



Doctoral Thesis

Sequences of choices with multiple criteria and thresholds Implications for rational decisions in the context of sustainability

Author(s):

Allenspach, Urs

Publication Date:

2013

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-009773097> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH N° 20974

SEQUENCES OF CHOICES WITH MULTIPLE CRITERIA AND THRESHOLDS.
IMPLICATIONS FOR RATIONAL DECISIONS IN THE CONTEXT OF SUSTAINABILITY.

A dissertation submitted to
ETH ZURICH

for the degree of
Doctor of Sciences

presented by
URS ALLENSPACH
lic. phil., University of Zurich

born June 18th, 1975
citizen of Winterthur, Switzerland

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. Gertrude Hirsch Hadorn
Dr. Georg Brun
Prof. Dr. Wolfgang Spohn
Prof. Dr. Stefanie Engel

2013

Summary

This dissertation deals with fundamental structural problems in decision making towards sustainable development. Decision makers achieve a sustainable development by choosing certain courses of action and omitting others.

Thereby, no choice can be sustainable unless it respects the plurality of criteria forming the concept of sustainability. This plurality of criteria is the first of three structural properties, the combination of which complicates rational decision making.

It is a widespread practice to mirror the plurality of criteria by using a multitude of sustainability indicators. Unfortunately, a set of indicators does not generally evaluate all the options in way helpful for determining preference or choice. For the most part, these evaluations fail to lead to a complete ordering of betterness, equality, and worseness among those options. That is, there may be pairs of options unordered by these traditional relations: neither is better nor worse than the other, nor are they equally valuable.

The second structural property is thresholds. Initiated by the Brundtland-Report *Our common future*, the indicators are provided with thresholds in order to guarantee their impact. According to this idea, a development in time cannot be sustainable unless all thresholds are met.

The third structural property entails the fact that sustainability comes with a development. This property, combined with the other two, aggravates rational choice. Whether an option is an appropriate choice or whether an alternative option ought to be preferred cannot be evaluated merely by taking account of these option's direct performances with respect to the involved criteria. Rather, the rationality in their choice also depends on what further decisions the choice of each implies and how options chosen later directly and indirectly perform. Structurally speaking, it is sequences of decisions which are sustainable and not – as is popularly believed – singular decisions.

Both of the main structural problems focused on in this dissertation are irrationalities which emerge in sequences of choices. The first irrationality occurs when sequences of decisions are made such that the option chosen in decision n is available in decision $n + 1$. The fact that a plurality of criteria fails to com-

pletely order the set of options implies that the decision maker may terminate the sequential decision problem with an option performing worse in each criterion than another option he could also have ended up with. In other words, he unnecessarily clings to a dominated option, which qualifies as an irrationality. Yet, all his local choices seemed perfectly rational.

The first paper of this dissertation, *Parity, Independence, and Choice*, contributes to an axiological debate in philosophy. This debate is concerned with the question of whether there are additional evaluative relations on all fours with betterness, equality, and worseness. If there were at least one other relation, this relation would reduce the space of incomparability and could – if it had suitable properties – be beneficial for decision theory. The relation may, for instance, help block the sequential irrationality of the first type.

In the paper, it is first argued that the only serious argumentation in favour of the existence of such a relation, that introduced by Ruth Chang, is flawed. Whereas the traditional relations can be used to define further relations which are beneficial for decision theory, they are not value relations on a fours with the traditional three. Secondly, it is argued that a suggestion for a non-basal relation, as introduced by Erik Carlson, is not helpful in blocking the irrationality. Thirdly, an alternative definition of parity is presented, which performs better in this respect.

In the second paper, *An Application of Parity in Decision-making*, this alternative concept of parity is introduced more thoroughly as part of the revealed preference theory. It is shown that the irrationality can be blocked by revealing parity. Furthermore, the structural solution parity represents is compared to a more conventional idea of transitive closure.

