

Informatik.Softwaresysteme  
Ausarbeitung spezielle Algorithmen

## Schulze Methode

### Algorithmus zum finden eines Eindeutigen Siegers

Abgabetermin: Bocholt, den 30.10.2018

**Student:**

Steffen Holtkamp

Thebenkamp 18

46342 Velen

Matrikelnummer: 201620684



WESTFÄLISCHE HOCHSCHULE - BOCHOLT

Prof. Dr. Martin Guddat

Münsterstraße 265

46397 Bocholt

Dieses Werk einschließlich seiner Teile ist **urheberrechtlich geschützt**. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Autors unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.



20	<b>Inhaltsverzeichnis</b>	
21	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>III</b>
22	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>IV</b>
23	<b>Listings</b>	<b>V</b>
24	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>VI</b>
25	<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
26	1.1 Markus Schulze . . . . .	1
27	1.2 Problemstellung . . . . .	1
28	1.2.1 Monotonie Kriterium . . . . .	1
29	1.2.2 Condorect Kriterium . . . . .	2
30	1.2.3 Lösbarkeits Kriterium . . . . .	2
31	1.2.4 Pareto Kriterium . . . . .	2
32	1.2.5 LIIA . . . . .	2
33	1.2.6 Smith . . . . .	2
34	1.2.7 Prudence . . . . .	2
35	1.2.8 MinMax Set . . . . .	3
36	1.2.9 Schwartz . . . . .	3
37	1.2.10 Participation . . . . .	3
38	1.2.11 Reversal Symmetry . . . . .	3
39	<b>2 Definition</b>	<b>3</b>
40	2.1 Voraussetzungen . . . . .	3
41	2.2 Theoretische Grundlagen . . . . .	4
42	<b>3 Beispiel 1</b>	<b>4</b>
43	3.1 Ausgangssituation . . . . .	4
44	3.2 Lösungsschritte . . . . .	4
45	3.3 Ergebnis . . . . .	4
46	<b>4 Implementierung</b>	<b>4</b>
47	<b>5 Alternative Algorithmen</b>	<b>4</b>
48	5.1 Bisherige Lösungsansätze . . . . .	4
49	<b>6 Bewertung der Methode</b>	<b>4</b>
50	<b>7 Bewertung Algorithmus</b>	<b>5</b>
51	<b>8 Fazit</b>	<b>5</b>

*Inhaltsverzeichnis*

---

52	8.1	Abgrenzung zu anderen Algorithmen . . . . .	5
53	8.2	Einsatz . . . . .	5
54	8.3	Zukunft . . . . .	5
55	<b>9</b>	<b>Alternative Algorithmen</b>	<b>5</b>
56	9.1	Bisherige Lösungsansätze . . . . .	5
57		<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>6</b>
58	<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>i</b>
59	A.1	Erster Anhang . . . . .	i



## **Abbildungsverzeichnis**



## **Tabellenverzeichnis**



## Listings



63 **Abkürzungsverzeichnis**

64



## 1 Einleitung

### 1.1 Markus Schulze

Die Schulze Methode wurde nach seinem Erfinder Markus Schulze benannt und wird in Fachkreisen auch als „Schwartz Sequential dropping“ oder auch „path winner“ Methode bezeichnet.

Die Schulze Methode ist ein verfahren, um aus einer Liste von Kandidaten einen eindeutigen Sieger zu ermitteln.

Er hat diese Methode zuerst 1997 erstmal in einer offenen Mail zur Diskussion gestellt und veröffentlichte immer wieder aktualisierte Versionen seiner Theorie. In dieser Ausarbeitung bezieht sich der Autor dabei auf seine aktualisierte Ausarbeitung aus dem Jahr 2017. [SCHULZE \[2017, vgl.\]](#).

