianten und drei Kriterien (Tabelle 1).

**Tabelle 1.** Matrix der Decision

**Table 1.** Decision-making matrix

	K1	K2	K3
Var1	4	6	8
Var2	8	7	6
Var3	5	8	5

Für die betrachtete Matrix ergibt sich folgender Kurvenverlauf (Bild 1).

#### 3.1. Maximierungsaufgaben

Alle drei Kriterien werden maximiert. Die drei Optimalwerte befinden sich in verschiedenen Varianten. Der

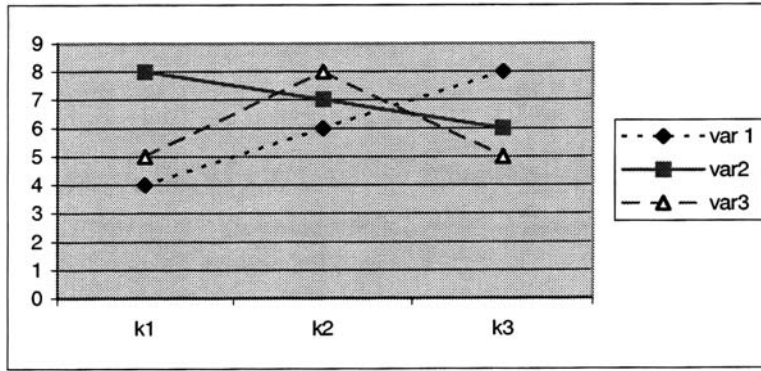


Bild 1. Grafische Darstellung der Varianten

Fig 1. Graphic image of variants

Maximalwert für das Kriterium 1 ist in der Variante 2, für das Kriterium 2 in der Variante 3 und für das Kriterium 3 in der Variante 1 enthalten (Tabelle 1, Bild 1). Für die verschiedenen Transformationen erhält man die nachfolgenden Ergebnisse (Tabelle 2–5, Bild 2–5).