The second type of sequential irrationality dealt with in this dissertation emerges for another reason. Whereas the first is caused in settings where options are exchanged, the second type irrationalities materialize when several choices must be made sequentially, whereby the option's performances should be optimized altogether.

Two problems may occur if the behaviour norm by which the singular decisions are made is purely consequentialistic. First, the decision maker may unnecessarily miss thresholds. Secondly, the benefits resulting from choosing option after option may be worse for each criterion than they would have been from selecting another series of options. Thus, the decision maker remains with a dominated total of benefits although she could have performed better and each local choice was rational according to standard consequentialism.

The third paper, *Sequential Multi-Criteria Decision Problems with Thresholds*, addresses this second type of sequential irrationality. It proceeds by further developing a dynamic approach to Multi-Criteria-Decision-Analysis (MCDA). As is formally shown in the paper, the standard consequentialist behaviour norm cannot rationally be maintained. Behaviour norms must involve non-consequentialist elements to avoid sequential irrationalities. More precisely, the benefit of past or even hypothetical decisions must be taken into account. How drastically these non-consequentialist measures must be chosen depends on how fully the multitude of criteria has been aggregated.

Zusammenfassung

Diese Dissertation beschäftigt sich mit grundlegenden strukturellen Problemen nachhaltigen Handelns. Nachhaltiges Handeln kommt durch Entscheidungen zustande, in denen Entscheidungsträger gewisse Handlungsoptionen ergreifen und andere auslassen.

Eine nachhaltige Wahl zu treffen, heisst der Pluralität von Kriterien Rechnung tragen, die den Nachhaltigkeitsbegriff ausmachen. Diese Wertepluralität ist die erste von drei Struktureigenschaften, deren Kombinationen rationales Entscheiden erschweren. Es ist verbreitet, diese Pluralität mit sogenannten Nachhaltigkeitssindikatoren zu erfassen. Eine Erschwernis entsteht dadurch, dass konkurrierende Handlungsoptionen durch eine Wertepluralität nicht im Allgemeinen so evaluiert werden, dass zwischen ihnen eine vollständige traditionelle Ordnung entsteht. Das heisst, es gibt Optionen, von denen weder die eine besser ist als die andere, noch schlechter – ohne dass sie äquivalent wären.

Die zweite Struktureigenschaft sind Schwellenwerte, mit denen man, angeregt durch den Brundtland-Bericht *Our common future*, die Indikatoren versieht, um ihren Einfluss sicher zu stellen. Eine Entwicklung in der Zeit kann ausschliesslich dann nachhaltig sein, wenn diese Schwellenwerte erreicht werden.

Der Umstand, dass sich Nachhaltigkeit in einer Entwicklung zeigt, führt zur dritten Struktureigenschaft, die in Verbindung mit den anderen die rationale Wahl von Optionen kompliziert. Ob eine Option in Hinsicht auf Nachhaltigkeit gewählt, oder ob eine Alternative vorgezogen werden soll, kann sich nicht allein an diesen Optionen und ihren direkten Konsequenzen bezüglich der Nachhaltigkeitskriterien entscheiden. Vielmehr hängt die rationale Wahl auch davon ab, welche weiteren Wahlen dadurch ermöglicht und verunmöglicht werden. Strukturell betrachtet sind letztlich Sequenzen von Entscheidungen nachhaltig und nicht einzelne Entscheidungen.

Das erste strukturelle Hauptproblem, mit dem sich die Dissertation beschäftigt, besteht in einer Irrationalität, die in Sequenzen von Entscheidungen auftreten kann, in denen jeweils eine Option gewählt wird, wobei die Option, die bei der n -ten Entscheidung zum Zug gekommen ist, bei der $(n+1)$ -ten Entscheidung erneut zur Auswahl steht. Der Umstand, dass eine Pluralität von Kriterien die

Optionen nicht vollständig ordnet, führt dazu, dass der Entscheidungsträger am Schluss der Sequenz mit einer Option verbleiben kann, die einer anderen Option, mit der er auch hätte enden können, bezüglich jedes Kriteriums unterlegen ist. Er verbleibt also irrationalerweise mit einer dominierten Option, obwohl jede Wahl für sich betrachtet rational schien.

