

**CARSTEN SCHNEIDER: QUALITATIVE COMPARATIVE ANALYSIS UND FUZZY SETS. IN
JOACHIM BEHNKE/THOMAS GSCHWEND/DELIA SCHINDLER/KAI-UWE SCHNAPP
(HRSG.): METHODEN DER POLITIKWISSENSCHAFT. NEUERE QUALITATIVE UND
QUANTITATIVE ANALYSEVERFAHREN. BADEN-BADEN: NOMOS. S. 273-285.**

ONLINEANHANG – INHALT

(Version 1, 19.9.2006)

- Onlineanhang I: Beispiel für Begrenzte Empirische Vielfalt
- Onlineanhang II: Die Vergabe von unscharfen Mitgliedswerten
- Onlineanhang III: Äquivalente Boolescher Operatoren in fs/QCA
- Onlineanhang IV: Notwendige und Hinreichende Bedingungen als Mengenbeziehungen
- Onlineanhang V: Der Fuzzy-Wahrheitstafel-Algorithmus: Von unscharfen Mengen zu Wahrheitstafeln
- Onlineanhang VI: Der Abdeckungskoeffizient in QCA und fs/QCA
- Onlineanhang VII: Anwendungsbeispiel für eine fs/QCA Analyse
- Onlineanhang VIII: Analyse der vereinfachenden Annahmen
- Onlineanhang IX: Analyse des negativen Outcomes, nichtgeneröser Wohlfahrtsstaat‘
- Onlineanhang X: Literatur zum Onlineanhang

**CARSTEN SCHNEIDER: QUALITATIVE COMPARATIVE ANALYSIS UND FUZZY SETS. IN
JOACHIM BEHNKE/THOMAS GSCHWEND/DELIA SCHINDLER/KAI-UWE SCHNAPP
(HRSG.): METHODEN DER POLITIKWISSENSCHAFT. NEUERE QUALITATIVE UND
QUANTITATIVE ANALYSEVERFAHREN. BADEN-BADEN: NOMOS. S. 273-285.**

ONLINEANHANG I
(Version 1, 19.9.2006)

BEISPIEL FÜR BEGRENZTE EMPIRISCHE VIELFALT

Empirische Vielfalt ist begrenzt, wenn bestimmte Kombinationen von Merkmalsbedingungen zwar logisch möglich, empirisch jedoch inexistent sind. Zur Verdeutlichung des Problems begrenzter empirischer Vielfalt und dessen Einfluss auf das Ergebnis empirischer Analysen soll hier ein einfaches Beispiel (Ragin 2000: 104-107 und Ragin/Sonnett 2004) vorgeführt werden. Nehmen wir an, eine Forscherin ist an der Entstehung von Wohlfahrtsstaaten (W) interessiert und vermutet, dass zwei Bedingungen (der Einfachheit halber dichotom) erklärungsrelevant sind: eine starke Linkspartei (L) und eine starke Gewerkschaftsvereinigung (G). Die Forscherin untersucht demokratische Staaten aus unterschiedlichen Weltregionen und erhält eine Fallzahl von N=60. Die empirische Situation stellt sich wie in Tabelle 1 gezeigt dar.

Tabelle 1: Wahrheitstafel mit zwei Merkmalsbedingungen und begrenzter empirischer Vielfalt

Zeile	L	G	W	N
1	1	1	1	20
2	1	0	0	20
3	0	0	0	20
4	0	1	?	0

Eine bloße Inspektion der Tabelle zeigt bereits, dass der Faktor G perfekt mit dem Outcome W korreliert während dies für Faktor L nicht der Fall ist. Die Anwendung multivariater Regressionsverfahren führt daher auch zu dem Ergebnis, dass starke Gewerkschaften (G) der alleinige Prädiktor für Wohlfahrtsstaaten sind. Starke Linksparteien (L) hingegen leisten keinen eigenständigen Erklärungsbeitrag, wenn man für den Faktor G kontrolliert. Das Modell erklärt die Variation in W zu 100%.

Allerdings, und dies ist der entscheidende Punkt, liegt in dem Datensatz das Phänomen begrenzter empirischer Vielfalt vor. Der Datensatz enthält keinen Fall, der durch nicht-starke Linksparteien *und* gleichzeitig starke Gewerkschaften charakterisiert ist (Zeile 4). Folglich liegt keine empirische Information darüber vor, welchen Wert das zu erklärende Phänomen ‚Wohlfahrtsstaat‘ annähme, wenn ein solcher Fall existierte.

Das durch multivariate Regression erzielte Ergebnis (Wohlfahrtsstaat wird durch starke Gewerkschaften produziert) macht jedoch Annahmen über genau diesen nicht existierenden Fall, nämlich, dass ein Wohlfahrtsstaat auch dann aufträte, wenn in einem Land lediglich starke Gewerkschaften, nicht aber gleichzeitig auch eine starke Linkspartei existierten.¹

Es gehört zu einer der größten analytischen Stärken von QCA, das Phänomen begrenzter empirischer Vielfalt aus der Dunkelheit korrelationsbasierter Analysetechniken wie etwa Regression zu holen, die durch die Annahmen der Additivität und Linearität das Problem in der Regel übergehen und dessen Auswirkung auf die Analyseergebnisse nur äußerst selten überprüfen. Aber auch in qualitativen Vergleichsansätzen, wie etwa Mills Methoden, wird dem Phänomen begrenzter empirischer Vielfalt wenig Beachtung geschenkt (Schneider/Wagemann 2007). Durch die Organisation der empirischen Information in einer Wahrheitstafel ist das Ausmaß begrenzter empirischer Vielfalt in QCA und fs/QCA dagegen stets direkt sichtbar.

Das auf Wahrheitstafeln und Mengenbeziehungen beruhende QCA bietet vier Strategien im Umgang mit begrenzter empirischer Vielfalt an (Ragin 1987: 104-113; Ragin 2000):

- (a) Die Minimierung der zum Outcome führenden Merkmalskombinationen wird allein auf der Basis jener Zeilen vollzogen, für die empirische Evidenz vorliegt. Dies ist die konservativste Strategie und bedeutet, dass für alle logischen Rudimente angenommen wird, dass sie das zu erklärenden Outcome nicht produzieren würden, wenn sie empirisch existierten.
- (b) Für alle logischen Rudimente werden die Outcomewerte so vergeben, dass die daraus resultierende Minimierung der Wahrheitstafel die sparsamste, sprich am wenigsten komplexe Lösung hervorbringt. Diese Lösung basiert auf zahlreichen ungetesteten und theoretisch potenziell schwer haltbaren vereinfachenden

¹ Ursache dafür ist das generelle Prinzip einer Regressionsanalyse, das darin besteht Linien, Flächen oder mehrdimensionale Körper so in den Vektorenraum zu legen, dass diese geometrischen Figuren die dahinter liegenden Daten und den Zusammenhang zwischen abhängiger (y) und unabhängigen Variablen (x) am besten erfasst. Dabei erstreckt sich diese zusammenfassende geometrische Figur fast zwangsläufig auch in Bereiche des Eigenschaftsraumes, in denen keine Fälle liegen und für die folglich keine empirische Information über den Zusammenhang zwischen x und y vorliegen.

inhaltlichen Annahmen über logische Rudimente, da die Vergabe der Outcomewerte computergestützt erfolgt und lediglich einer mathematischen Logik (Erreichen der sparsamsten möglichen Lösung) gehorcht. Diese ist mathematische Logik ist blind und unempfindlich für inhaltliche Erwägungen.

- (c) Die Zahl der logisch möglichen Kombinationen – und damit auch das Ausmaß begrenzter empirischer Vielfalt – wird durch Schaffung von ‚Master-Variablen‘ (Rokkan 1999) reduziert (Ragin 2000: 321-328, siehe auch Schneider/Wagemann 2006).
- (d) Es werden lediglich über jene logischen Rudimente explizite Annahmen gemacht, für die eindeutige theoretisch und/oder empirisch begründete Erwartungen bestehen (Ragin/Sonnett 2004).

So kann die Forscherin im Beispiel auf der Basis theoretischen Wissens argumentieren, dass nicht zu erwarten ist, dass starke Gewerkschaften alleine, das heißt ohne Unterstützung starker linker Parteien, in der Lage sind, einen starken Wohlfahrtsstaat zu entwickeln. Basierend auf dieser Annahme würde Zeile 4 den Wert für das Outcome ‚starker Wohlfahrtsstaat‘ von 0 annehmen, kurz: $I * G \rightarrow w$. Das logisch minimierte Ergebnis der Wahrheitstafel mit diesem Gedankenexperiment würde demzufolge $L * G \rightarrow W$ lauten. Wohlfahrtsstaaten treten nur dann auf, wenn sowohl starke Linksparteien als auch starke Gewerkschaften gemeinsam anwesend sind.

Kann die Forscherin jedoch überzeugende Argumente anführen, dass ein Land mit zwar starken Gewerkschaften aber schwachen Linksparteien dennoch einen starken Wohlfahrtsstaat aufweisen würde ($I * G \rightarrow W$), dann führt dieses Argument zu dem logisch minimierten Ergebnis $G \rightarrow W$. Starke Gewerkschaften könnten als notwendig und hinreichend für die Präsenz eines Wohlfahrtsstaates interpretiert werden (siehe Haupttext ‚QCA Ergebnisse als Muster notwendiger und hinreichender Bedingungen‘).

