

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird versucht, mit Hilfe spieltheoretischer Methoden den Konflikt zwischen der Internationalen Gemeinschaft und dem Iran zu analysieren, der durch die kerntechnischen Ambitionen des Iran verursacht wird. Zu diesem Zweck werden zuerst an Hand zweier einfacher Beispiele die wesentlichen Elemente von nicht-kooperativen Zwei-Personen-Spielen beschrieben, insbesondere die Strategiemengen, die Informationsstruktur und die Auszahlungen an die beiden Spieler.

Für den Iran als dem einen „Spieler“ werden fünf mögliche Strategien angegeben, die sich aus seinen Möglichkeiten hinsichtlich seiner Zugehörigkeit zum Nicht-Verbreitungsvertrag, der Einhaltung der entsprechenden Vorschriften und der Uran-Anreicherung ergeben. Für die Internationale Gemeinschaft als den anderen Spieler werden vier Strategien angegeben, nämlich die Anwendung militärischer Gewalt, das Sich-Abfinden mit dem Kernwaffen-Status des Iran, eine robuste Diplomatie unter Einschluß von Sanktionen, sowie eines „Grand Bargain“, der eine Befriedung des ganzen Mittleren Osten einschließt. Alle Vor- und Nachteile dieser Strategien werden ausführlich diskutiert.

Die Auszahlungen an die beiden Spieler werden in vektorieller Form angegeben, da es der Problemstellung nicht angemessen erscheint, die sehr verschiedenen Ziele der beiden Antagonisten zu einer einzigen skalaren Zielfunktion zusammenzufassen.

Bei der Analyse dieses *nicht-kooperativen Zwei-Personen Spieles mit vektorwertigen Auszahlungen in Normalform* stellt sich heraus, dass mit Hilfe von Dominanzbetrachtungen zwei bzw. drei Strategien der Internationalen Gemeinschaft bzw. des Iran außer Acht gelassen werden können, so dass ein Spiel übrigbleibt, bei dem beide Spieler nur zwei reine Strategien besitzen. Dieses Spiel hat zwei Gleichgewichte, von denen das eine gegenüber dem anderen auszahlungsdominant ist. Die Bedeutung dieser Ergebnisse für die Praxis wird – mit allen Vorbehalten gegenüber der so einfachen Modellierung dieses so komplizierten internationalen Problems – ausführlich diskutiert.

Inhalt

1. Einleitung
 2. Was leistet die Spieltheorie?
 3. Der Konflikt der Internationalen Staatengemeinschaft mit dem Iran
 - 3.1 Strategien des Iran
 - 3.2 Motive des Iran
 - 3.3 Strategien der Internationalen Staatengemeinschaft
 - 3.4 Motive der Internationalen Staatengemeinschaft
 4. Spieltheoretische Interpretation
 5. Schlußbemerkungen
- Anhang

Zum Erwerb von Kernwaffen: Spieltheoretische Überlegungen am Beispiel Iran

Rudolf Avenhaus und Reiner K. Huber

Institut für Angewandte Systemwissenschaften und Wirtschaftsinformatik
Fakultät für Informatik
Universität der Bundeswehr München

1. Einleitung

Unbeschadet der Beteuerung, dass sein kerntechnisches Programm rein friedlichen Zwecken dient, drängt sich aufgrund einer Reihe von Indizien der Schluss auf, dass der Iran dabei ist, die Voraussetzungen für eine Kernwaffen-Option zu schaffen. Hierzu gehören die Geheimhaltung des Programms über nahezu 20 Jahre¹, die Verschleierung der Aktivitäten zur Urananreicherung und die Absicht, einen Schwerwasserreaktor zu errichten, der sich besser für die Produktion von waffenfähigem Plutonium eignet als die Aufbereitung von abgebrannten Brennstäben von Leichtwasserreaktoren, sowie das Programm zum Ausbau von Trägerraketen. Die hinhaltende Taktik bei den Verhandlungen mit der Europäischen Union lässt vermuten, dass es der iranischen Seite auf Zeitgewinn ankommt, um in Übereinstimmung mit den Bestimmungen des Nicht-Verbreitungs-Vertrages (NV-Vertrag) eine hinreichende Menge schwach angereicherten Urans zu gewinnen, die es ihr ermöglichen würde, schon kurz nach der Kündigung des NV-Vertrages Kernwaffen zu produzieren.²

Es besteht die Gefahr, dass der Iran mit seinem kerntechnischen Programm einen regionalen nuklearen Rüstungswettlauf auslöst und damit der Weiterverbreitung von Kernwaffen

¹ Erst Enthüllungen von Exil-Iranern im Jahre 2002 setzten dem ein Ende. Die Internationale Atomenergie Organisation (IAEO) stellte später fest, dass der Iran gegen den NV-Vertrag verstoßen hat, der die Vertragsstaaten verpflichtet, die IAEO über alle kerntechnischen Aktivitäten zu unterrichten (IRAN WATCH-IAEA report: *Implementation of the NPT Safeguards Agreement in the Islamic Republic of Iran, Report by the Director General*. GOV/2004/83, 15 November 2004).

² Den Zeitbedarf hierfür veranschlagt Richard Garwin auf drei Monate. (Siehe das im Internet veröffentlichte Gespräch der Mitherausgeberin des Newsletters der American Physical Society „*APS News*“, Jennifer Quellette, mit den Physikern Sidney Dress und Richard Garwin, die beide mehr als vierzig Jahre maßgeblich an der Entwicklung von Kernwaffen in den USA beteiligt waren.)

Vorschub leistet. Dies würde vermutlich den Zusammenbruch des nuklearen Rüstungskontrollregimes bedeuten mit unabsehbaren Konsequenzen für die gesamte Menschheit. Für die internationale Gemeinschaft stellt sich somit die Frage nach einer Strategie, um angesichts der möglichen Motive des Iran die Wahrscheinlichkeit einer derartigen Entwicklung zu minimieren.

Auf die Frage nach den grundsätzlichen Motiven von Staaten, nach Kernwaffen zu streben, soll hier nicht eingegangen werden, da sie im Zuge dieser Expertentagung noch ausführlich diskutiert werden wird. Jedoch sollen einige Bemerkungen zum NV-Vertrag vorausgeschickt werden, da dieser bei unseren Überlegungen eine wichtige Rolle spielt.

Mit dem im Jahr 1968 verabschiedeten NV-Vertrag sollte dem Erwerb von Kernwaffen entgegnet werden, d.h. außer den damals existierenden fünf Kernwaffenstaaten sollte es keinem anderen Staat erlaubt sein, Kernwaffen zu erwerben. Sicherlich hat der NV-Vertrag über viele Jahre hinweg der internationalen Gemeinschaft in diesem Sinne gute Dienste geleistet, aber er war auch von Anfang an mit Schwächen behaftet, die in den letzten Jahren offen zu Tage getreten sind:

- Nicht alle Staaten sind dem NV-Vertrag beigetreten, gerade so wichtige Staaten, wie Indien, Pakistan und Israel.
- Die Einteilung der Staatengemeinschaft in Kernwaffen- und Nicht-Kernwaffen-Staaten ist für viele Länder, insbesondere der dritten Welt, zu einem Statusproblem geworden nicht zuletzt deswegen, weil die Kernwaffen-Staaten ihren vertraglichen Verpflichtungen, die Kernwaffenarsenale abzubauen, bisher nicht nachgekommen sind.
- Der NV-Vertrag verbietet nicht den Erwerb von Technologien zur friedlichen Nutzung der Kernenergie, d.h. solcher Technologien wie Anreicherung und Wiederaufarbeitung, die für die Herstellung von Kernwaffen benötigt werden.
- Die von der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) in Wien durchgeführten, zum NV-Vertrag gehörigen Kontrollen können nicht mit letzter Sicherheit wie auch immer geartete Verstöße gegen den Vertrag entdecken.

Im Sommer letzten Jahres gab Reinhard Selten, der bisher einzige deutsche Nobelpreisträger für Wirtschaftswissenschaften, ein Interview³, in dem er gefragt wurde, ob er den Nahost-Konflikt aus spieltheoretischer Sicht kommentieren könne. Dies hat den Gedanken nahegelegt, auch den gegenwärtigen Konflikt zwischen dem Iran und der Internationalen

³ Capital 17, 20-21, 2006

Gemeinschaft auf diese Weise zu analysieren. Dabei ist, wie auch Reinhard Selten in seinem Interview ausführte, zu bedenken, dass die Spieltheorie zwar Einsichten in die grundsätzliche Natur von Konflikten und das Verhalten der beteiligten Parteien liefern kann, aber kaum operationale Lösungen, die unmittelbar politisch umzusetzen wären. Dies scheitert daran, dass idealtypischen spieltheoretischen Modelle der Komplexität realer Konflikte im allgemeinen nicht Rechnung tragen können – und im Sinne grundsätzlicher Einsichten auch nicht sollen.