Tabelle 2. Vektorwertige Transformation

Table 2. Transformation of vectors

	k1	k2	k3
Var1	0,39	0,492	0,716
Var2	0,781	0,573	0,537
Var3	0,488	0,655	0,447

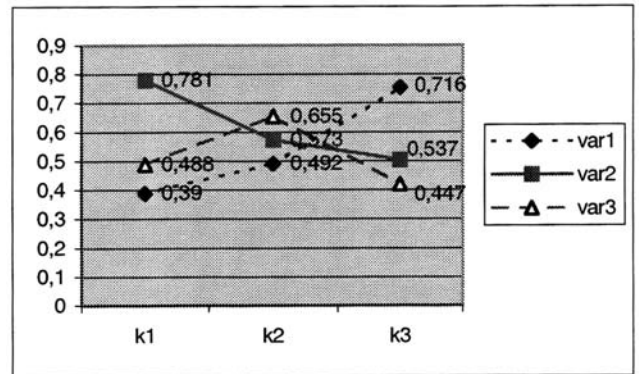


Bild 2. Vektorwertige Transformation

Fig 2. Transformation of vectors

Tabelle 3. Transformation nach Jüttler und Körth

Table 3. Transformation by Juttler and Kiorth

	k1	k2	k3
Var1	0,5	0,75	1
Var2	1	0,875	0,75
Var3	0,625	1	0,625

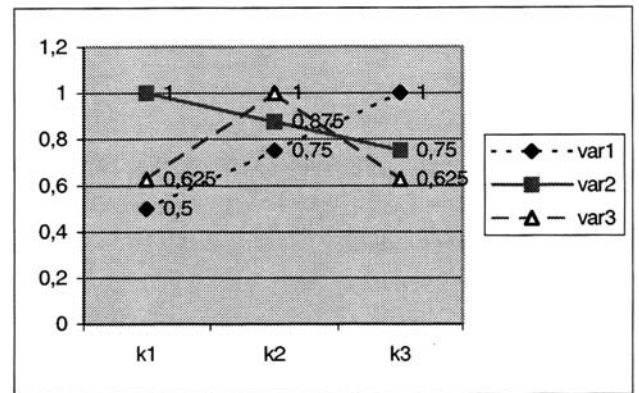


Bild 3. Transformation nach Jüttler und Körth

Fig 3. Transformation by Juttler and Kiorth

Tabelle 4. Lineare Transformation

Table 4. Linear transformation

	k1	k2	k3
Var1	0	0	1
Var2	1	0,5	0,33
Var3	0,25	1	0

Tabelle 5. Nichtlineare Transformation

Table 5. Non-linear transformation

	k1	k2	k3
Var1	0,25	0,563	1
Var2	1	0,766	0,563
Var3	0,391	1	0,391

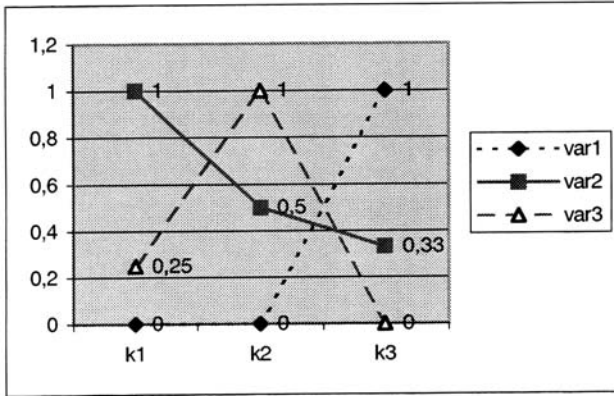


Bild 4. Lineare Transformation

Fig 4. Linear transformation

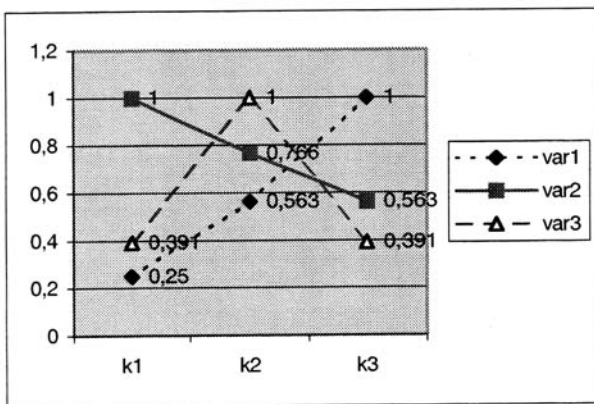


Bild 5. Nichtlineare Transformation

Fig 5. Non-linear transformation

### Ergebnis

Der Kurvenverlauf der verschiedenen Transformationen ist trotz unterschiedlicher numerischer Ergebnisse sehr ähnlich. Die Ergebnisse für die Variantenauswahl nach den verschiedenen Lösungsmethoden weisen relativ geringe Streuungen auf. Auffällig ist das abwei-

Tabelle 6. Ergebnis der Maximierung

Table 6. Results of maximization

	Vektor T	T nach Jüttler	Lineare T	Nichtlineare T
Abstand zum idealen Punkt	1	1	3	1
einfaches Min Max Prinzip	2	2	2	2
erweitertes Min Max Prinzip	2	*)	2	2
Lösung nach Wald	2	2	2	2
Lösung nach Savage	2	2	2	2
Lösung nach Hurwicz RF 0	2	1	1	1
Lösung nach Hurwicz RF 0,5	2	2	2	2
Lösung nach Hurwicz RF 1	2	2	2	2
Lösung nach Laplace	2	2	2	2

\*) Lösung mehrdeutig

chende Ergebnis für die Methode des Abstandes zum idealen Punkt (Tabelle 6).