Abhängig von weiteren Annahmen wird in diesem Beispiel also das Ausgangsergebnis bestätigt oder erweitert. Welches Ergebnis generell am Ende der Auseinandersetzung mit dem Phänomen begrenzter empirischer Vielfalt steht hängt also ab von der Forscherin, theoretischen Kenntnissen, empirischen Randbedingungen usw. Zentral bleibt aber, dass QCA und fs/QCA es erstens ermöglichen, mit diesem Phänomen explizit umzugehen und, dass zweitens transparent bleibt, wie die Forscherin zu ihren Ergebnissen kommt.

**CARSTEN SCHNEIDER: QUALITATIVE COMPARATIVE ANALYSIS UND FUZZY SETS. IN
JOACHIM BEHNKE/THOMAS GSCHWEND/DELIA SCHINDLER/KAI-UWE SCHNAPP
(HRSG.): METHODEN DER POLITIKWISSENSCHAFT. NEUERE QUALITATIVE UND
QUANTITATIVE ANALYSEVERFAHREN. BADEN-BADEN: NOMOS. S. 273-285.**

ONLINEANHANG II

(Version 1, 19.9.2006)

DIE VERGABE VON UNSCHARFEN MITGLIEDSWERTEN

QCA und fs/QCA Analysen sind stets nur so gut, wie die darin verwendeten Daten. Daher kommt der Vergabe von Mitgliedswerten für die untersuchten Fälle – der sogenannten Kalibrierung – eine zentrale Bedeutung zu. In der sehr arbeits- und zeitintensiven Kalibrierung zeigen sich die qualitativen Wurzeln von QCA und fs/QCA.

Im Gegensatz zu klassischen Mengen erlauben es unscharfe Mengen (fuzzy sets), unterschiedliche Grade der Mitgliedschaft von Fällen in sozialwissenschaftlichen Konzepten auszudrücken. Diese können zwischen den beiden Werten 1 (volle Mitgliedschaft) und 0 (volle Nicht-Mitgliedschaft) liegen (Ragin 2000: 149-171). So kann ein Fall eine Mitgliedschaft von 0,8 in der Menge ‚demokratisches Land‘ haben. Er besitzt damit keine volle Mitgliedschaft, ist gleichzeitig jedoch eindeutig ein Mitglied der Menge demokratischer Länder. Der Mitgliedswert 0,5 markiert den Übergangspunkt (cross-over point) von partieller Mitgliedschaft ($>0,5$) zu partieller Nichtmitgliedschaft ($<0,5$) in einer Menge.

Unscharfe Mengen können unterschiedliche Differenzierungsgrade aufweisen, sprich, es können unterschiedlich viele Mitgliedswerte im Intervall $[0,1]$ vergeben werden. Klassische, dichotome Mengen – die weiterhin als Bedingungen, nicht jedoch als Outcome in fs/QCA Analysen verwendet werden können – stellen somit einen Spezialfall von unscharfen Mengen mit einem minimalen Differenzierungsgrad dar. Es gilt, dass jede Erhöhung des Differenzierungsgrades innerhalb einer unscharfen Menge theoretisch begründbar und empirisch belegbar sein muss. Darüber hinaus ist es ratsam, jeden unscharfen Mitgliedswert mit einem Attribut zu versehen (siehe Tabelle 2). Damit kann sichergestellt werden, dass eine enge sprachliche Verbindung zwischen der Bedeutung des zu messenden Konzepts und den unscharfen Mitgliedswerten der einzelnen

Untersuchungsfälle existiert. So lassen sich die später erzielten Forschungsergebnisse auch besser von Zahlen in Worte übertragen.

Tabelle 2: Verbalisierung von Mitgliedschaften in unscharfen Mengen

unscharfer Mitgliedswert	Element ist ...
1.0	völlig enthalten
0.9	nahezu völlig enthalten
0.8	größtenteils enthalten
0.6	mehr enthalten als nicht enthalten
0.4	mehr nicht enthalten als enthalten
0.2	größtenteils nicht enthalten
0.1	nahezu völlig nicht enthalten
0.0	völlig nicht enthalten

Übernommen aus Ragin (2000: 156)

Für unscharfe Mengen ist es weder notwendig, dass jeder unscharfe Mitgliedswert auch empirisch nachgewiesen werden kann, noch dass die Abstände zwischen den unscharfen Mitgliedswerten gleich groß sind.

Ziel der Kalibrierung ist es, eine hohe Übereinstimmung zwischen dem zu messenden Konzept und den Mitgliedswerten zu erzielen (Inhaltsvalidität). Dabei nimmt die theoretisch zu begründende Definition der drei qualitativen Anker 1 und 0 sowie 0,5 eine zentrale Rolle ein. Deshalb ist es schlechte Praxis, Mitgliedswerte durch rein mechanische Ansätze zu vergeben, wie etwa wenn Rohdaten (z.B. BIP) mittels simpler Funktionen (Perzentile etc.) in Mitgliedswerte für Mengen (z.B. ‚reiche Länder‘) transformiert werden (siehe Verkuilen 2005 für eine Diskussion verschiedener Techniken). Vielmehr sollte auf der Basis theoretischer Aussagen definiert werden, welche empirische Evidenz ein reiches und welche Evidenz ein armes Land identifiziert. Die Zuordnung muss dann nach diesen Kriterien erfolgen. Es darf daher keine mechanisierten Prozeduren, sondern muss intersubjektivierbare Verfahrensstandards für die Kalibrierung geben.

Eine analytisch fruchtbare Kalibrierung erfordert (a) eine Definition der relevanten Population, aus der die untersuchten Fälle stammen; (b) eine auf die Forschungsfrage zugeschnittene und explizit aufgeführte Bestimmung der in der Analyse verwendeten Konzepte, die durch unscharfe Mengen repräsentiert werden sollen; (c) eine Entscheidung, wie feinskaliert die fuzzy Skala sein soll und (d) eine Auswahl der verschiedenen empirischen Informationsquellen, die zur Vergabe der unscharfen Werte herangezogen werden.

Es zeigt sich, dass der Messprozess in QCA und fs/QCA sich wesentlich von jenem herkömmlicher standardisierter Messverfahren unterscheidet und daher häufig von quantifizierend arbeitenden Forscherinnen kritisch beäugt wird. Die Interpretation von

Rohdaten im Lichte spezifischer Forschungsfragen entspricht jedoch dem üblichen interpretativen Vorgehen der qualitativen Forschungstradition. Das Resultat dieses Interpretationsprozesses, die unscharfen Mitgliedschaftswerte, ist das Ergebnis der Kombination theoretischen Wissens, einer kontextspezifischen Konzeptualisierung und der zur Verfügung stehenden qualitativen und quantitativen empirischen Informationen über die Untersuchungsfälle.

CARSTEN SCHNEIDER: QUALITATIVE COMPARATIVE ANALYSIS UND FUZZY SETS. IN
JOACHIM BEHNKE/THOMAS GSCHWEND/DELIA SCHINDLER/KAI-UWE SCHNAPP
(HRSG.): METHODEN DER POLITIKWISSENSCHAFT. NEUERE QUALITATIVE UND
QUANTITATIVE ANALYSEVERFAHREN. BADEN-BADEN: NOMOS. S. 273-285.

ONLINEANHANG III

(Version 1, 19.9.2006)

ÄQUIVALENTE BOOLESCHER OPERATOREN IN FS/QCA

Fs/QCA hat den Vorteil, dass auch nichtdichotome Mengen in die Analyse eingeführt werden können. Im Haupttext sind die booleschen Operatoren auf der Basis klassischer dichotomer Mengen dargestellt. Im folgenden sollen Äquivalente zur Funktionsweise dieser Operatoren für fs/QCA vorgestellt werden. Zur Demonstration nutzen wir ein Land mit unscharfen Mitgliedschaften in ‚reiches Land‘ ($R = 0,3$) und in ‚großes Land‘ ($G = 0,8$).

Negation

Ebenso wie in klassischen Mengen berechnet sich die Mitgliedschaft in der Negation einer Menge R durch die Formel $r = 1 - R$. Das Beispielland hat daher eine Mitgliedschaft in der Menge ‚nicht reiches Land‘ (r) von $1 - R = 1 - 0,3 = 0,7$ und in der Menge ‚nicht großes Land‘ (g) von $1 - G = 1 - 0,8 = 0,2$.