Um dies näher zu erläutern, sollen zunächst einige allgemeine spieltheoretische Überlegungen angestellt werden. Anschließend soll versucht werden, die generische Struktur des Atomstreits zwischen dem Iran und der internationalen Gemeinschaft zu verdeutlichen und zu zeigen, welche Einsichten aus dem beobachtbaren Verhalten des Iran zu gewinnen sind. Darauf aufbauend werden sodann die wichtigsten, dem Atomstreit vermutlich zugrunde liegende Motive des Iran und Handlungsmöglichkeiten der internationalen Gemeinschaft zur Auflösung des Streits untersucht als Grundlage für die Untersuchung des Konflikts anhand eines einfachen spieltheoretischen Modells.

2. Was leistet die Spieltheorie?

Seit dem Erscheinen des epochalen Werkes *Game Theory and Economic Behavior* von John von Neumann und Oscar Morgenstern im Jahre 1944 ist die Spieltheorie eine anerkannte Disziplin der Mathematik. Über ihren Wert für praktische Anwendungen in der Politik und Wirtschaft wird aber nach wie vor heftig diskutiert⁴ Lassen Sie uns an einem einfachen Beispiel erläutern, was die Spieltheorie für das Verständnis von auf den ersten Blick unverständlicher Verhaltensweisen von Parteien in Konflikten leisten kann.

Zwei Staaten überlegen, ob sie in ein Wettrüsten eintreten sollen oder nicht. Der Einfachheit halber nehmen wir eine symmetrische Situation an. Die mit dem Wettrüsten verbundenen Kosten seien für beide Staaten $a > 0$; rüstet nur einer der beiden Staaten auf, so hat er den militärischen Vorteil $b > 0$, wobei $b > a$ sei, das heißt der Wert des militärischen Vorteils überwiegt die Rüstungskosten. Rüsten dagegen beide Staaten auf, so entstehen beiden Staaten die Rüstungskosten, aber keiner der beiden Staaten hat einen militärischen Vorteil. Die Normalform dieses einfachen spieltheoretischen Modells ist in Abbildung 1 dargestellt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Kosten a bzw. Vorteile b an geeigneten Nutzenfunktionen zu bemessen sind, damit sie gegeneinander verrechnet werden können.

⁴ Dies zeigt eine umfangreich dokumentierte Kontroverse aus dem Jahr 1999 zwischen amerikanischen Politik- und Sozialwissenschaftlern (*International Security* 33, 1999)

		→	
		Nicht rüsten	Rüsten
I	Nicht rüsten	0	-a+b
	Rüsten	-b	-a
II		Nicht rüsten	-a+b
		Rüsten	-a
		→	

Abbildung 1: Normalform eines einfachen spieltheoretischen Modells für das Wettrüsten zweier Staaten

Als Lösung dieses Spieles definieren wir das sogenannte Nash-Gleichgewicht⁵, das dadurch gegeben ist, dass einseitiges Abweichen von diesem Gleichgewicht dem Abweichler keinen Vorteil bringt. Mit Hilfe der Methode der Präferenzrichtungen erkennen wir sofort in Abbildung 1, dass beiderseitiges Rüsten das Nash-Gleichgewicht darstellt, obwohl Nicht-Rüsten ja für beide Seiten vorteilhafter wäre.

Wir haben es hier mit einer Variante des bekannten Gefangenen-Dilemmas zu tun und erkennen, dass die Spieltheorie eine Erklärung für dieses scheinbar widersprüchliche Verhalten liefert.

Ein weiteres, ganz anders geartetes Beispiel führt uns näher an das diese Expertentagung bestimmende Thema heran.

Wir betrachten einen Staat, der überlegt, ob er einen Abrüstungsvertrag, den er vor vielen Jahren geschlossen und auch eingehalten hat, aufkündigen soll oder nicht. Der Staat weiß, dass eine andere Gruppe von Staaten bzw. die internationale Gemeinschaft eine solche Aufkündigung nicht ohne weiteres hinnehmen wird und die Möglichkeit erwägt, dagegen mit militärischer Gewalt einzuschreiten. Allerdings ist sich der erstgenannte Staat nicht sicher darüber, wie ernst eine solche Möglichkeit zu nehmen ist. Wir interpretieren dies so, dass er nicht weiß, ob die Gruppe von Staaten nachgiebig oder unnachgiebig ist.

⁵ J.F. Nash: Non-cooperative games. *Annals of Mathematics* 54, pp. 286-295

In Abbildung 2 ist diese Konfliktsituation als ein Spiel in extensiver Form dargestellt. Es wird angenommen, dass der einzelne Staat mit der Wahrscheinlichkeit p bzw. $(1-p)$ annimmt, dass die Gruppe von Staaten unnachgiebig bzw. nachgiebig ist.⁶ Mit dieser Information hat sich der einzelne Staat zu entscheiden, ob er nachgibt, d.h. den Vertrag nicht aufkündigt, oder ob er nicht nachgibt, d.h. den Vertrag aufkündigt. In letzterem Falle hat die Gruppe von Staaten zu entscheiden, ob sie den Austritt akzeptiert, oder ob sie die bewaffnete Auseinandersetzung sucht.

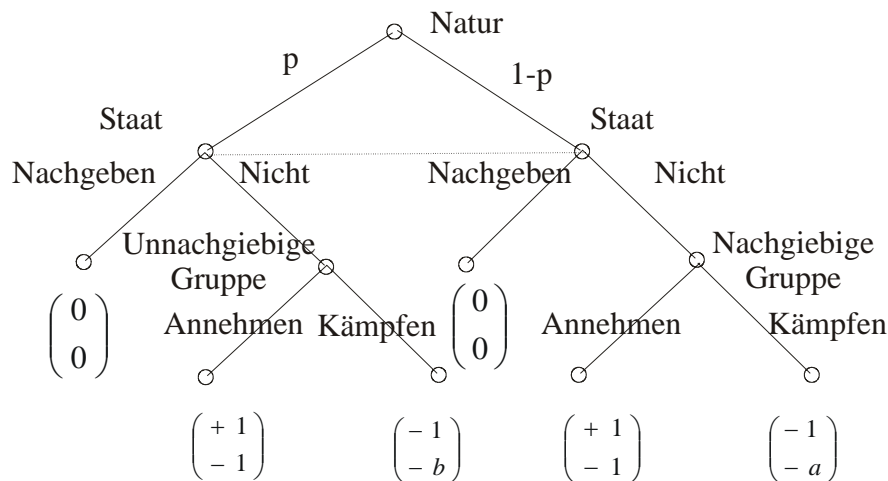


Abbildung 2: Extensive Form eines spieltheoretischen Modells einer Konfliktsituation mit unvollkommener Information

Nach Harsanyi⁷ wird diese Konfliktsituation zwischen dem einzelnen Staat und der Gruppe von Staaten als ein Drei-Personen-Spiel modelliert, dessen Spieler der einzelne Staat, die unnachgiebige und die nachgiebige Gruppe von Staaten sind. An den unteren Endpunkten sind auf der linken Seite die Auszahlungen an den einzelnen Staat und die unnachgiebige Gruppe von Staaten, auf der rechten Seite die Auszahlungen an den einzelnen Staat und die nachgiebige Gruppe von Staaten angegeben. Die Auszahlung Null stellt den Status Quo dar. Weiter nehmen wir $0 < b < 1 < a$ an; wobei a und b die Auszahlungen an die nachgiebige (a) bzw. unnachgiebige (b) Staatengruppe bei Gewaltanwendung ist. Dies bedeutet, dass für die unnachgiebige Gruppe von Staaten die Auszahlung bei Hinnehmen des Austrittes schlechter ist als die bei Gewaltanwendung, während es für die nachgiebige Gruppe genau umgekehrt ist.

⁶ Entsprechend spieltheoretischer Terminologie sagen wir, dass die Natur mit Wahrscheinlichkeiten p bzw. $(1-p)$ entscheidet, ob die Gruppe von Staaten unnachgiebig oder nachgiebig ist.

⁷ J. Harsanyi, Games with Incomplete Information Played by Bayesian Players, Management Science 14, 159-182, 1967.

Betrachten wir nun zunächst die Situation, dass der einzelne Staat genau weiß, mit welcher Gruppe von Staaten er es zu tun hat, siehe Abbildung 3.