### 1.2 Problemstellung

Das Problem einen eindeutigen Sieger zu finden, das mit der vorgestellten Theorie gelöst werden soll, fällt in das Gebiet der Sozialwahltheorie. Dieses interdisziplinäre Forschungsgebiet beschäftigt sich mit der Untersuchung von Gruppenentscheidungen. In dieser Forschung werden individuelle Präferenzen und Entscheidungen der teilnehmenden Personen aggregiert, um daraus eine „gerechte“ kollektive Entscheidung abzuleiten. Damit man eine „gerechte“ Methode finden kann, beschäftigen sich viele Teilbereiche der Forschung, wie z.B. die Mathematik, Volkswirtschaft, Psychologie, Philosophie, Politikwissenschaft und Rechtswissenschaft mit diesem Thema und stellen dabei verschiedenste Ansätze und Vorgehensweisen vor. Alle beteiligten Forschungsgebiete stellen dabei Definitionen auf, was eine „gerechte“ Methode erfüllen muss. [\[SCHEUBREIN, 2013, vgl.\]](#)

Daher haben sich über die Jahre Qualitätskriterien entwickelt, an denen man Messen kann, ob eine Methode im Sinne der Sozialwahltheorie „gerechte“ ist.

Im Folgenden werden einige Kriterien definiert, die in der Sozialwahltheorie von Bedeutung sind. In Abschnitt XX werden diese Kriterien erneut untersucht und festgestellt in wie weit die Schulze Methode gerecht ist. Viele dieser Kriterien gelten für Methoden, die einen Sieger oder mehrere Sieger ermitteln. Da die Schulze Methode, eine Methode ist, um einen Sieger zu ermitteln, werden die Definitionen auf diese Eigenschaft eingegrenzt.

#### 1.2.1 Monotonie Kriterium

Der Gewinner einer Wahl kann nicht durch ein besseres Ranking verlieren und ein Verlierer durch ein schlechteres gewinnen. [WOODALL \[1996\]](#)





### 94 1.2.2 Condorect Kriterium

95 Nach der Wahl wird ein zweikampf zweier Kandidaten Simuliert und dabei untersucht, wie oft der Kan-  
96 didat A dem Kandidat B vorgezogen wurde. Condorect-Sieger ist der Kandidat der alle anderen Kan-  
97 didaten Schlägt. Einen solchen Sieger muss es nicht geben. Ein Wahlverfahren erfüllt das Condorect-  
98 Kriterium, wenn der gewählte Sieger auch der Condorect-Sieger ist, sofern es einen Condorect-Sieger  
99 gibt. [JOHNSON \[2005\]](#)

### 100 1.2.3 Lösbarkeits Kriterium

101 Eine Wahlmethode erfüllt dieses Kriterium, wenn es einen Eindeutigen Sieger gibt, hierbei gibt es zwei  
102 Ansätze dies zu prüfen [SCHULZE \[2017\]](#)

- 103 1. Wenn die Menge der Stimmen Richtung unendlich tendiert, geht der die Wahrscheinlichkeit  
104 keinen eindeutigen Sieger zu haben gegen Null
- 105 2. Wenn es mehr als einen Sieger gibt, reicht einen einzelnen Stimme, um einen eindeutigen Sieger  
106 zu erhalten.

### 107 1.2.4 Pareto Kriterium

108 Dieses Kriterium gibt an, dass

- 109 1. wenn jeder Wähler Alternative A, Alternative B vorzieht, muss Alternative A immer Alternative  
110 B bevorzugt werden
- 111 2. wenn kein Wähler Alternative A, Alternative B vorzieht, muss Alternative A nicht besser sein  
112 als B. [SCHULZE \[2017\]](#)

### 113 1.2.5 LIIA

114 Welche Anforderungen werden an einen solchen Algorithmus gestellt.

### 115 1.2.6 Smith

116 Welche Anforderungen werden an einen solchen Algorithmus gestellt.

### 117 1.2.7 Prudence

118 Welche Anforderungen werden an einen solchen Algorithmus gestellt.

119 **1.2.8 MinMax Set**

120 Welche Anforderungen werden an einen solchen Algorithmus gestellt.

121 **1.2.9 Schwartz**

122 Welche Anforderungen werden an einen solchen Algorithmus gestellt.

123 **1.2.10 Participation**

124 Welche Anforderungen werden an einen solchen Algorithmus gestellt.

125 **1.2.11 Reversal Symmetry**

126 Welche Anforderungen werden an einen solchen Algorithmus gestellt.v

127 **2 Definition**128 **2.1 Voraussetzungen**

129 Es gibt einige Voraussetzungen, die eine Wahl erfüllen muss, damit man die Schulze Methode auf diese  
 130 Wahl anwenden kann.

- 131 1. Es werden Kandidaten benötigt, die sich zur Wahl stellen. Hierbei muss es mindestens zwei  
 132 Kandidaten geben, da sonst keine Rangfolge erstellt werden kann. Bei zwei Kandidaten ist  
 133 die Lösung jedoch trivial, da dort der Gewinner der Kandidat ist, der am häufigsten, von den  
 134 Wählern dem Gegner vorgezogen wurde.