Boolesche Multiplikation (logisches UND/Schnittmenge)

Die Mitgliedschaft dieses Landes in der Menge, die das Konzept ‚reiches *und* großes Land‘ ($R * G$) beschreibt, bestimmt sich durch das Minimum der beiden Merkmalsbedingungen R und G : $R * G = \min(R; G) = \min(0,3; 0,8) = 0,3$

Boolesche Addition (logisches ODER/Vereinigungsmenge)

Die Mitgliedschaft desselben Landes in der Menge, die das Konzept ‚reiches *oder* großes Land‘ beschreibt, wird hingegen durch das Maximum der Bedingungen R und G bestimmt: $R + G = \max(R; G) = \max(0,3; 0,8) = 0,8$

CARSTEN SCHNEIDER: QUALITATIVE COMPARATIVE ANALYSIS UND FUZZY SETS. IN
JOACHIM BEHNKE/THOMAS GSCHWEND/DELIA SCHINDLER/KAI-UWE SCHNAPP
(HRSG.): METHODEN DER POLITIKWISSENSCHAFT. NEUERE QUALITATIVE UND
QUANTITATIVE ANALYSEVERFAHREN. BADEN-BADEN: NOMOS. S. 273-285.

ONLINEANHANG IV
(Version 1, 19.9.2006)

NOTWENDIGE UND HINREICHENDE BEDINGUNGEN ALS MENGENBEZIEHUNGEN

Ebenso wie in QCA, so ist auch in fs/QCA die Interpretation der Ergebnisse im Sinne notwendiger und hinreichender Bedingungen möglich. Eine Bedingung kann als notwendig betrachtet werden, wenn sie stets präsent ist, wenn auch das Outcome vorliegt, wir die notwendige Bedingung aber auch ohne das Outcome beobachten können. Eine Bedingung kann als hinreichend gelten, wenn sie das Outcome produziert, wir das Outcome aber auch ohne das Vorliegen der hinreichenden Bedingung beobachten können.

Drückt man diese Sachverhalte in der Terminologie der Mengenlehre aus, so gilt: Wenn ein Outcome (Y) eine Teilmenge einer anderen Menge (X) ist, dann kann diese Menge als eine *notwendige* Bedingung für das Outcome interpretiert werden. In einer solchen Situation sind alle Fälle in der Outcomemenge Y auch Elemente der Bedingungsmenge X. Die Menge X kann als notwendige Bedingung für Y gelten, weil alle Fälle in Y auch X aufweisen.

Übertragen auf unscharfe Mengen heißt dies: wenn die Höhe der unscharfen Mitgliedschaft in der Outcomemenge Y über alle untersuchten Fälle konsistent kleiner oder gleich der unscharfen Mitgliedschaft in einem Bedingungsmerkmal ist, dann kann diese Bedingung als notwendig angesehen werden: $x_i \geq y_i$

Umgekehrt gilt, wenn Fälle eine kausal relevante Bedingung (X) und gleichzeitig das zu erklärende Outcome aufweisen, dann bilden diese Fälle eine Teilmenge all jener Fälle, die das Outcome aufweisen. Aus einer solchen Teilmengenbeziehung kann gefolgert werden, dass die Bedingung (X) hinreichend für das Outcome ist.

Wiederum übertragen auf unscharfe Mengen heißt dies: Sind die unscharfen Mitgliedschaftswerte im Outcome Y über alle untersuchten Fälle hinweg größer als oder gleich

den unscharfen Mitgliedswerten in einer Bedingung X, so kann diese als *hinreichende* Bedingung angesehen werden: $x_i \leq y_i$

Beide Teilmengenbeziehungen lassen sich leicht mittels eines X-Y-Graphen darstellen, in dem die X-Achse die unscharfen Mitgliedswerte in der Bedingung und die Y-Achse die Mitgliedswerte im Outcome wiedergibt. Liegen wie in Abbildung 1 alle Datenpunkte unterhalb der Hauptdiagonalen ($x_i \geq y_i$), so deutet dies auf eine notwendige Bedingung hin.

Abbildung 1: X-Y Graph für notwendige Bedingung

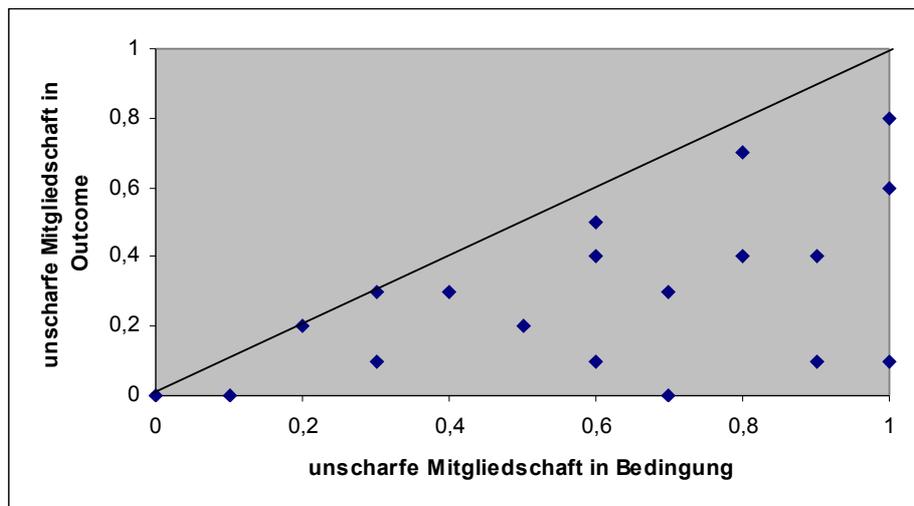
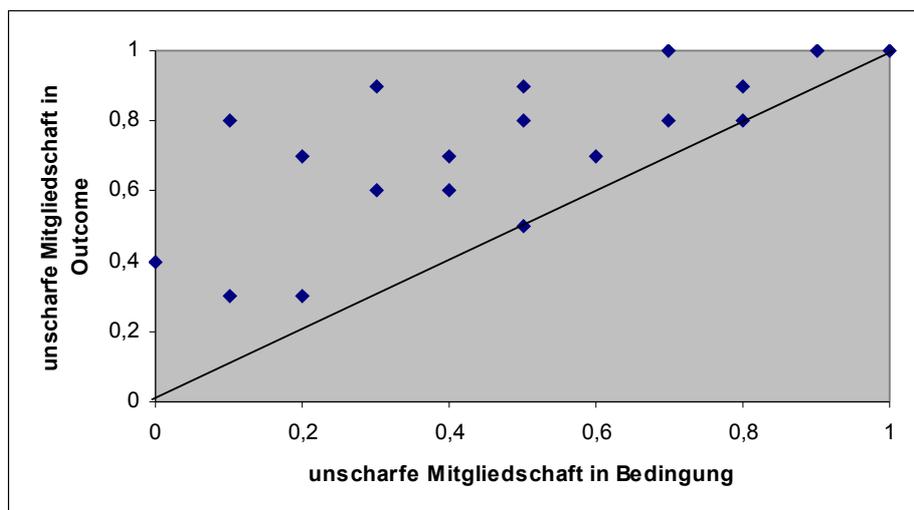


Abbildung 2: X-Y Graph für hinreichende Bedingung



Liegen alle Datenpunkte wie in Abbildung 2 oberhalb der Hauptdiagonalen ($x_i \leq y_i$), so indiziert dies das Vorliegen einer hinreichenden Bedingung. Alle hier dargelegten

Mengenbeziehungen gelten selbstredend auch dann, wenn es sich bei den Bedingungen um die Schnittmenge mehrerer Merkmalsbedingungen handelt.

Die Verteilung der Fälle im gesamten Raum oberhalb der Hauptdiagonalen bei hinreichenden Bedingungen deutet darauf hin, dass es unterschiedliche hinreichende Bedingungen gibt, die unabhängig voneinander zum Outcome führen. Im Haupttext wurde dies als Äquifinalität bezeichnet. Außerdem ist darauf hinzuweisen, dass Fälle in der linken oberen Ecke des X-Y Graphen für hinreichende Bedingungen (links des X-Skalenpunktes 0,5) eine hohe Mitgliedschaft im zu erklärenden Outcome haben, nicht aber in der spezifischen hinreichenden Bedingung. Diese Fälle werden durch die betrachtete hinreichende Bedingung also nicht erklärt. Der Logik einer fs/QCA Analyse entsprechend wäre hier nach dem Vorliegen anderer hinreichender Bedingungen für das beobachtete Outcome zu suchen, um auch diese Fälle erklären zu können.

Das oben abgebildete dreieckige Datenmuster würde bei einer OLS-Regression als Problem von Heteroskedastizität erkennbar werden. Während dies in OLS ein gravierendes methodisches Problem darstellt, handelt es sich bei dem vorliegenden Datenmuster um eine perfekte Mengenbeziehung, die in fs/QCA ohne Probleme im Sinne einer hinreichenden Beziehung analysiert und gedeutet werden kann.

**CARSTEN SCHNEIDER: QUALITATIVE COMPARATIVE ANALYSIS UND FUZZY SETS. IN
JOACHIM BEHNKE/THOMAS GSCHWEND/DELIA SCHINDLER/KAI-UWE SCHNAPP
(HRSG.): METHODEN DER POLITIKWISSENSCHAFT. NEUERE QUALITATIVE UND
QUANTITATIVE ANALYSEVERFAHREN. BADEN-BADEN: NOMOS. S. 273-285.**

ONLINEANHANG V
(Version 1, 19.9.2006)

**DER FUZZY-WAHRHEITSTAFEL-ALGORITHMUS: VON UNSCHARFEN MENGEN ZU
WAHRHEITSTAFELN**

Der Kern des Algorithmusses zur Analyse von dichotomen und unscharfen Mengen besteht darin, für jede logisch mögliche Kombination von Merkmalen $X_1 \dots X_n$ zu ermitteln, welche von ihnen Teilmengen des Outcomes sind und somit als hinreichend gedeutet werden können.