Der erste Aufsatz der Dissertation, *Parity, Independence, and Choice*, ist ein Beitrag zu einer axiologischen Debatte im Bereich der Philosophie, die sich darum dreht, ob nebst den traditionellen Wertrelationen *schlechter*, *besser* und *gleich gut* in einer gewissen Hinsicht mindestens eine weitere unabhängige Wertrelation, die Relation der Parität, existiert und für die Entscheidungstheorie nutzbar gemacht werden kann. Der Nutzen, so die Vorstellung, besteht darin, die Form sequentieller Irrationalität zu verhindern, die eben beschrieben worden ist.

Im Aufsatz wird erstens argumentiert, dass das einzige ernsthafte Argument für weitere unabhängige Wertrelationen, vorgebracht von Ruth Chang, nicht haltbar ist. Zwar können auf der Basis der traditionellen Wertrelationen weitere Relationen definiert und günstig in die Entscheidungstheorie eingebracht werden. Es handelt sich dabei aber nicht um Wertrelationen, die von den traditionellen drei Wertrelationen unabhängig wären. Zweitens wird dargelegt, warum ein solcher Vorschlag, eingebracht von Erik Carlson, nicht zweckmässig ist. Drittens wird eine eigene Alternative vorgeschlagen.

Im zweiten Aufsatz, *An Application of Parity in Decision-making*, wird diese alternative, zusätzliche Vergleichsrelation in die Theorie der aufgedeckten Präferenzen (revealed preference theory) eingebettet und gezeigt, dass diese Form der Parität, das beschriebene Problem der irrationalen Sequenzen löst. Die strukturelle Lösung der Paritätsrelation wird überdies einem konventionelleren Ansatz gegenübergestellt, der von der Idee der transitiven Hülle Gebrauch macht.

Das zweite strukturelle Hauptproblem, das die Dissertation verhandelt, besteht in einer anderen sequentiellen Irrationalität. Eine solche kann auch entstehen, wenn nicht Optionen gegeneinander abgetauscht, sondern wenn mehrere Entscheide bezüglich Optionen sequentiell getroffen werden müssen. Fällt man die einzelnen Entscheide rein konsequentialistisch, das heisst, rein vorausblickend und ohne Berücksichtigung der Struktur, welche die Entscheidungssequenz aufweist, so ist es möglich, dass zum einen unnötigerweise die Schwellenwerte verfehlt werden. Zum anderen kann es passieren, dass die Nutzen, welche die Kombination von gewählten Optionen zeitigen, den Nutzen einer alternativen Kombination von Optionen in jedem Kriterium unterlegen sind. Die Entscheidungsträgerin verbleibt irrationalerweise mit einer dominierten Sequenz von Optionen, obwohl jede einzelne Wahl rational schien.

Im dritten Aufsatz, *Sequential Multi-Criteria Decision Problems with Thresholds*, wird dieses Problem irrationaler sequentieller Entscheidungen aufgegriffen. Dabei wird ein neuer Ansatz weiter entwickelt, welcher die Multi-Criteria-Decision-Analysis (MCDA) dynamisiert, die sich neben dem traditionellen Operations Research etabliert hat. Es wird gezeigt, dass der Konsequentialismus in seiner traditionellen Form nicht aufrecht erhalten werden kann. Handlungsnormen müssen sich auf nicht-konsequentialistische Mittel beziehen, um sequentielle

Zusammenfassung

Irrationalitäten zu vermeiden. Genauer, die Nutzen von vergangenen oder sogar hypothetischen Entscheidungen müssen für die Rationalisierung herangezogen werden. Wie drastisch die nicht-konsequentialistischen Mittel sind, die dafür benötigt werden, hängt davon ab, wie weit die Kriterien aggregiert worden sind.