Mathematische Definition: Sei  $A$  eine endliche nicht leere Menge an Kandidaten. Wobei die Anzahl der Kandidaten  $C$  ist und gilt:

$$C \in \mathbb{N} \text{ und } 1 < C < \infty$$

- 135 2. Jeder Wähler ordnet die Kandidaten eine Zahl zu und aus dieser Zahl wird eine Rangfolge  
 136 erstellt. Je kleiner die Zahl ist desto höher ist die Platzierung. Hierbei ist die Größe der Zahl  
 137 oder der Abstand uninteressant, da nur die Rangfolge betrachtet wird.

138 Des weiteren gilt:

- 139 2.1. Es können mehrere Kandidaten den gleichen Rang haben, dass bedeutet, dass kein Kandidat  
 140 dem anderen Kandidaten auf der selben Platzierung vorgezogen wird.



### 3 Beispiel 1

---

2.2. Wenn ein Wähler keine Bewertung für einen Kandidaten abgibt, werden alle Kandidaten, die eine Bewertung haben, diesem Kandidaten vorgezogen. Werden mehrere Kandidaten nicht bewertet, werden sie wie im vorherigen Punkt bewertet.

## 2.2 Theoretische Grundlagen

Welche mathematische Berechnung wird zur Lösung dieses Problems eingesetzt? Welche Theorie wurde entwickelt

## 3 Beispiel 1

### 3.1 Ausgangssituation

Welche Daten sind Vorhanden

### 3.2 Lösungsschritte

Bilder Tabellen um zur Lösung zu gelangen. Auch Mathematisch

### 3.3 Ergebnis

Welches Erkenntnis haben wir gezogen.

## 4 Implementierung

Wie implementieren wir es. Code Beispiele etc.

## 5 Alternative Algorithmen

### 5.1 Bisherige Lösungsansätze

Wie wurde dieses Problem bisher gelöst? Was ist an der Lösung schlecht und soll verbessert werden.

## 6 Bewertung der Methode

Bewertung auf Basis der sozialen Fragen, Anforderungen an Wahlalgorithmen.



## 161 7 Bewertung Algorithmus

162 Wie lange braucht der Algorithmus? Welche Laufzeitkomplexität? Fehler? Ergebnisse aus Implemen-  
163 tierung

## 164 8 Fazit

### 165 8.1 Abgrenzung zu anderen Algorithmen

166 Was macht dieser Algorithmus besser als der andere. Welche Anforderungen erfüllt er mehr?

### 167 8.2 Einsatz

168 Wo wird dieser Algorithmus eingesetzt. Wie können wir ihn nutzen? Einschätzung des Algorithmus.

### 169 8.3 Zukunft

170 Wie wird die Zukunft aussehen? Wer plant diesen Algorithmus einzusetzen?

## 171 9 Alternative Algorithmen

### 172 9.1 Bisherige Lösungsansätze

173 Wie wurde dieses Problem bisher gelöst? Was ist an der Lösung schlecht und soll verbessert werden.

**Literaturverzeichnis**

- [Johnson 2005] JOHNSON, Paul e.: *Voting Systems*. [http://pj.freefaculty.org/Ukraine/PJ3\\_VotingSystemsEssay.pdf](http://pj.freefaculty.org/Ukraine/PJ3_VotingSystemsEssay.pdf). Version: Mai 2005
- [Scheubrein 2013] SCHEUBREIN, R.: *Computerunterstützte Gruppenentscheidungen*. Deutscher Universitätsverlag, 2013 (Informationsmanagement und Computer Aided Team). <https://books.google.de/books?id=hrAdBgAAQBAJ>. – ISBN 9783663083191
- [Schulze 2017] SCHULZE, Markus: *A New Monotonic, Clone-Independent, Reversal Symmetric, and Condorcet-Consistent Single-Winner Election Method*. <http://m-schulze.9mail.de/schulze1.pdf>. Version: März 2017
- [Woodall 1996] WOODALL, D.R.: *Monotonicity and Single-Seat Election Rules*. <http://www.votingmatters.org.uk/ISSUE6/P4.HTM>. Version: Mai 1996



185 **A Anhang**

186 **A.1 Erster Anhang**