Dem in Ragin (2000) beschriebenen Inklusions-Algorithmus ist mittlerweile ein zweiter, in vieler Hinsicht überlegener Fuzzy-Wahrheitstafel-Algorithmus hinzugefügt worden, der im folgenden dargestellt werden soll (siehe Ragin 2005 und 2006a). Dazu ist es zunächst notwendig, zu beschreiben, wie man von einem Datensatz basierend auf unscharfen Bedingungen sowie einem Outcome in Form einer unscharfen Menge zu einer Wahrheitstafel gelangt, die, wie im Haupttext erläutert, auf dem Prinzip klassischer Mengen basiert.

Die in einer Analyse verwendeten unscharfen Merkmalsbedingungen (k) spannen einen multidimensionalen Vektorenraum mit 2^k Ecken auf. Jede der 2^k Ecken in dem Merkmalsraum (property space, Lazarsfeld 1937, Ragin 2000) entspricht einer der 2^k Zeilen in der Wahrheitstafel. Auf der Basis der Werte in jeder einzelnen der unscharfen Bedingungen und unter Anwendung der fuzzy Algebra wird die Position eines jeden Falles innerhalb dieses Merkmalsraums lokalisiert. Hat ein Fall etwa eine Mitgliedschaft von $A=0,4$ und $B=0,9$ sowie $C=0,2$, dann berechnet sich seine Mitgliedschaft in jeder der 2^k Ecken durch das jeweilige Minimum über die drei Merkmalsbedingungen. So beträgt z.B. die Mitgliedschaft des Falles

- in der Ecke $ABC = \min(0,4; 0,9; 0,2) = 0,2$,

- in der Ecke $Abc = \min(0,4; (1-0,9); (1-0,2)) = 0,1$,
- in der Ecke $aBc = \min((1-0,4); 0,9; (1-0,2)) = 0,6$ usw.

Wie sich zeigt, hat jeder Fall eine partielle Mitgliedschaft in jeder Ecke. Gleichzeitig gilt jedoch, dass jeder Fall nur in *einer* Ecke eine Mitgliedschaft von größer 0,5 aufweisen kann (Ragin 2005: 8f.). Folglich kann jeder Fall genau *einer* Zeile der Wahrheitstafel zugeordnet werden, jener Zeile nämlich, in der seine Mitgliedschaft größer als 0,5 ist.

Eine Ausnahme von dieser Regel entsteht für jene Fälle, die in mindestens einer der einzelnen Merkmalsbedingungen einen Mitgliedswert von genau 0,5 aufweisen. Ein solcher Fall hat in *keiner* Ecke eine Mitgliedschaft größer als 0,5 und in mehreren Ecken eine Mitgliedschaft von genau 0,5. Dieser Fall kann daher keiner Wahrheitstafelzeile eindeutig zugeordnet werden. Um eine solche uneindeutige Situation zu vermeiden, sollte die Vergabe des Mitgliedswertes 0,5 für einzelne Merkmalsbedingungen möglichst unterlassen werden.

Damit eine Zeile der Wahrheitstafel als empirisch relevant angesehen werden kann, müssen genügend Fälle in die entsprechende Ecke eines Merkmalsraums fallen. Andernfalls wird sie als logisches Rudiment definiert. Es ist Aufgabe des Forschers, einen Grenzwert festzulegen, oberhalb dessen die zu Verfügung stehende empirische Information für eine Zeile – sprich die Anzahl an Fällen mit einer Mitgliedschaft $> 0,5$ – als ausreichend angesehen wird. Die Festlegung dieses Grenzwertes hängt ab von analysespezifischen Charakteristika wie etwa der Gesamtzahl der untersuchten Fälle, der Zahl der verwendeten Kausalbedingungen, der Vertrautheit des Forschers mit den Fällen sowie dem Grad an Präzision in der Kalibrierung der unscharfen Mengen, dem vermuteten Grad an Messfehler und dem Ziel der Studie (Komplexität vs. Sparsamkeit). In der Regel ist bei einer kleinen bis mittleren Fallzahl (10-50) ein Grenzwert von mindestens einem Fall pro Eigenschaftsraumecke (Wahrheitstafelzeile/Idealtyp) zu empfehlen.

Das Konsistenzmaß für hinreichende Bedingungen in fs/QCA

Nach Zuordnung aller Fälle zu einer der Zeilen einer Wahrheitstafel und der Identifizierung der logischen Rudimente besteht der zweite Schritt des Fuzzy-Wahrheitstafel-Algorithmusses darin zu ermitteln, welche der Zeilen mit empirischen Fällen *konsistente* Teilmengen des Outcomes ($x_i \leq y_i$) sind, sprich welche Kombinationen als hinreichende Bedingungen interpretiert werden können.

Wie erwähnt, weist Abbildung 2 auf eine hinreichende Bedingung hin, denn alle Fälle liegen oberhalb der Hauptdiagonalen. Bei sozialwissenschaftlichen Beobachtungsdaten ist es jedoch normal, dass mehr oder weniger eindeutige Abweichungen von einem solch Muster auftreten. Wenn eine Minderheit von Fällen höhere Werte in der Kausalkombination als im Outcome aufweisen ($x_i > y_i$), so verstößt dies gegen die Aussage, dass diese Kombination eine hinreichende Bedingung ist. In der dichotomen QCA drückt sich dies in Form widersprüchlicher Zeilen aus.

Um dennoch Aussagen im Sinne hinreichender Bedingungen treffen zu können, ist die Verwendung eines Koeffizienten nötig, der das Ausmaß der Abweichung von einer eindeutigen Teilmengenbeziehung ausdrückt.

Eine Möglichkeit, diesen Konsistenzkoeffizienten zu berechnen, ist in Ragin (2006b) beschrieben. Hierbei wird die Summe der Minima über x und y für alle Fälle durch die Summe der Mitgliedswerte aller Fälle in x geteilt:

$$\text{Konsistenz der hinreichenden Bedingung} = \frac{\sum \min(X_i, Y_i)}{\sum X_i}$$

Weisen alle Fälle niedrigere X- als y-Werte auf ($x_i \leq y_i$), dann nimmt die Funktion den Wert 1 an. Die Konsistenz eines solchen Datenmusters befindet sich somit in perfekter Übereinstimmung mit der Aussage, dass x hinreichend für y ist. Wenige Fälle, die stark von dem Muster einer hinreichenden Bedingung abweichen, drücken den Konsistenzwert ebenso wie viele schwach abweichende Fälle. Aufgabe der Forscherin ist es, einen Grenzwert festzulegen, oberhalb dessen eine Merkmalskombination als *ausreichend konsistent* mit der Aussage hinreichend zu sein, angesehen werden kann. Wieder hängt diese Entscheidungen von verschiedenen Charakteristika des Forschungsdesigns ab, sollte aber nie unter 0,5 und in der Regel höher als 0,75 liegen. Die Festlegung eines solchen Grenzwertes in fs/QCA löst das in QCA auftretende Problem widersprüchlicher Zeilen.

Auf der Basis der beiden Informationen – eine Merkmalskombination ist *empirisch relevant* (ja=1, nein=0) und die empirisch relevante Kombination ist eine *ausreichend konsistente hinreichende* Bedingung für das Outcome (ja=1, nein=0) – ist es einfach, eine Wahrheitstafel zu konstruieren. Tabelle 3 fasst die Verkodungsregeln für den Outcomewert zusammen. Relevante und konsistente Kombinationen (Zeilen) erhalten den Wert 1 in der Spalte ‚Outcome‘ in der Wahrheitstafel, denn sie wurden als ausreichend konsistente hinreichende Bedingungen identifiziert. Relevante aber inkonsistente Zeilen erhalten den Wert 0. Alle Zeilen mit nicht ausreichender empirischer Information, werden als logische

Rudimente gekennzeichnet und verweisen auf das Phänomen begrenzter empirischer Vielfalt.

Tabelle 3: Von Fuzzy Werten zu dichotomer Wahrheitstafel

Anzahl an Fällen in Zeile	Konsistenzwert einer Zeile	Outcomewert für Zeile
> Grenzwert	> Grenzwert	1
> Grenzwert	< Grenzwert	0
< Grenzwert	irrelevant	Logisches Rudiment

Dieser Fuzzy-Wahrheitstafel-Algorithmus führt zu einer Wahrheitstafel, die nach den im Haupttext beschriebenen Regeln analysiert werden kann.