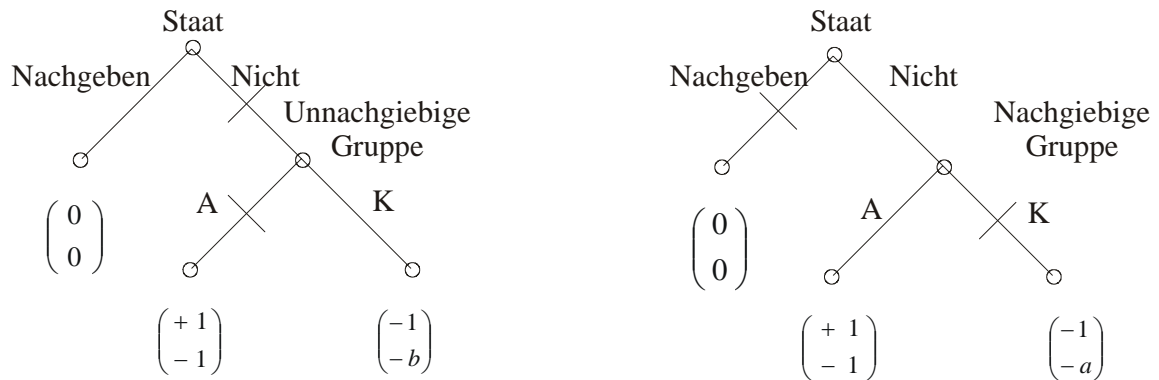


Abbildung 3: Teilspele. Das Auskreuzen beschreibt die Rückwärtsinduktion

Mit Hilfe einer einfachen Rückwärtsinduktion sehen wir, dass der einzelne Staat nachgeben wird, das heißt den Vertrag nicht aufkündigt, wenn er es mit der unnachgiebigen Gruppe von Staaten zu tun hat, aber nicht nachgeben wird, wenn er es mit der nachgiebigen Gruppe von Staaten zu tun hat, die dann ihrerseits die Aufkündigung hinnehmen wird. In keinem Falle, und dies ist hier wichtig, ist die bewaffnete Auseinandersetzung eine Gleichgewichtsstrategie im Sinne von J. Nash.

Betrachten wir nun den ursprünglichen Fall. Hier können wir auch zuerst mittels einer Rückwärtsinduktion das Spiel reduzieren, siehe Abbildung 4.

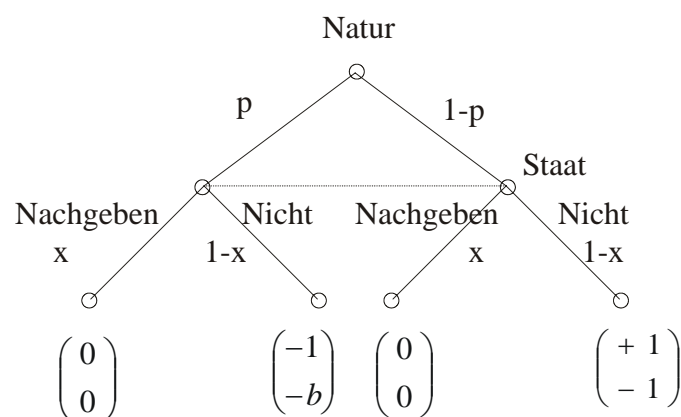


Abbildung 4: Reduziertes Spiel. x und $1-x$ sind die Wahrscheinlichkeiten des Staates für Nachgeben bzw. Nicht-nachgeben

Jetzt hat der einzelne Staat, der ja nicht weiß, mit welcher Gruppe von Staaten er es zu tun hat, mit Wahrscheinlichkeit x bzw. $1-x$ zu entscheiden, ob er den Vertrag aufkündigt oder nicht. Seine zu erwartende Auszahlung ist

$$p \cdot (x \cdot 0 + (1-x) \cdot (-1)) + (1-p) \cdot (x \cdot 0 + (1-x) \cdot 1) = (1-x) \cdot (1-2p).$$

Für $p < 0.5$ wird diese Auszahlung für $x = 0$ maximiert. Dies bedeutet, dass sich der einzelne Staat entscheidet, den Vertrag aufzukündigen, was umgekehrt dazu führt, dass die unnachgiebige Gruppe von Staaten die bewaffnete Auseinandersetzung sucht.⁸

Wir erkennen also die Rolle der Information bzw. der wechselseitigen Perzeptionen der Konfliktparteien. Allein der Mangel an Kenntnissen über die andere Seite kann zu einer bewaffneten Auseinandersetzung führen. Anschaulich lässt sich dies so verstehen, dass der einzelne Staat, annimmt, dass er es mit der nachgiebigen Gruppe zu tun hat und den Vertrag aufkündigt, während er es in Wirklichkeit mit der unnachgiebigen Gruppe zu tun hat, die dann entsprechend reagiert.

Nachdem an Hand von zwei einfachen Beispielen zu zeigen versucht wurde, zu welcher Art von Einsichten spieltheoretische Analysen führen können, sollen in kurzen Worten auch die Grenzen der Möglichkeiten solcher Analysen dargelegt werden.

Zum ersten ist es natürlich im allgemeinen die Komplexität realer Probleme, die der Analyse Grenzen setzt: In der Regel gibt es mehr als zwei beteiligte Parteien, und in der Regel lassen sich die Auszahlungen an die Parteien nicht als ein skalare Größe darstellen, vielmehr verfolgen die handelnden Parteien mehrere Ziele, deren Erfüllungsgrade dann durch eine vektorwertige Auszahlung dargestellt werden müssen.

Zum zweiten setzt eine spieltheoretische Analyse ja voraus, dass die Struktur des Spieles allen beteiligten Parteien bekannt ist, also zum Beispiel auch die Auszahlungsstruktur. Dies ist aber in der Regel kaum der Fall. Auch wenn eine Partei versucht, sich in die andere Partei hineinzusetzen, wird sie deren Strategien und Bewertungen nur ungenau erfassen können.

Ein dritter Aspekt sind dynamische Entwicklungen im Laufe eines Konfliktes, die in ihrer vielfältigen Gesamtheit kaum vorausgesehen werden können.

⁸ Dieser Fall beschreibt vereinfacht die Situation, vor der Saddam Hussein vor Beginn des 2. Golfkrieges im Jahre 1991 stand. Aufgrund des Verhaltens der USA in den Jahren zuvor und seiner Perzeptionen über die geringe Akzeptanz personeller Verluste in der westlichen, insbesondere der amerikanischen Gesellschaft hat er die Wahrscheinlichkeit, dass die internationale Gemeinschaft auf die Besetzung Kuweits mit einer militärischen Intervention reagieren würde, als gering ($p < 0.5$) eingeschätzt (Paul Davis and John Arquilla: *Deterring or coercing opponents in crisis: lessons learned from the war with Saddam Hussein* (RAND Report R-4111-JS, 1991).

Und schließlich setzen mathematisch-technische Schwierigkeiten Grenzen: Als Beispiel dafür sei nur das Schachspiel genannt, dessen Regeln ja beiden Spielern bestens bekannt sind, dessen Komplexität jedoch keine Bestimmung von Gleichgewichtsstrategien erlaubt.

Aus diesen Gründen beschränken wir uns im Folgenden darauf, den Konflikt zwischen Iran und der Internationalen Gemeinschaft in stark vereinfacht in spieltheoretischer Form zu strukturieren. Das heißt, wir beschränken uns darauf, die wesentlichen strategischen Ziele der Parteien zu untersuchen und ihre Strategien bzw. Handlungsmöglichkeiten zu formulieren als Grundlage für die Abschätzung der entsprechenden Konsequenzen bzw. Auszahlungen, mit denen beide Seiten beim Aufeinadertreffen der beiderseitigen Handlungsoptionen rechnen müssen. Auch wenn wir konkrete Ergebnisse angeben, sei hierzu Barry O’Neill zitiert, der in einem vielbeachteten Handbuch-Beitrag seine Antwort auf die Grenzen der Anwendbarkeit spieltheoretischer Analysen auf reale internationale Konflikte so formuliert hat: „...*The contribution of game models is to sort out concepts and find out what the game might be.*“⁹

3. Der Konflikt der Internationalen Staatengemeinschaft mit dem Iran

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wird der Konflikt zwischen der Internationalen Staatengemeinschaft mit dem Iran als ein nicht-kooperatives Zweipersonenspiel mit vektorwertigen Auszahlungen beschrieben, da die Motive bzw. Ziele beider Seiten mangels Kenntnis kardinal skalierten Prioritäten nicht angemessen durch skalare Auszahlungen erfasst werden können.