### 3.2. Minimierungsaufgaben

Alle drei Kriterien werden minimiert. Die Optimalwerte befinden sich teilweise in der gleichen Variante. Der Minimalwert für das Kriterium 1 und 2 ist in der Variante 1 und für das Kriterium 3 in Variante 3 (Tabelle 1, Bild 1).

Tabelle 7. Vektorwertige Transformation

Table 7. Transformation of vectors

	k1	k2	k3
Var1	0,39	0,492	0,716
Var2	0,781	0,573	0,537
Var3	0,488	0,655	0,447

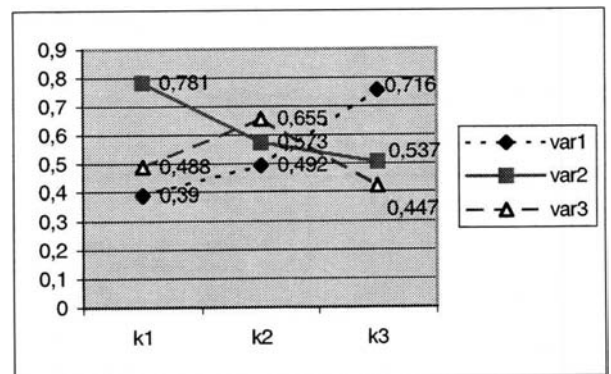


Bild 6. Vektorwertige Transformation

Fig 6. Transformation of vectors

### Ergebnis

Auffällig ist eine Diskrepanz zwischen den Ergebnissen der vektorwertigen Transformation (Tabelle 7, Bild 6) und den anderen Transformationen (Tabelle 8–

10, Bild 7–9). Es ist ein gegensätzliches Verhalten festzustellen. Damit ist eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse nicht möglich. Diese Aussage wird bei den Lösungen noch deutlicher. Im Gegensatz zu den Lösungen bei der Maximierung ist bei der Minimierung eine erhebliche Streuung festzustellen (Tabelle 11).