**CARSTEN SCHNEIDER: QUALITATIVE COMPARATIVE ANALYSIS UND FUZZY SETS. IN
JOACHIM BEHNKE/THOMAS GSCHWEND/DELIA SCHINDLER/KAI-UWE SCHNAPP
(HRSG.): METHODEN DER POLITIKWISSENSCHAFT. NEUERE QUALITATIVE UND
QUANTITATIVE ANALYSEVERFAHREN. BADEN-BADEN: NOMOS. S. 273-285.**

ONLINEANHANG VI

(Version 1, 19.9.2006)

DER ABDECKUNGSKOEFFIZIENT IN QCA UND FS/QCA

Wie bereits erwähnt, führen QCA und fs/QCA in der Regel zu Ergebnissen, die unterschiedliche hinreichende Pfade zum Outcome aufzeigen (Äquifinalität). Oft treffen verschiedene Pfade für unterschiedlich viele Länder zu. Ein empirisches Maß für die Bedeutung einer Kausalkombination ist die Zahl der Fälle, die diesem Pfad folgen, relativ zur Gesamtzahl der Fälle, die den zu erklärenden Outcome aufweisen (Ragin 2006b). Dieses Maß wird als Abdeckungskoeffizient (coverage) bezeichnet. Eine hinreichende Kausalkombination, die lediglich einen kleinen Anteil der Fälle abdeckt ist empirisch – nicht jedoch zwangsläufig theoretisch – weniger wichtig als eine hinreichende Kombination, die einen großen Anteil der Fälle mit dem zu erklärenden Outcome abdeckt.

Im dichotomen QCA erfolgt die Berechnung des Abdeckungskoeffizientens für hinreichende Bedingungen, indem die Anzahl der Fälle in einem Pfad in Relation zur Gesamtzahl der Fälle gesetzt wird, die das Outcome aufweisen. In fs/QCA hingegen werden nicht die Fallzahlen, sondern die unscharfen Mitgliedswerte in einer Kausalkombination zur Berechnung des Abdeckungskoeffizienten herangezogen. Der Grad der Überlappung zwischen der Bedingung (X) und dem Outcome (Y) berechnet sich hier aus der Summe der Minima über X und Y für alle Fälle in Relation zur Summe der Mitgliedswerte aller Fälle im Outcome (Y):

$$\text{Abdeckung der hinreichenden Bedingung} = \frac{\sum_{i=1}^I (X, Y_i)}{\sum_{i=1}^I Y_i}$$

Sind für alle Fälle die X-Werte genau gleich den Y-Werten, dann beträgt der Wert des Abdeckungskoeffizienten 1. Das heißt, dass die hinreichende Bedingung alle Fälle des Outcome Y abdeckt. Ein Abdeckungskoeffizient von 1 drückt auch aus, dass die entsprechende kausale Kombination gleichzeitig notwendig und hinreichend ist. Graphisch zeichnet sich ein Lösungsterm mit einer Abdeckung und einer Konsistenz von jeweils 100% dadurch aus, dass alle Datenpunkte auf die Hauptdiagonale des X-Y-Diagramms fallen. Sind alle X-Werte 0, dann beträgt der Abdeckungskoeffizient 0. In diesem Falle liegen alle Datenpunkte auf der Y-Achse des Diagramms.

Will man den Abdeckungskoeffizienten des Gesamtergebnisses, also aller unterschiedlichen Pfade gemeinsam, errechnen, so ist die Mitgliedschaft aller Fälle in allen durch logisches UND verknüpften Teilpfaden zu ermitteln und dieser Wert in den Zähler der obigen Gleichung einzusetzen.

Oft folgen einige Fälle mehreren Pfaden gleichzeitig, das heißt, dass die unterschiedlichen Kausalkombinationen nicht nur mit dem Outcome überlappen, sondern auch untereinander. In diesen Fällen ist es von Interesse zu erfahren, wie groß die Abdeckung einer Kausalkombination ist, die nur ihr allein zugeschrieben werden kann. Diese Berechnung der relativen Bedeutung einzelner Kausalkombinationen geschieht mit dem Koeffizienten der partitionierten Abdeckung oder auch Einzelabdeckung (unique coverage). Die partitionierte Abdeckung berechnet sich wie folgt: Zunächst wird die Abdeckung aller Kausalkombinationen ($X_1 + X_2 + \dots + X_n$) berechnet. Soll nun etwa die partitionierte Abdeckung von X_1 ermittelt werden, so muss zunächst die Abdeckung von $X_2 + \dots + X_n$ ermittelt und dann von der Gesamtabdeckung $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ subtrahiert werden. Die Differenz $(X_1 + X_2 + \dots + X_n) - (X_2 + \dots + X_n)$ ergibt die ausschließlich X_1 zuschreibbare Abdeckung.

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass die Berechnung und inhaltliche Interpretation des Abdeckungskoeffizienten nur für jene (Kombinationen von) Bedingungen sinnvoll ist, die *zuvor* als konsistent identifiziert wurden. Diese Regel ähnelt jener in OLS Analysen, nach der nur die Beta-Koeffizienten inhaltlich interpretiert werden sollten, die auch ein ausreichend hohes statistisches Signifikanzniveau erreichen.

Konsistenz und Abdeckung für notwendige Bedingungen

Die beiden Konzepte der Konsistenz und der Abdeckung können auch auf notwendige Bedingungen angewendet werden (Ragin 2006b, für alternative Berechnungsarten, siehe Goertz 2006). Die Formel zur Berechnung der Konsistenz notwendiger Bedingungen lautet:

$$\text{Konsistenz der notwendigen Bedingung} = \frac{\sum_{i=1}^I (X_i, Y_i)}{\sum_{i=1}^I Y_i}$$

Diese Formel ist mathematisch identisch mit jener zur Berechnung des Abdeckungskoeffizienten für hinreichende Bedingungen. Ihre inhaltliche Interpretation unterscheidet sich jedoch. Im Falle der Bestimmung des Konsistenzmaßes für notwendige Bedingungen besteht das Ziel darin zu ermitteln, zu welchem Grad das Outcome Y eine Teilmenge der Bedingung X ist bzw. zu welchem Grad X eine Übermenge von Y ist. Wendet man dieselbe Formel zur Berechnung des Abdeckungsgrades einer hinreichenden Bedingung an, so wissen wir bereits, dass die Bedingung X eine Teilmenge (und somit keine Übermenge) von Y ist. Das Ziel besteht nun darin herauszufinden, wie groß die Menge aller X-Werte im Verhältnis zur Menge aller Y-Werte ist. Es soll also ermittelt werden, welcher Anteil der Menge Y von der Menge X abgedeckt wird. Die Formel zur Berechnung des Abdeckungsgrades einer notwendigen Bedingung lautet demzufolge:

$$\text{Abdeckung der notwendigen Bedingung} = \frac{\sum \min(X_i, Y_i)}{\sum X_i}$$

Diese Formel ist mathematisch identisch mit jener zur Berechnung der Konsistenz hinreichender Bedingungen. Wiederum aber unterscheidet sich die inhaltliche Interpretation. Immer dann, wenn der Koeffizient der Abdeckung der notwendigen Bedingungen zum Einsatz kommt, muss vorher bereits geklärt sein, dass es sich bei der betreffenden Bedingung auch tatsächlich um eine konsistent notwendige Bedingung handelt. Das bedeutet, dass wir bereits wissen müssen, dass es sich bei X um eine Übermenge des zu erklärenden Outcomes Y handelt. Die Frage, die mit der Abdeckungsformel für notwendige Bedingungen beantwortet werden soll lautet: Handelt es sich bei dieser konsistent notwendigen Bedingung um eine relevante und somit nicht triviale Bedingung (Goertz 2003 und 2006)? Eine Bedingung X sollte dann als trivial und somit irrelevant notwendig angesehen werden, wenn die durch X beschriebene Menge unverhältnismäßig viel größer ist als die durch Y beschriebene Menge (Ragin 2006b). So ist z.B. das Vorhandensein von Luft zum Atmen (X) eine triviale notwendige Bedingung für das Vorliegen von kriegerischen Auseinandersetzungen (Y), denn Luft zum Atmen liegt in allen Fällen vor, unabhängig davon, ob das Outcome „Krieg“ vorliegt oder nicht.

Die Werte der Formel zur Berechnung der Abdeckung (Relevanz) einer notwendigen Bedingung streben gegen 1, je ähnlicher die Grössen der Mengen X und Y sind. Durch die vorgelagerte Berechnung der Konsistenz einer notwendigen Bedingung wurde bereits festgestellt, dass es sich bei X um eine Übermenge von Y handelt. Bei der Frage nach der Relevanz einer notwendigen Bedingung geht es demnach darum auszuschließen, dass die Menge X sehr viel größer als die Menge Y ist, denn damit wäre sie trivial.

Zur Berechnung der Einzelabdeckung, so wie sie oben für hinreichende Bedingungen beschrieben wurde, eignet sich die hier vorgestellte Abdeckungsformel für notwendige Bedingungen nicht (Ragin 2006b: 306f.).

**CARSTEN SCHNEIDER: QUALITATIVE COMPARATIVE ANALYSIS UND FUZZY SETS. IN
JOACHIM BEHNKE/THOMAS GSCHWEND/DELIA SCHINDLER/KAI-UWE SCHNAPP
(HRSG.): METHODEN DER POLITIKWISSENSCHAFT. NEUERE QUALITATIVE UND
QUANTITATIVE ANALYSEVERFAHREN. BADEN-BADEN: NOMOS. S. 273-285.**

ONLINEANHANG VII

(Version 1, 19.9.2006)

ANWENDUNGSBEISPIEL FÜR EINE FS/QCA ANALYSE

Im folgenden wird eine fs/QCA Analyse der Bedingungen für die Existenz eines generösen Wohlfahrtsstaates durchgeführt. Dazu wird auf das Beispiel und die Daten aus Ragin (2000: 286-308) zurückgegriffen und der im Onlineanhang V beschriebene Fuzzy-Wahrheitstafel-Algorithmus aus Ragin (2005 2006a) angewendet.