3.1 Strategien des Iran

Auch wenn, wie bereits in der Einleitung vermerkt, zur Zeit die meisten Beobachter der westlichen Welt wohl davon ausgehen, dass der Iran den Besitz oder zumindest die Option auf den Besitz von Kernwaffen anstrebt und alle denkbaren Strategien zwar nicht ausschließlich, aber auch oder vor allem diesem Ziele dienen, muss eine rationale Analyse bis zum Beweis des Gegenteils davon ausgehen, dass der Iran auch andere Ziele verfolgen könnte. Daher müssen auch Strategien berücksichtigt werden, die nicht den Erwerb von Kernwaffen zum Ziele haben. In diesem Sinne kann man vereinfacht von fünf Strategien des

⁹ B. O’Neill, Game Theory Models on Peace and War. In: Handbook of Game Theory, Vol. 2, von R. J. Aumann und S. Hart (Eds), North-Holland Publishers, Amsterdam, 995-1053, 1994

Iran ausgehen, die jeweils durch drei beobachtbare Situationsparameter in Form binärer Variabler beschrieben sind, siehe Abbildung 5:

- Aufkündigung des NV-Vertrages;
- Nichterfüllung der Verpflichtungen aus dem NV-Vertrag
- Fortführung der Urananreicherung;

Wir sind der Meinung, dass diese fünf Strategien die Vorstellungen des Iran hinsichtlich seiner derzeitig denkbaren Handlungsmöglichkeiten angemessen beschreiben, obwohl es natürlich im Detail noch viel mehr Varianten von Strategien gibt. Hinzugefügt werden sollte, dass auf dynamische Elemente verzichtet, das heißt keine wie auch immer geartete Langzeitplanung berücksichtigt wird, auch wenn dies an einigen Stellen indirekt geschieht.

Strategie	Aufkündigung NV-Vertrag	Nichterfüllung NV-Vertrag	Uran Anreicherung
1	nein	nein	nein
2	nein	nein	ja
3	nein	ja	nein
4	nein	ja	ja
5	ja		

Abbildung 5: Übersicht über die fünf denkbaren Strategien des Iran.

Verbleib im NV-Vertrag, Erfüllung der entsprechenden Verpflichtungen, Verzicht auf Anreicherung

Implizit bedeutet diese Strategie, wenn man einmal vom Plutonium-Pfad abzieht, den Verzicht auf die Kernwaffen-Option. Sicherlich würde eine solche Strategie mit Gegenforderungen verknüpft werden, und es hinge von der Art dieser Forderungen ab, ob sie dann für den Westen noch interessant wäre. Da es aber zur Zeit nicht danach aussieht, dass der Iran diese Strategie ernsthaft in Erwägung zieht, soll sie auch hier nicht weiter diskutiert werden.

Verbleib im NV-Vertrag, Erfüllung der entsprechenden Verpflichtungen, Anreicherung von Uran für den Betrieb von Leistungs-Reaktoren

Auch diese Strategie kann als Verzicht auf die Kernwaffen-Option interpretiert werden, allerdings werden hier schon Zweifel angemeldet: Besteht einmal die Kapazität zur Anreicherung von U-235 bis auf 3%, so ist der Schritt zur höheren Anreicherung nicht mehr weit. Interessant für den Westen wäre diese Strategie dann, wenn der Iran glaubwürdige Zusicherungen bezüglich der genauen Kontrollen der Anreicherungsanlagen durch die IAEA in Wien geben würde.

Verbleib im NV-Vertrag, Nicht-Erfüllung entsprechender Verpflichtungen, keine Anreicherung

Diese Strategie kann nur dahingehend gedeutet werden, dass der Iran die Kernwaffen-Option anstrebt. Die Nicht-Erfüllung von Verpflichtungen kann von der Behinderung von Inspektoren über die Abzweigung deklarierten spaltbaren Materials zum Zwecke der militärischen Nutzung bis hin zum Bau von nicht-deklarierten Anlagen reichen. Der Verzicht auf Anreicherung kann bedeuten, dass die Absichten verschleiert werden sollen, oder dass andere Wege zur Kernwaffen-Option beschritten werden, oder beides.

Verbleib im NV-Vertrag, Nicht-Erfüllung entsprechender Verpflichtungen, Anreicherung

Diese Strategie kann wie die vorhergehende Strategie auch nur dahingehend gedeutet werden, dass die Kernwaffen-Option angestrebt wird, das Bestehen auf der Anreicherung kann auf verschiedene Weisen gedeutet werden.

Austritt aus dem NV-Vertrag Während ein Verbleib im NV-Vertrag und die gleichzeitige Verletzung seiner Verpflichtungen nur als ein Anstreben der Kernwaffen-Option gedeutet werden kann, ist dies bei dieser Strategie naheliegend, aber nicht zwingend: Es kann auch bedeuten, dass der Iran mit Blick auf Staaten wie Indien, Pakistan oder Israel die mit dem

NV-Vertrag verbundenen Einschränkungen seiner Souveränität nicht mehr akzeptieren will. Gerade die Beispiele dieser Staaten zeigen natürlich, dass die Nicht-Unterzeichner nach Kernwaffen gestrebt haben.

3.2 Motive des Iran

Laut Massarat¹⁰ geht es dem Iran primär um eine auf Dauer autarke Energieversorgung des Landes und um die längerfristige Sicherung von Deviseneinnahmen aus dem Verkauf von heimischen Öl und Erdgas. Angesichts der begrenzten Vorräte an fossilen Brennstoffen ist dies nur mit Hilfe von Kernenergie möglich.¹¹ Autarkie bei der Energieversorgung des Landes erfordert, dass Iran die Technik des gesamten Brennstoffkreislaufs, von der Urananreicherung bis zur Wiederaufbereitung von Kernbrennstoffen, beherrscht.¹²

Gemäß Prognosen des iranischen Energieministeriums ist aufgrund des Bevölkerungswachstums und des steigenden Lebensstandards bis 2025 mit einer Steigerung des Bedarfs an Kraftwerkskapazität um das 2,5-fache auf 100.000 MW zu rechnen.¹³ Um diesen zu decken und gleichzeitig den für den Devisenbedarf des Landes notwendigen Anteil der heimischen Gas- und Ölproduktion exportieren zu können, werden 15-20 Atomkraftwerke mit einer Gesamtkapazität von 20.000 MW benötigt.

Die Europäische Union hat sich in ihrem Angebot vom 8. August 2005 bereit erklärt, den Iran bei Ausbau der Kernenergie massiv zu unterstützen unter der Bedingung, dass der Iran auf Urananreicherung verzichtet. Damit aber wäre die Erzeugung von Kernenergie dauerhaft vom Ausland abhängig und der Iran im Falle einer Krise erpressbar. Am 31. Juli 2006 forderte der Sicherheitsrat der Vereinten Nationen den Iran in einer moderaten Resolution auf, binnen eines Monats das Programm zur Urananreicherung zu unterbrechen, ansonsten müsse sich das Land auf wirtschaftliche und diplomatische Sanktionen gefasst machen. Am 6. August ließ der Iran über seinen Chefunterhändler Laridschani verlauten, dass er – im Widerspruch zur jüngsten Resolution der Vereinten Nationen – seine Urananreicherung bei Bedarf ausweiten will.

¹⁰ Mohssen Massarat: Motive der Konfliktparteien im Iran-Atomkonflikt. AG Friedensforschung an der Universität Kassel. <http://www.uni-kassel.de/fb5/frieden/rat/2005/massarrat.html>

¹¹ Siehe IAEA und UNO-Sicherheitsrat, März/April 2006

¹² Bei der Wiederaufbereitung fällt Plutonium an, das ebenso wie hochangereichertes Uran zum Bau von Atomwaffen benutzt werden kann.

¹³ Dies liegt ungefähr in der Größenordnung des derzeitigen Energiebedarfs Deutschlands. Massarat hält diese Schätzung des iranischen Energieministeriums für übertrieben. Sie entspräche den Wünschen der iranischen Atomlobby. Angesichts einer Einwohnerzahl des Iran von 68 Millionen und einer hohen Geburtenrate erscheint sie aber nicht unplausibel.

Diese Verschärfung des Konflikts lässt vermuten, dass dem kerntechnischen Programm neben den energiepolitischen ein ganzes Bündel an Motiven zugrunde liegt, die es nach Maßgabe des spieltheoretischen Paradigmas bei der Beurteilung von Handlungsoptionen zu berücksichtigen gilt.

Die vertragswidrige Geheimhaltung des Programms über 20 Jahre lässt darauf schließen, dass die Motive am Anfang vorwiegend sicherheitspolitischer Natur waren, zu denen sich im Lauf der Zeit außen- und machtpolitische sowie symbolische gesellten.

Die sicherheitspolitischen Motive wurzeln vermutlich in den Erfahrungen des Krieges mit dem Irak (1980-88), in dem Hunderttausende iranischer Soldaten unter anderem an der Wirkung chemischer Waffe starben, Millionen Menschen obdachlos und ganze Provinzen des westlichen Irans weitgehend verwüstet wurden. Die iranische Grenzstadt Khorram-shar wurde völlig zerstört. Hätte der Iran damals Kernwaffen besessen, der Irak hätte wohl kaum angegriffen. Da die Führung des Iran nicht zuletzt aufgrund westlicher Geheimdienstberichte davon ausgehen musste, dass Saddam Hussein an der Entwicklung von Atomwaffen arbeiten ließ, erschien es nur logisch, dass sie die Voraussetzungen für eine mittelöstlichen Variante der Doktrin der „Mutual Assured Destruction“ (MAD), die offenkundig im Kalten Krieg funktioniert hat, schaffen wollte. Sicherlich hatte die iranische Führung auch das Beispiel Israels vor Augen, das beweist, dass der Besitz von Kernwaffen vor Angriffen durch die Armeen anderer Staaten schützt. Das nordkoreanische Kernwaffenprogramm unterstreicht diese Wahrnehmung. Immerhin sind auch die an Iran angrenzenden Länder Russland und Pakistan Kernwaffenmächte. Angesichts der traditionellen Spannungen zwischen Sunniten und Schiiten könnte insbesondere das mehrheitlich von Sunniten bewohnte Pakistan zur einer Gefahr für den Iran werden.