**Tabelle 8.** Lineare Transformation

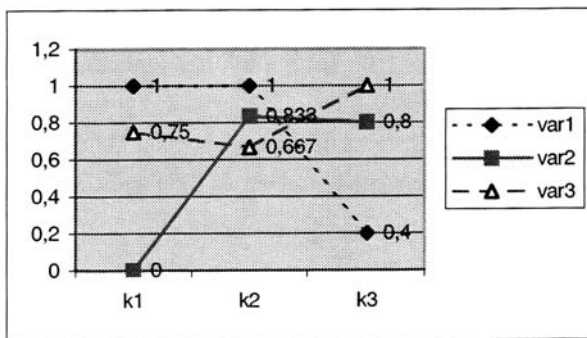
**Table 8.** Linear transformation

	k1	k2	k3
Var1	1	1	0
Var2	0	0,5	0,667
Var3	0,75	0	1

**Tabelle 9.** Transformation nach Jüttler und Körth

**Table 9.** Transformation by Juttler and Kiorth

	k1	k2	k3
Var1	1	1	0,4
Var2	0	0,833	0,8
Var3	0,75	0,657	1



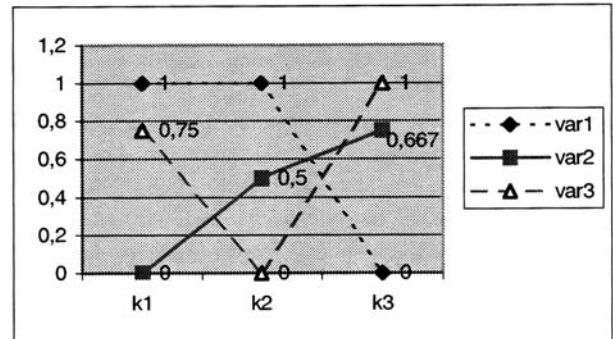
**Bild 7.** Lineare Transformation

**Fig 7.** Linear transformation

**Tabelle 10.** Nichtlineare Transformation

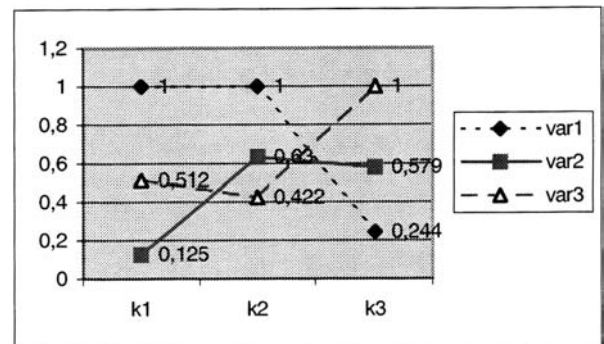
**Table 10.** Non-linear transformation

	k1	k2	k3
Var1	1	1	0,244
Var2	0,125	0,63	0,579
Var3	0,512	0,422	1



**Bild 8.** Transformation nach Jüttler und Körth

**Fig 8.** Transformation by Juttler and Kiorth



**Bild 9.** Nichtlineare Transformation

**Fig 9.** Non-linear transformation

**Tabelle 11.** Ergebnis der Minimierung

**Table 11.** Results of minimization

	Vektor T	T nach Jüttler	Lineare T	Nichtlineare T
Abstand zum idealen Punkt	2	1	3	3
einfaches Min Max Prinzip	2	3	*)	3
erweitertes Min Max Prinzip	2	3	*)	3
Lösung nach Wald	2	3	1	3
Lösung nach Savage	2	3	1	3
Lösung nach Hurwicz RF 0	2	1	1	1
Lösung nach Hurwicz RF 0,5	2	3	1	3
Lösung nach Hurwicz RF 1	2	3	1	3
Lösung nach Laplace	2	3	1	1

\*) Lösung mehrdeutig

#### 4. Gesamtbetrachtung

Die numerischen Untersuchungen haben gezeigt, daß sich die Lösungen in Abhängigkeit vom Optimierungsziel unterscheiden können. Die Streuung ist für Minimierungsaufgaben stärker als für Maximierungsaufgaben. Bei Untersuchungen für gemischte Probleme, das heißt einige Kriterien werden maximiert und einige Kriterien werden minimiert, ergibt sich auch keine andere Aussage [4].

Bei den betrachteten Transformationsformeln ist die vektorwertige Transformation

als „neutrale“ Transformation zu werten, da sie ohne die Kenntnis des Optimierungszieles erfolgt. Das Optimierungsziel wird erst beim Lösungsverfahren zum Beispiel – Abstand zum idealen Punkt – berücksichtigt. Aus diesem Grund macht es keinen Sinn, diese Transformation in einen allgemeinen Vergleich einzubeziehen.

Die Abweichungen den Lösungen bei der linearen Transformation besonders bei der Minimierung sollten noch genauer untersucht werden. Sicher spielt hier auch die bereits kritisierte Instabilität der transformierten Ergebnisse eine Rolle.

Es bleibt also weiteren zielgerichteten Untersuchungen vorbehalten, diese und weitere offene Fragen zu klären.

## Literatur

1. F. Peldschus. Levi 3.0 – Ein Programm für mehrkriterielle Entscheidungen // 7. Deutsch-Litauisch-Polnisches Kolloquium 15. –17.09.1999, HTWK Leipzig Podium Sonderheft 2/2000, S. 29–31.
2. D. Messing. Erarbeitung eines EDV-Programms für mehrkriterielle Entscheidungen. Diplomarbeit HTWK, Leipzig, Fachbereich Bauwesen, 2000.
3. F. Peldschus, E. Zavadskas. Matrix games in building technology and management (in Lithuanian). Vilnius: Technika, 1997. 134 S.
4. B. Schütze. Sensibilitätsuntersuchungen zu Methoden mehrkriterieller Entscheidungsaufgaben. Diplomarbeit HTWK, Leipzig, Fachbereich Bauwesen, 2000.