Analyse des Outcomes ‘generöser Wohlfahrtsstaat’

Das zu erklärende Phänomen ist ein generöser Wohlfahrtsstaat (W). Die zur Erklärung herangezogenen Bedingungen sind die Existenz einer starken Linkspartei (P), starker Gewerkschaften (U), eines korporativen industriellen Systems (C) und soziokultureller Homogenität (S). Tabelle 4 zeigt die unscharfe Mitgliedschaft der 18 Untersuchungsländer in den vier Bedingungen sowie im Outcome an.

Analyse notwendiger Bedingungen

In QCA und fs/QCA geht die Analyse notwendiger Bedingungen jener der hinreichenden Bedingungen voran. Bei der Suche nach notwendigen Bedingungen wird jede Bedingung zunächst einzeln und nicht, wie bei hinreichenden Bedingungen, jede logisch mögliche Kombination getestet (Ragin 2000: 211).

Um als notwendige Bedingung gelten zu können, müssen die in Tabelle 4 angegebenen Werte über alle Fälle hinweg konsistent kleiner oder gleich den Werten im Outcome W sein. Wenn wir die oben eingeführte Formel zur Berechnung der Konsistenz notwendiger Bedingungen auf die Daten anwenden, so ergeben sich folgende Konsistenzwerte für die vier Bedingungen und ihre Komplemente:

P:	0,65	p:	0,64
U:	0,66	u:	0,63
C:	0,85	c:	0,48
S:	0,68	s:	0,60

Keine der Bedingungen erfüllt das Kriterium, eine notwendige Bedingung zu sein zu 100%. Den höchsten Wert erreicht C (Vorhandensein eines korporatistischen industriellen Systems) mit einem Konsistenzwert von 0,86. Für notwendige Bedingungen empfiehlt es sich, hohe Grenzwerte anzulegen. Für den vorliegenden Fall soll daher davon ausgegangen werden, dass keine notwendigen Bedingungen für das Auftreten eines generösen Wohlfahrtsstaats vorliegen. Die Analyse der Abdeckung notwendiger Bedingungen entfällt somit.

Tabelle 4: Mitgliedswerte für die Analyse ‚Generöser Wohlfahrtsstaat‘**

Land	Bedingungen				Outcome	
	P	U	C	S	W	w
Australien	0.25	0.4	0.17	0.25	0.26	0.74
Österreich	0.7	0.64	0.83	0.67	0.72	0.28
Belgien	0.54	0.84	0.83	0.29	0.79	0.21
Kanada	0	0.06	0.05	0.1	0.26	0.74
Dänemark	0.85	0.81	0.83	0.86	0.86	0.14
Finnland	0.56	0.86	0.83	0.72	0.76	0.24
Frankreich	0.12	0.1	0.33	0.31	0.57	0.43
Deutschland	0.43	0.2	0.67	0.3	0.68	0.32
Irland	0.11	0.63	0.67	0.84	0.67	0.33
Italien	0.1	0.39	0.5	0.55	0.64	0.36
Japan	0	0.04	0.33	0.95	0.52	0.48
Niederlande	0.33	0.17	0.83	0.27	0.69	0.31
Neuseeland	0.4	0.54	0.17	0.15	0.56	0.44
Norwegen	0.95	0.53	0.83	0.95	0.95	0.05
Schweden	0.98	1	0.95	0.7	0.98	0.02
Schweiz	0.34	0.13	0.67	0.1	0.53	0.47
Großbritannien	0.61	0.34	0.5	0.15	0.63	0.37
USA	0	0.04	0.05	0.05	0.09	0.91

* aus Ragin (2000: 292)

P = starke Linksparteien

U = starke Gewerkschaften

C = korporatives industrielles System

S = sozio-kulturelle Homogenität

W = generöser Wohlfahrtsstaat

Analyse hinreichender Bedingungen

Um die in Tabelle 4 enthaltenen Informationen über die 18 Länder in Form einer Wahrheitstafel mit $2^4 = 16$ Zeilen darzustellen, müssen dem Fuzzy-Wahrheitstafel-Algorithmus gemäss zwei Schritte vollzogen werden (siehe Onlineanhang V und VI): Zunächst wird für jede der 16 Zeilen (Merkmalskombinationen) ermittelt, wie viele der 18 Länder eine Mitgliedschaft von höher 0,5 haben. Danach wird für jene Zeilen, die

ausreichend viele Fälle mit Mitgliedswerten größer als 0,5 besitzen, ermittelt, ob sie eine ausreichend konsistente Teilmenge des Outcomes sind und damit als hinreichende Bedingungen für das Outcome gelten können. Bei der Durchführung dieser Schritte werden folgende Grenzwerte verwendet: (a) In einer Zeile der Tabelle muss mindestens ein Fall eine Mitgliedschaft von größer als 0,5 haben (Spalte ‚Fallzahl‘ in Tabelle 5), damit die Zeile als empirisch relevant gelten kann und nicht als logisches Rudiment behandelt wird. (b) Empirisch relevante Kombinationen sollen dann als hinreichende Bedingung für das Outcome ($W=1$) gelten, wenn der entsprechende Konsistenzwert 1 ist (Spalte ‚Konsistenz‘ Tabelle 5). Auf der Basis dieser Grenzwerte ergibt sich bei der Analyse folgendes Bild: Die Zeilen 1-3 führen zum Outcome ‚generöser Wohlfahrtsstaat‘ ($W=1$). Die Zeilen 4-7 spezifizieren jene Merkmalskombinationen, die nicht konsistent mit der Aussage sind, dass sie hinreichende Bedingungen für das Auftreten eines generösen Wohlfahrtsstaats darstellen ($W=0$). Die Zeilen 8-16 beschreiben jene logisch möglichen Kombinationen von Bedingungen, für die es keine ausreichende empirische Evidenz gibt ($W=?$). Jede folgende Analyse der Wahrheitstafel muss Entscheidungen treffen, wie mit diesen logischen Rudimenten umgegangen werden soll. Die Repräsentation der fuzzy Daten in einer Wahrheitstafel führt zu dem in Tabelle 5 wiedergegebenen Bild.

Bei der Suche nach hinreichenden Bedingungen werden zunächst die Kombinationen von Bedingungen betrachtet und diese dann logisch minimiert. Eine logische Minimierung der drei primitiven Ausdrücke für W (Zeilen 1-3) ohne Zuhilfenahme vereinfachender Annahmen über logische Rudimente (Zeilen 8-16) führt zu folgendem Ergebnis:

$$\begin{array}{lcl}
 \text{PUCS} + \text{pUCS} + \text{PUCs} & \rightarrow & W \\
 \text{PUC} + \text{UCS} & \rightarrow & W \\
 = \text{UC} (\text{P}+\text{S}) & \rightarrow & W
 \end{array}$$

Zwei Pfade führen also zu W . Generöse Wohlfahrtsstaaten treten auf in Ländern mit starken Gewerkschaften (U) und einem starken korporativen industriellen System (C) in Verbindung mit entweder starken Linksparteien (P) und/oder sozio-ökonomischer Homogenität (S). Dies ist ein für QCA typisches äquifinales Ergebnis: ein Phänomen kann das Resultat verschiedener Kombinationen von Bedingungen sein. Die Gesamtlösung ist zu 100% konsistent und deckt 59% der unscharfen Mitgliedswerte der Länder im Outcome ab (siehe Onlineanhänge V und VI). Der Pfad PUC deckt rund 49% der unscharfen Mitgliedswerte in W ab, während UCS fast 53% abdeckt. Rechnet man jenen Anteil an Abdeckung heraus, der durch den jeweils anderen Pfad mit abgedeckt wird, so ergibt sich

eine Einzelabdeckung für PUC von rund $59 - 53 = 6\%$. Die partitionierte Abdeckung für UCS hingegen beträgt $59 - 49 = 10\%$.

Tabelle 5: Wahrheitstafel ‚generöser Wohlfahrtsstaat‘ (W) und 4 Bedingungen

Zeile	Bedingungen				Outcome	Fallzahl*	Konsistenz
	P	U	C	S	W		
1	1	1	1	1	1	5	1
2	0	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	0	1	1	1
4	0	0	0	0	0	4	0.68
5	0	0	1	0	0	3	0.97
6	0	0	0	1	0	1	0.96
7	0	1	0	0	0	1	0.96
8	0	0	1	1	?	0	1
9	0	1	0	1	?	0	1
10	0	1	1	0	?	0	1
11	1	0	0	0	?	0	1
12	1	0	0	1	?	0	1
13	1	0	1	0	?	0	1
14	1	0	1	1	?	0	1
15	1	1	0	0	?	0	1
16	1	1	0	1	?	0	1

* Länder und ihre unscharfen Mitgliedswerte in den Zeilen der Wahrheitstafel $> 0,5$:

Die 18 Fälle verteilen sich wie folgt auf die 16 Wahrheitstafelzeilen. In Klammern sind die Mitgliedswerte im Outcome W aufgeführt, wie sie auch in Tabelle 4 zu sehen sind.