Das Verhalten Nordkoreas und die bisherige Reaktion der USA scheinen auch anzudeuten, dass sich mit einem nukleartechnischen Programm weitgehend risikolose Zugeständnisse erpressen lassen. Insofern ist auch der Zeitpunkt für eine Verschärfung der Konfrontation seitens des Iran gut gewählt.

Der Fall von Saddam Husseins und das im Gefolge des dritten Golfkriegs sich zuspitzende Chaos im Irak haben vermutlich auch machtpolitische Ambitionen des Iran geweckt. Mit dem Besitz von Kernwaffen könnte der Iran zur dominanten Macht in der Region und als Garant von Stabilität in der Region auch zu einem „Global Player“ werden.¹⁴ Der vormalige

¹⁴ In diesem Zusammenhang sei auf die These von der „Shiite Revival“ von Valeri Nasr, Professor an der U.S. Naval Postgraduate School in Monterey, hingewiesen, wonach in den kommenden Jahren Sunniten und Schiiten um die Macht in der Region kämpfen werden. Die amerikanischen Intervention im Irak hat den Schiiten erstmals

sowjetische Botschafter und heutige Experte für Nuklear-Recht, Prof. Roland Tmerbaev, äußerte kürzlich in einem privaten Gespräch¹⁵, dass die ablehnende Haltung Chinas gegen die Verhängung von Sanktionen gegen den Iran im chinesischen Interesse an Stabilität in der Region begründet ist. Er vermutet daher, dass es eine bilaterale Absprache zwischen beiden Ländern gibt, wonach China die nuklearen Ambitionen Irans stillschweigend unterstützt, wenn Iran im Gegenzug China auf Dauer erste Priorität bei der Belieferung mit Öl einräumt. Stabilität in der Region ist eine unabdingbare Voraussetzung für eine störungsfreie Ölversorgung Chinas. Diese ist aber nur gewährleistet, wenn sich der Iran zu einer unangreifbaren Hegemonialmacht in der Region entwickelt. Eine derartige Absprache entspräche den nationalen Interessen beider Seiten.

Nicht zuletzt sei auch auf symbolische Motive hingewiesen, die angesichts des Erstarkens der Opposition im Iran von wachsender Bedeutung sind. Dabei geht es um die Mobilisierung der iranischen Bevölkerung für ein nationale Identität stiftendes Projekt. Nicht zuletzt wegen der Widerstände von außen ist das Projekt zur Nutzung der Kernenergie zwischenzeitlich für alle politischen Fraktionen im Iran, (Konservative, Reformen und die für Demokratie und einen säkularen Staat eintretende studentische Opposition) zu einem nationalen Symbol geworden, das es zu verteidigen gilt. Insofern kommt diesem Projekt im Sinne des Regimeerhalts eine große Bedeutung zu.

Angesichts dieser Motivlage ist wohl kaum damit zu rechnen, dass der Iran ohne weiteres zum Verzicht auf Urananreicherung und Wiederaufbereitung zu bewegen ist.

Wir fassen die bisherigen Überlegungen dahingehend zusammen, dass wir die Motive des Iran durch eine dreikomponentigen Vektor beschreiben, dessen Komponenten die folgenden Einzel-Motive sind.

- Sicherung des Einkommens aus dem Export von Gas und Öl auf lange Sicht durch Entwicklung der Kernenergie, die den gesamten Kern-Brennstoff-Kreislauf umfasst,
- Stärkung der nationalen Sicherheit durch eine nukleare Abschreckungskapazität und
- Gewinnung einer Vormachtstellung im Mittleren Osten.

in der langen Geschichte ihrer Unterdrückung durch die Sunniten die Chance eröffnet, zur dominanten Macht der islamischen Welt zu werden. Dem müssten die USA Rechnung tragen und ihre Diplomatie in der Region entsprechen rekalisieren (Peter Waldmann: *Rising Academic Sees Sectarian Split Inflaming Mideast*, The Wallstreet Journal August 4, 2006).

¹⁵ Gespräch mit Prof. Huber am Rande der 36. Sitzung der *International Seminars on Planetary Emergencies* der World Federation of Scientists, Erice, 19-24 August 2006

3.3 Strategien der Internationalen Gemeinschaft

Damit erhebt sich die Frage, welche Möglichkeiten die internationale Gemeinschaft hat, den Iran zum Verzicht auf Urananreicherung und Wiederaufbereitung zu bewegen, oder ob sie angesichts der mit Gegenmaßnahmen möglicherweise verbundenen Konsequenzen den Iran als Nuklearmacht akzeptieren sollte. In diesem Sinne stehen derzeit im wesentlichen vier Strategien zur Diskussion:

- Anwendung militärischer Gewalt unter Führung der USA
 - Iran als Nuklearmacht akzeptieren
 - Robuste Diplomatie und flexible Sanktionen
 - Verhandlungen mit Irak mit dem Ziel einer umfassenden Lösung (Grand Bargain).
- Diese vier Strategien werden im folgenden näher erläutert.

Militärische Option: Luftangriffe gegen die nukleare Infrastruktur

Eine Invasion mit Bodentruppen zur Besetzung und Zerstörung der iranischen Nuklearanlagen scheidet auf absehbare Zeit mangels verfügbarer Kräfte aus. Die militärische Option müsste sich daher weitgehend auf Luftangriffe gegen die nukleare Infrastruktur des Landes beschränken.

Experten schätzen, dass der Iran zwischen 18 und 30 über das gesamte Land verteilte Nuklearanlagen besitzt, die zum Teil als Fabriken getarnt in dicht besiedelten Gebieten liegen oder unterirdisch verbunkert sind. Zur Zerstörung allein der bekannten Anlagen müssen etwa 1500 einzelne Zielpunkte mehrfach angegriffen werden.¹⁶ Eine derartige Luftkriegsoperation würde vermutlich mehrere Tage dauern den Einsatz eines großen Teils des U.S. Luftkriegspotentials einschließlich der entsprechenden Unterstützungskräfte (für Zielaufklärung, Luftbetankung, Rettung abgeschossener Piloten) erfordern und würde – unbeschadet des Einsatzes von Präzisionswaffen – nicht ohne Kollateralschäden abgehen. Mit einer nachhaltigen Zerstörung der nuklearen Infrastruktur wird angesichts bisher nicht entdeckter und tief verbunkelter Anlagen nicht gerechnet, bestenfalls mit einer Verzögerung des Waffenprogramms um zwei bis drei Jahre.

Die Befürworter einer massiven Luftkriegsoperation gehen davon aus, dass die im Gefolge entstehende Legitimationskrise der klerikalen Herrscher des Iran einen Regimewechsel herbeiführen würde. Die Gegner jedoch sind überzeugt, dass die Luftangriffe zu einer

¹⁶ Michael Duffy: What would War Look Like. Time Vol. 168, No. 14, 25 Sep. 2006, Sep.

anti-amerikanischen Solidarisierung der iranischen Bevölkerung und darüber hinaus der islamischen Welt mit dem iranischen Volk führen würde. Außerdem muss mit einer Reihe asymmetrischer Vergeltungsmaßnahmen des Iran gerechnet werden, denen aus der Luft kaum beizukommen ist.

In diesem Zusammenhang weist Michael Duffey auf die Planspiele hin, die der pensionierte Oberst der U.S. Air Force Sam Gardiner¹⁷ in den vergangenen Jahren für amerikanische Politiker und Angehörige der Administration durchgeführt hat, in deren Verlauf sich weitgehend unabhängig von Umfang und Härte der Luftangriffe ähnliche Folgeszenarien entwickelten. Als erste Reaktion würde danach der Iran versuchen, Israel mittels Hisbolla in den Konflikt zu verwickeln, um die Unterstützung der heimischen Bevölkerung und der islamischen Welt zu mobilisieren. Darüber hinaus muss mit einer vom Iran orchestrierten Verschärfung terroristischer Angriffe auf die Truppen der USA und seiner Verbündeten in den Nachbarländern Irak und Afghanistan gerechnet werden sowie der Verminung und bewaffneten Überwachung der Meerenge von Hormuz durch iranische Seestreitkräfte, was den zumindest zeitweiligen Ausfall von Öllieferungen aus dem Persischen Golf und einen massiven Anstieg der Rohölpreise und nicht absehbare wirtschaftliche Auswirkungen in globalem Ausmaß zur Folge hätte.¹⁸ Verstärkt würden die wirtschaftlichen Folgen, wenn gleichzeitig die vom Iran geförderten terroristischen Gruppierungen im Irak und in Saudi Arabien Ölpipelines und Verladeplattformen angriffen. Ein Einsatz von Bodentruppen wäre die unvermeidliche Folge.