Įteikta 2001 04 22

## DAUGIAKRITERINIŲ VERTINIMO METODŲ JAUTRUMO TYRIMAI

### F. Peldschus

#### S a n t r a u k a

Daugiakriterinių vertinimų tyrimai įvairiais tikslais atliekami daugiau kaip 30 metų, tačiau iki šiol nėra bendrųjų taisyklių, kaip taikyti daugiakriterinius vertinimo metodus ir kaip interpretuoti jų rezultatus. Todėl būtina ieškoti atsakymų į šiuos klausimus.

Tyrimų pagrindą sudaro VGTU kartu su Leipzigo HTWK sukurta programa LEVI. Daugiakriteriniam uždaviniui spręsti sudaroma matrica, kurioje visi sprendimų variantai įvertinami pagal tuos pačius kriterijus. Pradiniams duomenims transformuoti taikomi įvairūs metodai, be to, uždavinio sprendimas gali būti orientuotas į varianto parinkimą ir optimalaus eiliškumo nustatymą arba į dviejų priešingų suinteresuotų grupių racionalaus elgesio pusiausvyros nustatymą.

Skiriami maksimizavimo, minimizavimo ir mišrūs uždaviniai. Sprendžiant maksimizavimo uždavinį skirtingais transformavimo metodais gaunamos panašios kreivės ir sprendimo rezultatai nelabai išsibarsto. Minimizavimo atveju pastebimas spren-

dimo pagal skirtingas transformacijas rezultatų žymus nukrypimas. Be to, tyrimai parodė, kad sprendimai gali skirtis priklausomai nuo optimizavimo tikslo. Rezultatų išsibarstymas minimizavimo atveju didesnis nei maksimizavimo. Vektorinė transformacija nagrinėjant įvairias transformacijas traktuojama kaip „neutrali“ ir nėra prasmės jas įtraukti į palyginimą. Minimizavimo uždavinio atveju tiesinės transformacijos turėtų būti geriau iširtos.

## RESEARCH ON THE SENSITIVITY OF MULTI-CRITERION EVALUATION METHODS

### F. Peldschus

#### S u m m a r y

Investigations into the multi-criterion evaluations have been performed for different purposes for more than 30 years. Nevertheless, up to now there are no common rules how to apply multi-criterion methods of evaluation and how to interpret their results. But the solutions of the problem must be found.

The investigations are based on the joint programme LEVI developed by the VGTU and the Leipzig HSTEC. In accordance with the programme, for solving the problem a matrix is created in which all solution variants are evaluated by the same criteria. For the transformation of initial data different methods are used. Besides, the problem solution may be oriented to a choice of a variant and the determination of an optimal sequence or to the determination of the rational behaviour balance of two adversely interested groups. The maximisation, minimisation and mixed problems are distinguished. In case of the last mentioned problems the meanings may be unsuitable and expressions about the maximisation or minimisation too strong.

When solving the problem of maximisation by different transformation methods, similar curves are obtained and the results are not dispersed heavily. In case of the minimisation, when solving according to different transformations, a considerable deviation of results has been noticed.

The investigations also disclosed that solutions may vary depending on the optimisation goal. Dispersion of results in case of minimisation is stronger than in case of maximisation. When analysing different transformations, the vectorial transformation is regarded as “neutral” and there is no sense to include it into comparison. In case of the minimisation problem, linear transformations should be investigated in a more detailed way.

.....  
**Friedel PELDSCHUS.** Doctor Habil, Professor, Dr honoris causa of Vilnius Technical University. Dept of Civil Engineering and Building Construction, Leipzig University of Applied Science. E-mail: peldschu@fbb.htwk-leipzig.de

F. Peldschus studied building construction, welding and data processing at Leipzig Building School. He has defended the theses of Dr Engin and Dr Habil Techn, both of them deal with the application of the game theory to building technology problems. Author of 55 publications. Research interests: optimization of planning, multicriteria solutions and building processes.