Zeile 1: PUCs: Österreich (0,64), Dänemark (0,81), Finnland (0,56), Norwegen (0,53), Schweden (0,7)

Zeile 2: pUCs: Irland (0,63)

Zeile 3: PUCs: Belgien (0,54)

Zeile 4: pucs: Australien (0,6), Kanada (0,9), Frankreich (0,67), USA (0,95)

Zeile 5: puCs: Deutschland (0,57), Niederlande (0,67), Schweiz (0,66)

Zeile 6: pucS: Japan (0,67)

Zeile 7: pUcs: Neuseeland (0,54)

Italien und Großbritannien sind keiner der 16 Zeilen eindeutig zugeordnet worden, da beide Länder in jeweils einer Bedingung einen Mitgliedswert von 0,5 aufweisen.

Werden mit Hilfe des Computers vereinfachende Annahmen über alle logischen Rudimente gemacht, vereinfacht sich der Lösungsterm drastisch und lautet dann:

$$UC \rightarrow W$$

Auf der Basis dieses Ergebnisses können die Merkmale starke Gewerkschaften (U) und starke korporatistische Strukturen (C) in ihrer Kombination als hinreichende Bedingungen interpretiert werden. Diese Lösung zeigt einen Konsistenzkoeffizienten von 0,97 und einen Abdeckungskoeffizienten von 0,61.

Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, dass die Kombination UC nicht als notwendig interpretiert werden sollte. Es ist zwar die einzige Merkmalskombination, die zum Outcome W führt, sie liegt also stets vor, wenn auch das Outcome vorliegt. Der Konsistenzwert der Bedingung UC als notwendige Bedingung beträgt aber lediglich 0,62 und auch die Konsistenzwerte von U und C alleine liegen weit unter dem Maximalwert 1. Außerdem

basiert dieses Ergebnis auf vereinfachenden Annahmen über die Outcomewerte der logischen Rudimente in den Zeilen 8-16, die auf der Basis eines Computeralgorithmus' simuliert wurden. So wurde im vorliegenden Beispiel die vereinfachende Annahme gemacht, dass das logische Rudiment pUCs (Zeile 10) zu einem Wohlfahrtsstaat führen würde, sollte es empirisch auftreten. Für alle anderen logischen Rudimente wurde der Outcomewert 0 simuliert (siehe Onlineanhang VIII). Computersimulierte Annahmen folgen aber einer rein mathematischen Logik. Sie halten daher nicht notwendigerweise einer theoretischen Prüfung stand und sollten nur unter Vorbehalten eingesetzt und niemals als einzige Lösung präsentiert werden (vergleiche Onlineanhang II). Alle genannten Gründe führen zu der oben gemachten Warnung, UC nicht als notwendige Bedingung zu interpretieren.

Ein sinnvoller weiterer Schritt in der Analyse bestünde nun darin, stärker theoriegeleitete vereinfachende Annahmen (Gedankenexperimente) für lediglich jene logischen Rudimente zu machen, für die eindeutige Erwartungen über den Outcomewert von W (0 oder 1) bestehen – sogenannte ‚einfache kontrafaktische Argumente‘ (Ragin/Sonnett 2004). Des weiteren erhellt auch eine Analyse der Faktoren für das *Nicht*auftreten eines generösen Wohlfahrtsstaats den Gegenstand (siehe Onlineanhang IX).

**CARSTEN SCHNEIDER: QUALITATIVE COMPARATIVE ANALYSIS UND FUZZY SETS. IN
JOACHIM BEHNKE/THOMAS GSCHWEND/DELIA SCHINDLER/KAI-UWE SCHNAPP
(HRSG.): METHODEN DER POLITIKWISSENSCHAFT. NEUERE QUALITATIVE UND
QUANTITATIVE ANALYSEVERFAHREN. BADEN-BADEN: NOMOS. S. 273-285.**

ONLINEANHANG VIII

(Version 1, 19.9.2006)

ANALYSE DER VEREINFACHENDEN ANNAHMEN

In empirisch vergleichenden sozialwissenschaftlichen Analysen ist das Phänomen begrenzter empirischer Vielfalt nahezu stets präsent. Annahmen über logische Rudimente sind daher unumgänglich. Je mehr diese Annahmen ans Licht gebracht werden, desto besser ist es, denn diese Annahmen beeinflussen das Analyseergebnis oftmals entscheidend.

Um zu rekonstruieren, welche Annahmen über die Outcomewerte in den neun logischen Rudimenten im Beispiel der Wohlfahrtsstaatsanalyse gemacht werden, damit man das sparsamste Ergebnis $UC \rightarrow W$ erhält (siehe Haupttext ‚Anwendungsbeispiel‘), muss zunächst das Ausmaß an begrenzter empirischer Vielfalt in Form einer Gleichung dargestellt und diese dann logisch minimiert werden (siehe Ragin 1987: 104-118). Die Analyse der logischen Rudimente ergibt, dass folgende Arten von ‚Fällen‘ *nicht* im Datensatz enthalten sind:

$$\text{Begrenzte empirische Vielfalt} = Pc + Pu + UcS + uCS + pUCs$$

Theoretisches Faktorisieren (siehe Ragin 1987: 100-101) dieser Gleichung erleichtert die inhaltliche Interpretation:

$$\text{Begrenzte empirische Vielfalt} = P(c + u) + S(Uc + uC) + pUCs$$

Innerhalb der Länder, die untersucht werden (fortgeschrittene industrialisierte Demokratien), findet sich kein Fall:

- der starke Linksparteien mit entweder schwachem Korporatismus oder schwachen Gewerkschaften vereinigt ($P(c + u)$),
- der sozio-ökonomische Homogenität mit entweder starken Gewerkschaften und schwachem Korporatismus oder umgekehrt schwache Gewerkschaften mit starkem Korporatismus kombiniert ($S(Uc + uC)$),

- der schwache Linksparteien und fehlende sozio-ökonomische Homogenität mit starken Gewerkschaften und starken korporatistischen Strukturen vereinigt (pUCs).

Für all diese Kombinationen scheint es plausibel anzunehmen, dass sie empirisch nicht auftreten, denn sie kombinieren Eigenschaften, die historisch so nicht gewachsen sind. Die Präsenz logischer Rudimente ist daher, wie in den meisten empirischen Vergleichsanalysen, nicht das Resultat einer schlechten Fallauswahl, sondern zeugt davon, dass die uns umgebende soziale Welt aus historisch entstandenen Eigenschaftsclustern besteht, nicht aus Merkmalsträger (Untersuchungsfällen) mit per Zufallsauswahl ermittelten Eigenschaftskombinationen.

Um zu erfahren, über welche logischen Rudimente vereinfachende Annahmen in der Weise gemacht wurden, dass die Wahrheitstafel auf das Ergebnis $UC \rightarrow W$ minimiert werden konnte, muss lediglich überprüft werden, mit welchem logischen Rudiment der Lösungsterm UC überlappt. Dies ist der Fall für das logische Rudiment pUCs (Zeile 10 in der Wahrheitstafel in Tabelle 5). Das bedeutet, dass für diese Zeile der Outcomewert $W=1$ und für alle weiteren logischen Rudimente der Outcomewert $W=0$ simuliert wurde und danach die Wahrheitstafel mit dem oben beschriebenen Quine-McClusky-Algorithmus zu dem Ergebnis $UC \rightarrow W$ minimiert werden konnte. Diese vereinfachende Annahme argumentativ unter Bezug auf theoretische Konzepte zu rechtfertigen, bleibt Aufgabe der Forscherin.

**CARSTEN SCHNEIDER: QUALITATIVE COMPARATIVE ANALYSIS UND FUZZY SETS. IN
JOACHIM BEHNKE/THOMAS GSCHWEND/DELIA SCHINDLER/KAI-UWE SCHNAPP
(HRSG.): METHODEN DER POLITIKWISSENSCHAFT. NEUERE QUALITATIVE UND
QUANTITATIVE ANALYSEVERFAHREN. BADEN-BADEN: NOMOS. S. 273-285.**

ONLINEANHANG IX

(Version 1, 19.9.2006)

ANALYSE DES NEGATIVEN OUTCOMES ‚NICHTGENERÖSER WOHLFAHRTSSTAAT‘

Wie bereits erwähnt, sind die meisten sozialwissenschaftlichen Theorien und sozialen Prozesse nicht symmetrisch (siehe Lieberson 1985). Das heißt, dass die Erklärung für die Nichtentstehung von Wohlfahrtsstaaten nicht direkt von dem Lösungsterm für dessen Entstehung abgeleitet werden kann. Daher wird in der folgenden Analyse die Mitgliedschaft aller Fälle in der Menge ‚kein Wohlfahrtsstaat‘ als Outcome spezifiziert. Wie bei der Analyse des positiven Outcomes werden zunächst notwendige und dann hinreichende Bedingungen untersucht.