Die Ergebnisse von Gardiners Planspielen decken sich mit der Beurteilung führender U.S. Militärs. General John Abizaid, der derzeitige Befehlshaber des U.S. Central Command (Centcom), wird mit folgenden Worten zitiert: *„Look, any war with a country that is as big as Iran, that has a terrorist capability along its borders, that has a missile capability that is external to its own borders and that has the capability to affect the world’s oil market is something that everyone needs to contemplate with a great degree of clarity.”* Und einer von Abizaid’s Vorgängern, General Anthony Zinni, fasst seine Beurteilung in der Feststellung zusammen: *“All that makes an attack on Iran a dumb idea.”*¹⁹

Angesichts der mit der militärischen Option verbundenen strategischen Risiken stellt sich die Frage nach den möglichen Implikationen der drei oben genannten nicht-militärischen Optionen.

¹⁷ Bis zu seiner Pensionierung lehrte Gardiner Strategie am National War College

¹⁸ Durch die 32 km breite Straße von Hormuz wird täglich etwa 40% des Ölbedarfs der gesamten Welt transportiert.

¹⁹ Siehe Michal Duffy, Fußnote 16

Iran als Nuklearmacht akzeptieren

Diese Option des „Nichthandelns“ bedeutet, dass die Welt lernen müsste, in absehbarer Zeit mit der iranischen Bombe zu leben, was sicherlich Ländern oder Bündnissen, die selbst über ein nukleares Abschreckungspotential verfügen, leichter fallen dürfte als den nicht nuklear bewaffneten Ländern, die im Bereich iranischer Kernwaffen liegen. In jedem Fall würde der Besitz von Atomwaffen den Iran zur dominanten Macht im mittleren Osten machen, was bei den sunnitischen Ländern der Region, wie Saudi Arabien und Ägypten, auf wenig Begeisterung stoßen dürfte und dort zur Entwicklung eigener Kernwaffen führen könnte, um einer schiitischen Vorherrschaft vorzubeugen. Damit wäre auch das Ende des NV-Vertrages vorprogrammiert. Längerfristig gesehen sind die mit einem nuklearen Rüstungswettlauf im Mittleren Osten verbundenen strategischen Risiken wohl kaum geringer als die der militärischen Option. Die Option „Nichthandeln“ ist somit keine wirkliche Alternative zur militärischen Option, sondern schiebt diese nur hinaus. Eine Chance, sich zunächst nicht zwischen einem nuklear bewaffneten Iran und einem Angriff auf das Land entscheiden zu müssen, bietet die dritte Option einer robusten Diplomatie.

Robuste Diplomatie und flexible Sanktionen

Diese Option verbindet gewissermaßen den bisher wenig erfolgreichen Verhandlungsansatz der Europäischen Union mit dem von den USA bevorzugten Verhängen von Sanktionen in Form einer vom Fortgang der Verhandlungen abhängigen schrittweisen Verschärfung bzw. Lockerung von Sanktionen. Dieser ohne von beiderseitigen Vorbedingungen belastete neue Verhandlungsansatz auf würde zunächst gezielte Sanktionen vorsehen, die den weiteren Ausbau nuklearer Kapazitäten erschweren (z.B. Verbote für den Import von „dual use“ Technologien sowie von Übersee-Reisen iranischer Regierungsmitglieder), und sodann auf andere für Regierungshandeln und Wirtschaft wichtige Güter (z.B. Computer Hardware und Software, Bürobedarf, technische Ausrüstungen für Industrie und Landwirtschaft, Transportmittel und Ersatzteile) erweitert werden. Wenn auch wegen der Vorbehalte Russland und Chinas gegen Sanktionen nicht damit zu rechnen ist, dass das gegenwärtige Regime seine kerntechnischen Ambitionen aufgibt, so besteht die Möglichkeit, dass im Zuge dieser langwierig zu gestaltenden Verhandlungen und unter dem Druck der unter den Sanktionen leidenden Bevölkerung eine mehr pragmatisch denkende Gruppierung die Oberhand in der Regierung des Iran gewinnt. In gewissem Sine beinhaltet die Option der „robusten Diplomatie“ die Übernahme der heute vom Iran offensichtlich praktizierten Taktik des Zeitgewinns. Dieser Ansatz aber könnte zu einer allmählichen Entschärfung der

Konfrontation zwischen dem Iran und der internationalen Gemeinschaft beitragen und damit eine wichtige Voraussetzung für neue Verhandlungen über eine umfassende Lösung der nuklearen Rüstungsproblematik schaffen.

Eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung einer robusten Verhandlungsstrategie, die von der Internationalen Gemeinschaft konsequent verfolgt und an die im Laufe der Verhandlungen sich ändernden Umstände angepasst wird, ist eine kontinuierliche Analyse der Auswirkungen auf das Verhalten der iranischen Führung, die mit einem synchronisierten Bündel an begleitenden diplomatischen und ökonomischen Maßnahmen sowie politischen und militärischen Signalen zu erwarten sind. In diesem Zusammenhang wird auf die Arbeiten von Paul Davis und John Arquilla hingewiesen, die eine interdisziplinäre Methodik vorgeschlagen und anhand der Vorgeschichte des 2. Golfkriegs (1991) untersucht haben, die Krisenmanager dabei unterstützen soll, Motive und Verhaltensweisen von Akteuren besser zu verstehen.²⁰

Verhandlungen mit dem Ziel eines „Grand Bargain“

Die Idee zu direkten Verhandlungen der USA mit dem Iran mit dem Ziel einer umfassenden Lösung, die Zugeständnisse beider Seiten beibehalten müsste, wird in den USA unter außenpolitischen Experten außerhalb der Administration zunehmend diskutiert. Gedacht wird an Sicherheitsgarantien der USA für das theokratische Regime im Gegenzug zum Verzicht des Irans auf die Entwicklung nuklearer Waffen und die Öffnung aller nuklearen Anlagen des Landes für internationale Inspektionen. Um eine umfassende Lösung tragfähig zu gestalten, müsste vermutlich auch Israel einbezogen werden. Iran müsste das Existenzrecht Israels anerkennen und Israel dem NV-Vertrag beitreten.

Allerdings wird bezweifelt, dass sich eine Option dieser Art in der näheren Zukunft verwirklichen lässt. Denn direkte Verhandlungen erfordern ein gewisses Maß an Vertrauen in die Ernsthaftigkeit der jeweils anderen Seite. Dieses müssten beide Seiten durch geeignete einseitige Maßnahmen über längere Zeit erst aufbauen. Denkbar wäre beispielsweise, dass die USA den gemäß Artikel VI des NV-Vertrags übernommenen Verpflichtungen nachkämen und insbesondere mit Russland über den weiteren Abbau ihrer Atomwaffenarsenale verhandelten sowie das Teststopp-Abkommen unterzeichneten. Im Gegenzug könnte Iran den verifizierbaren Verzicht auf Urananreicherung über das zum Betrieb seiner Kernkraftwerke erforderliche Maß hinaus bekannt geben. Derartige einseitige Maßnahmen sollten den

²⁰ Siehe Fußnote 8

Verhandlungsprozess im Rahmen der Option der robusten Diplomatie begleiten und zur beiderseitigen Vertrauensbildung beitragen.

Die hier vorgeschlagene Idee einer zweistufigen Verhandlungsstrategie – robuste Diplomatie in Verbindung mit flexiblen Sanktionen begleitet von einseitigen Maßnahmen zur Bildung von Vertrauen und gefolgt von Verhandlungen über eine umfassende Lösung – orientiert sich am historischen Beispiel der Abrüstungsverhandlungen zwischen NATO und Warschauer Pakt (WP) zur Zeit des Kalten Krieges. Die im Jahre 1973 begonnenen Wiener Verhandlungen über „Mutual Balanced Force Reductions“ (MBFR) in Europa zogen sich über fast 16 Jahre erfolglos hin, führten aber zu einer Entspannung der konfrontativen Lage in Europa. In dieser Zeit (im März 1985) wurde der Pragmatiker Michael Gorbatschow zum Generalsekretär der KPdSU gewählt. Unter seiner Leitung stimmte das Präsidium des Obersten Sowjets einem neuen Ansatz zu Verhandlungen über einen Vertrag über Konventionelle Streitkräfte in Europa (KSE) zu, die im März 1989 begannen und mit der Unterzeichnung des Vertrages durch die 22 Regierungschefs der Länder der NATO und des WP im November 1990 erfolgreich beendet wurden. Der KSE-Vertrag trat nach seiner Ratifizierung durch die betroffenen Regierungen im November 1992 in Kraft. Im November 1999 wurden die im Gefolge der Auflösung des WP (im März 1991) und der Sowjetunion (im Dezember 1991) notwendigen Anpassungen des KSE-Vertrages unterzeichnet.