Analyse notwendiger Bedingungen

Für jede der vier Bedingungen P, U, C und S sowie für deren Komplemente wird nun einzeln untersucht, ob sie eine konsistente Übermenge des Outcomes ‚nichtgeneröser Wohlfahrtsstaat‘ (w) sind. Dies ist dann der Fall, wenn für alle 18 Fälle gilt, dass die Werte in der entsprechenden Bedingung größer oder gleich den Werten im Outcome w sind. Die Tests auf Notwendigkeit werden auf der Basis der in Tabelle 4 dargestellten Daten vorgenommen und ergeben folgendes Ergebnis:

Bedingung	Konsistenz	Relevanz
P	0,48	-
p	1	0,64
U	0,52	-
u	0,95	-
C	0,61	-
c	0,93	-
S	0,55	-
s	0,91	-

Das Vorliegen der Bedingung p (‚keine starke Linkspartei‘) erweist sich empirisch als zu 10% konsistent mit der Aussage, eine notwendige Bedingung für das Fehlen eines

generösen Wohlfahrtsstaats (w) zu sein. Wie der Wert für die Relevanz dieser Bedingung zeigt (0,64), handelt es sich zudem zumindest empirisch keineswegs um eine triviale notwendige Bedingung. Sofern auch gute theoretische Argumente dafür sprechen, kann p als notwendig für w interpretiert werden. Das Ergebnis der Analyse notwendiger Bedingungen lautet somit:

$$p \leftarrow w.$$

Analyse hinreichender Bedingungen

Analog zur Analyse des positiven Outcomes muss nun mit Hilfe des Fuzzy-Wahrheitstafel-Algorithmus eine neue Wahrheitstafel erstellt werden, die Auskunft darüber gibt, unter welchen Merkmalskombinationen w auftritt. Das dient der Analyse der hinreichenden Bedingungen, denn jede Wahrheitstafelzeile kann als eine Aussage über das (Nicht-)Vorliegen einer hinreichenden Bedingung verstanden werden.

Keine der 16 logisch möglichen Merkmalskombinationen ist zu 100% eine Teilmenge des Outcomes (w). Daher wird mit 0,9 ein niedrigerer Konsistenzwert festgelegt. Daraus ergibt sich folgende Wahrheitstafel:

Tabelle 6: Wahrheitstafel ‚generöser Wohlfahrtsstaat‘ (W) und 4 Bedingungen

Zeile	Bedingungen				Outcome	Fallzahl	Konsistenz
	P	U	C	S	NICHT-W		
1	0	1	0	0	1	1	0.96
2	0	0	0	1	1	1	0.91
3	0	0	0	0	1	4	0.91
4	0	1	1	1	0	1	0.81
5	0	0	1	0	0	3	0.79
6	1	1	1	0	0	1	0.78
7	1	1	1	1	0	5	0.46
8	1	1	0	0	?	0	0.99
9	0	1	0	1	?	0	0.99
10	1	0	0	0	?	0	0.95
11	0	0	1	1	?	0	0.94
12	1	0	0	1	?	0	0.93
13	1	1	0	1	?	0	0.92
14	1	0	1	0	?	0	0.9
15	0	1	1	0	?	0	0.89
16	1	0	1	1	?	0	0.8

P = starke Linksparteien

U = starke Gewerkschaften

C = korporatives industrielles System

S = sozio-kulturelle Homogenität

W = generöser Wohlfahrtsstaat

Die Analyse hinreichender Bedingungen für ‚nicht generöser Wohlfahrtsstaat‘ (w) ohne Zuhilfenahme vereinfachender Annahmen über logische Rudimente ergibt folgende Lösung mit einem Abdeckungsgrad von nahezu 93% und einer Konsistenz von 86%:

$$\begin{array}{lcl}
pUcs + pucS + pucs & \rightarrow & w \\
pcs + puc & \rightarrow & w \\
= p (cs + uc) & \rightarrow & w
\end{array}$$

Das Fehlen eines generösen Wohlfahrtsstaates scheint verbunden zu sein mit dem Fehlen einer starken Linkspartei (p) in Kombination mit entweder einem fehlenden korporatistischen System und fehlender sozio-kultureller Homogenität und/oder fehlenden starken Gewerkschaften im Zusammenhang mit einem fehlenden korporativen industriellen System. Werden vereinfachende Annahmen über die logischen Rudimente in den Zeilen 8-16 zugelassen, so vereinfacht sich das Ergebnis zu:

$$c \rightarrow w.$$

Das Fehlen eines korporatistischen industriellen Systems ist hier allein hinreichend für das Fehlen eines generösen Wohlfahrtsstaates. Diese Lösung deckt fast 93% der Outcomewerte ab und ist zu fast 80% konsistent.

Es ist jedoch wichtig, darauf aufmerksam zu machen, dass zum Erreichen des Lösungsterms $c \rightarrow w$ die vereinfachende Annahme gemacht werden muss, dass in den logischen Rudimenten in den Zeilen 8, 9, 10, 12 und 13 ein nichtgeneröser Wohlfahrtsstaat (w) produziert würde, wenn diese Arten von Fällen empirisch vorlägen. Wir wollen an dieser Stelle nicht auf die Frage eingehen, ob all diese vereinfachenden Annahmen einer substantiellen Überprüfung standhalten und als plausible Annahmen gelten können. Zweifel sind vor allem deshalb angebracht, weil der Computeralgorithmus zwar für fünf der acht logischen Rudimente den Outcomewert $w = 1$ simuliert hat, nicht jedoch für zwei dieser logischen Rudimente, welche die von uns als notwendig identifizierte Bedingung p enthalten (Zeilen 11 und 15). Dies erscheint unplausibel und führt somit auch zu dem Umstand, dass das sparsamste Ergebnis für hinreichende Bedingungen ($c \rightarrow w$) die zuvor als notwendig identifizierte Bedingung p nicht enthält. Deshalb sollte ein Lösungsterm gesucht werden, der in seiner Komplexität zwischen der sparsamsten und der komplexesten Lösung liegt (Ragin/Sonnett 2004).

**CARSTEN SCHNEIDER: QUALITATIVE COMPARATIVE ANALYSIS UND FUZZY SETS. IN
JOACHIM BEHNKE/THOMAS GSCHWEND/DELIA SCHINDLER/KAI-UWE SCHNAPP
(HRSG.): METHODEN DER POLITIKWISSENSCHAFT. NEUERE QUALITATIVE UND
QUANTITATIVE ANALYSEVERFAHREN. BADEN-BADEN: NOMOS. S. 273-285.**

ONLINEANHANG X

(Version 1, 19.9.2006)

LITERATUR ZUM ONLINEANHANG

- Goertz, Gary (2003): Assessing the Importance of Necessary or Sufficient Conditions in Fuzzy Set Social Science. Compass Working Paper, WP 2003-3.
- Goertz, Gary (2006): Assessing the Trivialness, Relevance, and Relative Importance of Necessary and Sufficient Conditions in Social Science. In: Studies in Comparative International Development 41 (forthcoming).
- Lazarsfeld, Paul (1937): Some Remarks on Typological Procedures in Social Research . In: Zeitschrift Für Sozialforschung 6: 119-139.
- Lieberson, Stanley (1985): Making It Count: the Improvement of Social Research and Theory. Berkeley: University of California Press.
- Ragin, Charles C. (1987): The Comparative Method. Moving Beyond Qualitative and Quantitative Strategies. Berkeley/Los Angeles/London: University of California Press.
- Ragin, Charles C. (2000): Fuzzy-Set Social Science. Chicago: University of Chicago Press.
- Ragin, Charles C. (2005): From Fuzzy Sets to Crisp Truth Tables. Compass Working Paper, WP 2004-28.
- Ragin, Charles C. (2006a): The Limitations of Net-Effect Thinking. In: Rihoux, B./ Grimm, Heike (2006a): Innovative Comparative Methods for Policy Analysis. Beyond the Quantitative-Qualitative Divide. New York: Springer:13-41.
- Ragin, Charles C. (2006b): Set Relations in Social Research: Evaluating Their Consistency and Coverage . In: Political Analysis 14 (3): 291-310.
- Ragin, Charles C./ Sonnett, John (2004): Between Complexity and Parsimony: Limited Diversity, Counterfactual Cases, and Comparative Analysis. In: Kropp, S./ Minkenberg, Michael (2004): Vergleichen in Der Politikwissenschaft. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Rokkan, Stein (1999): State Formation, Nation-Building and Mass Politics in Europe. the Theory of Stein Rokkan. Oxford: Oxford University Press.
- Schneider, Carsten Q./ Wagemann, Claudius (2006): Reducing Complexity in Qualitative Comparative Analysis (QCA): Remote and Proximate Factors and the Consolidation of Democracy. In: European Journal of Political Research.
- Schneider, Carsten Q. und Claudius Wagemann (2007): QCA Und Fs/QCA. Ein Lehrbuch für Anwender und alle, die es werden wollen. Verlag Barbara Budrich.
- Verkuilen, Jay (2005): Assigning Membership in a Fuzzy Set Analysis. In: Sociological Methods & Research 33 (4): 462-469.