Zu berücksichtigen ist aber, dass die Motive und Zielsetzungen der damaligen Verhandlungsparteien, NATO und WP, weitgehend identisch und im Vergleich zur Lage im mittleren Osten vergleichsweise einfach strukturiert waren.²¹ Dessen unbeschadet könnte aber dieser letztendlich erfolgreiche historische Verhandlungsprozess das Grundmuster für die Entwicklung einer Strategie der Verhandlungen mit dem Iran liefern.

3.4 Motive der Internationalen Gemeinschaft

Die Motive der Internationalen Gemeinschaft fassen wir gemäß der bisherigen Überlegungen wieder zu einem dreikomponentigen Vektor zusammen, dessen Komponenten wie folgt beschreiben werden.

- Iran wird keine Nuklearmacht
- Regionale Stabilität bleibt erhalten.
- Öl- und Gaslieferungen der Region bleiben sichergestellt.

²¹Der Konsens über die Ziele entwickelte sich im Zug der langjährigen MBFR-Verhandlungen: Militärische Stabilität in Europa durch beiderseitige Begrenzung militärischer Fähigkeiten und Beseitigung der Möglichkeiten durch Durchführung von Überraschungsangriffen.

4. Spieltheoretische Analyse und Interpretation

In Abbildung 6 ist das nicht-kooperative Zweipersonen Spiel mit vektorwertigen Auszahlungen in Normalform dargestellt. Die Auszahlungen an die beiden Spieler werden mit Hilfe einer ordinalen Skala gemessen dergestalt, dass für jede Komponente und jedem Spieler fünf Auszahlungen möglich sind. Der Einfachheit halber bezeichnen wir die Auszahlungen mit sehr schlecht (-2), schlecht (-1), neutral oder Status quo (0), positiv (+1) oder sehr positiv (+2). Jedes Feld in der Matrix beschreibt eine bestimmte Strategiekombination; die sich ergebenden Auszahlungsvektoren sind für die Internationale Gemeinschaft (IG) in der linken unteren, die für den Iran in der rechten oberen Ecke angegeben. Die Werte stellen unsere persönlichen Urteile dar, die sich aus der bisherigen qualitativen Analyse ergeben haben.²²

Vergleichen wir die Auszahlungsvektoren beider Seiten miteinander, so sehen wir sofort, dass die zweite und dritte Strategie der IG durch die vierte dominiert wird.²³ Für den Iran wird die erste Strategie durch die zweite und die dritte und vierte durch die fünfte dominiert. Lassen wir die dominierten Strategien beider Seiten weg, so reduziert sich das Spiel zu dem in Abbildung 7 angegebenen Spiel, bei dem beide Seiten nur noch zwei Strategien haben. Vor der Analyse dieses reduzierten Spieles wollen wir aber noch einige unserer Annahmen begründen.

Wir nehmen an, wie in der ersten Reihe der Matrix in Abbildung 6 gezeigt, dass die Verwendung militärischer Gewalt durch die IG die schlechtesten Auszahlungen an den Iran (-2, -2, -2) zur Folge hat und zwar in jeder Komponente und unabhängig von der vom Iran gewählten Strategie. Dies gilt aber auch für die zweite und dritte Komponente des Auszahlungsvektors der IG wegen der vom Iran und seinen Verbündeten zu erwartenden machtvollen Reaktion auf einen Angriff seitens der IG. Auf der anderen Seite sind, wie durch die Werte der ersten Komponente des Auszahlungsvektors der IG ausgedrückt, die Aussichten für eine Verhinderung einer Nuklearmacht des Irans gut (\leq), zumindest auf kurze Sicht und unabhängig von dessen Strategie. Weiter wird angenommen, dass als Reaktion auf die ersten beiden Strategien des Iran die IG einen militärischen Präventivschlag führt, für die anderen

²² Natürlich steht jeder einzelne Wert zur Diskussion. Es soll jedoch schon hier betont werden, dass der wichtigste Zweck der vorliegenden Analyse nicht die Bestimmung von Lösungen, sondern die Gewinnung von Einsichten ist, die nur durch eine formale Analyse ermöglicht wird.

²³ Dominanz bedeutet, dass, wenn aller anderen Werte von Komponenten des Auszahlungsvektors gleich sind, wenigstens eine Komponente der dominierenden Strategie einen höheren Wert als die der dominierten Strategie aufweist, und zwar unabhängig von der gewählten Strategie des Gegners.

drei in Reaktion auf die Nichterfüllung der Verpflichtungen als NV-Vertragspartner oder auf die Aufkündigung des NV-Vertrages. Im letzteren Fall wird angenommen, dass der Iran genügend Zeit hatte, einige seiner nuklearen Anlagen zu härten oder zu verbergen, so dass eine spätere Wiederaufnahme eines nuklearen Programms nicht ausgeschlossen werden kann.

Iran \ IG	Beibehaltung NV-Vertrag, Erfüllung der Verpflichtungen, keine Anreicherung	Beibehaltung NV-Vertrag, Erfüllung der Verpflichtungen, Anreicherung	Beibehaltung NV-Vertrag, Keine Erfüllung der Verpflichtungen, keine Anreicherung	Beibehaltung NV-Vertrag, Keine Erfüllung der Verpflichtungen, Anreicherung	Aufkündigung des NV-Vertrages
Militärische Gewalt	$\begin{pmatrix} -2 \\ -2 \\ -2 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} +1 \\ -2 \\ -2 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -2 \\ -2 \\ -2 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} +2 \\ -2 \\ -2 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -2 \\ -2 \\ -2 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} +1 \\ -2 \\ -2 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -2 \\ -2 \\ -2 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} +1 \\ -2 \\ -2 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -2 \\ -2 \\ -2 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} +1 \\ -2 \\ -2 \end{pmatrix}$
Annahme des Nuklearmacht-Status des Iran	$\begin{pmatrix} -2 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} +2 \\ +2 \\ +2 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} +2 \\ 0 \\ +1 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} +1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -2 \\ +2 \\ -1 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} -2 \\ -2 \\ 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} +2 \\ +2 \\ -1 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} -2 \\ -2 \\ -1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} +2 \\ +2 \\ +1 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} -2 \\ -2 \\ -2 \end{pmatrix}$
Robuste Diplomatie und flexible Sanktionen	$\begin{pmatrix} -2 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} +2 \\ +2 \\ +2 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} +2 \\ 0 \\ +1 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} +1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -2 \\ +2 \\ -1 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} -2 \\ -2 \\ -1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} +2 \\ +2 \\ -1 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} -2 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} +2 \\ +2 \\ +1 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} -2 \\ -2 \\ -2 \end{pmatrix}$
Grand Bargain	$\begin{pmatrix} -2 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} +2 \\ 0 \\ +2 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} +2 \\ +2 \\ +1 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} +2 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -2 \\ +2 \\ -1 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} -2 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -2 \\ +2 \\ -1 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} -2 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -1 \\ +2 \\ +1 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} -2 \\ -2 \\ -2 \end{pmatrix}$

Abbildung 6: Normalform des nicht kooperativen Zweipersonenspieles zwischen dem Iran und der Internationalen Staatengemeinschaft (IG).

Rot: Dominierte Strategien des Iran.

Blau: Dominierte Strategien der IG

Wenn der Internationalen Gemeinschaft ein *Grand Bargain* gelingt, bei dem der Iran weiterhin Uran anreichert, während er gleichzeitig seine Verpflichtungen aus dem NV-Vertrag einschließlich der Annahme eines rigorosen Verifikations-Regime als Gegenleistung für Sicherheitsgarantien durch die Internationale Gemeinschaft erfüllt, kann die Möglichkeit, dass der Iran vielleicht doch noch ein Kernwaffenstaat wird, als höchst unwahrscheinlich (+2) angesehen werden. Überdies wird der Status quo hinsichtlich der Stabilität der Region (0) und der Öl- und Gasversorgung (0) erhalten. Für den Iran bleiben in diesem Falle alle Komponenten seines Auszahlungsvektors positiv, wenn auch weniger in der dritten Komponente, die den Status als regionale Vormacht beschreibt.

Kündigt der Iran seine Zugehörigkeit zum NV-Vertrag auf, während die Internationale Gemeinschaft weiterhin im guten Glauben, einen *Grand Bargain* zu erreichen, verhandelt, sind die Folgen für die Internationale Gemeinschaft hinsichtlich der Aussicht, dass der Iran ein Kernwaffenstaat wird, höchst unangenehm, da die von anderen Staaten der Region zu erwartenden Reaktionen sowohl die regionale Stabilität als auch die Lieferung von Öl und Gas gefährden. Für den Iran bedeutet die Abschreckungskapazität, die mit dem Kernwaffen-Status einhergeht, einen hohen Grad nationaler Sicherheit (+2), während die zu erwartenden Sanktionen der Internationalen Gemeinschaft das Einkommen aus Öl- und Gas-Exporten erheblich verringern (-1), und überdies zumindest zeitweise Iran's Chancen, eine Vormacht in der Region zu werden, vermindern werden.

Kehren wir zum in Abbildung 7 gegebenen reduzierten Spiel zurück. Dessen Gleichgewichte können mit Hilfe der Methode der Präferenzrichtungen bestimmt werden. Diese identifiziert mit Hilfe gerichteter Pfeile, welche der beiden Strategie, die eine Seite bevorzugt, wenn die Strategie der anderen Seite gegeben ist. Wir sehen, dass die Internationale Gemeinschaft den *Grand Bargain* gegenüber den Einsatz militärischer Mittel bevorzugt, wenn der Iran Mitglied des NV-Vertrages bleibt und seine diesbezüglichen Verpflichtungen einschließlich der Annahme eines rigorosen Verifikations-Regimes im Gegenzug zu Sicherheitsgarantien der Internationalen Gemeinschaft erfüllt: $(+2, 0, 0) > (+2, -2, -2)$. Das Umgekehrte gilt, wenn der Iran seine NV-Mitgliedschaft aufkündigt: $(+1, -2, -2) > -2, -2, -2)$. Wenn die Internationale Gemeinschaft auf der anderen Seite militärische Gewalt einsetzt, sind beide Strategien des Iran äquivalent. Wenn die Internationale Gemeinschaft einen *Grand Bargain* verfolgt, wird der Iran vorziehen, den NV-Vertrag nicht aufzukündigen und Uran unter der Kontrolle der Internationalen Gemeinschaft anzureichern: $(+2, +2, +1) > (+1, +2, +1)$.

IG \ Iran	Beibehaltung des NV-Vertrages, Erfüllung der Verpflichtungen, Anreicherung	Aufkündigung des NV-Vertrages
Militärische Gewalt	$\begin{pmatrix} +2 \\ -2 \\ -2 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -2 \\ -2 \\ -2 \end{pmatrix}$
Grand Bargain	$\begin{pmatrix} +2 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -1 \\ +2 \\ +1 \end{pmatrix}$

Additional payoff vectors and equilibrium markers from the image:
 - In the top-right cell (Militärische Gewalt, Aufkündigung): $\begin{pmatrix} -2 \\ -2 \\ -2 \end{pmatrix}$ and a star (*).
 - In the bottom-left cell (Grand Bargain, Beibehaltung): $\begin{pmatrix} +2 \\ +2 \\ +1 \end{pmatrix}$ and a star (*).
 - In the bottom-right cell (Grand Bargain, Aufkündigung): $\begin{pmatrix} -2 \\ -2 \\ -2 \end{pmatrix}$.
 - Arrows indicate preference directions: a right arrow from the top-left to top-right, a left arrow from the top-right to top-left, a down arrow from the top-left to bottom-left, and an up arrow from the bottom-right to top-right.

Abbildung 7: Reduzierte Form des nicht-kooperativen Zweipersonenspiels zwischen dem Iran und der Internationalen Staatengemeinschaft (IG).

Die Pfeile bezeichnen die Präferenzrichtungen, die Sterne die Gleichgewichte in reinen Strategien

Wir sehen also, dass die reduzierte Form des Spieles zwei Nash-Gleichgewichte in reinen Strategien hat, die in Abbildung 7 durch Sterne gekennzeichnet sind: Das eine ist die Strategienkombination im rechten oberen Feld (militärische Gewalt, Aufkündigung des NV-Vertrages), das andere die Strategienkombination im linken unteren Feld (Grand Bargain, Beibehaltung des NV-Vertrages und Uran-Anreicherung). Das zweite Gleichgewicht ist dem ersten gegenüber Auszahlungen dominant, da für beide Seiten die Auszahlungsvektoren in allen Komponenten höhere Werte aufweisen. Dies bedeutet, dass unter der Annahme, dass die Auszahlungsvektoren realistische Einschätzungen darstellen, beide Seiten gut beraten sind, das zweite Gleichgewicht zu wählen. Das setzt natürlich in gewissem Sinne eine Kooperation zwischen der Internationalen Gemeinschaft und dem Iran voraus, die nicht Gegenstand unseres nicht-kooperativen Modells ist.

Zu bemerken ist, dass es neben diesen beiden Gleichgewichten in reinen Strategien noch ein Kontinuum von gemischten Strategien gibt, das durch unsere Methode der Präferenzrichtungen nicht erfasst wird. Wie im Anhang ausgeführt wird, stellen alle Strategienpaare, bei denen die Internationale Gemeinschaft die Strategie Militärische Gewalt

wählt, und der Iran eine beliebige (Wahrscheinlichkeits-)Mischung zwischen seinen beiden Strategien wählt, ebenfalls Gleichgewichte dar. Da sich für den Iran die Gleichgewichtsauszahlung gegenüber seinem ersten Gleichgewicht nicht ändert, sind diese Gleichgewichte ohne praktische Bedeutung.

Bezüglich der in Abbildung 7 wiedergegebenen Gleichgewichte muss natürlich darauf hingewiesen werden, dass die Auszahlungs-Dominanz des zweiten Gleichgewichts davon abhängt, dass die Internationale Gemeinschaft die militärischen Fähigkeiten bereitstellt, die den Iran seine Ziele zu erreichen verwehren, wie es im Auszahlungsvektor angenommen wird $(-2, -2, -2)$. Daher erhebt sich die Frage, wie die Glaubwürdigkeit der militärischen Fähigkeiten der Internationalen Gemeinschaft das Ergebnis des Spieles beeinflusst. Im Prinzip sollte sich selbst dann nichts ändern, wenn die Internationale Gemeinschaft gar keine militärischen Fähigkeiten hätte, da die Entfernung der ersten Zeile in der Normalform des ursprünglichen Spieles keine der beobachteten Dominanz-Beziehungen unter den Strategien beider Seiten änderte. Die reduzierte Form des Spieles ließe dann nur noch das Gleichgewicht (Grand Bargain, Beibehaltung des NV-Vertrages mit allen Verpflichtungen und Anreicherung) übrig, das wir im ursprünglichen Spiel als das Auszahlungs-dominierende Gleichgewicht erkannt hatten.

Aus praktischer Sicht ist es jedoch keineswegs sicher, dass der Iran in diesem Falle seine Gleichgewichts-Strategie spielte. Schauen wir uns die Auszahlungsvektoren der zweiten Reihe des reduzierten Spieles genauer an, so stellen wir fest, dass die Wahl, den NV-Vertrag aufzukündigen anstatt die Gleichgewichts-Strategien zu spielen, den Iran im Gegensatz zur Internationalen Gemeinschaft nur einen kleinen Auszahlungsverlust kostete. Da die Internationale Gemeinschaft auf die Aufkündigung des NV-Vertrages nur mit einem Embargo reagieren und so das Nuklearprogramm des Iran nur verzögern könnte, erhalte die Internationale Gemeinschaft das schlechtest-mögliche Ergebnis hinsichtlich der Erreichung ihrer Ziele, wie es in ihrem Auszahlungsvektor ausgedrückt wird $(-2, -2, -2)$.

5. Schlussbemerkungen

Wir haben gerade gesehen, dass ein wichtiges Element einer robusten Diplomatie, d.h. von Verhandlungen, die auf ein *Grand Bargain* führen sollen, ein sichtbarer Aufbau einer glaubwürdigen Abschreckung in Form von militärischen Fähigkeiten sein muss, der das

Nuklearwaffen-Programm des Iran effektiv bedrohen und den Auswirkungen eines möglichen Angriffes entsprechend begegnen kann.

Natürlich lässt sich gegen unsere Überlegungen einwenden, dass ein nicht-kooperatives Spiel in Normalform die Realität von Verhandlungen von zwei Parteien wie dem Iran und der Internationalen Gemeinschaft, die eine Folge von Zügen beider Parteien beinhalten, nicht beschreibt. Folgte man diesem Einwand, so wäre es eher angemessen, den beschriebenen Konflikt durch ein Spiel in extensiver Form zu modellieren, das dann auch die explizite Berücksichtigung aufeinanderfolgender Züge ermöglicht. Insbesondere erforderte der *Grand Bargain* eine solche Beschreibung. Allerdings wären in diesem Falle zusätzliche Annahmen erforderlich, die wiederum fraglich wären. Überdies ist anzunehmen, dass in der Realität beide Parteien mehr als drei Ziele verfolgen, die dann alle zu berücksichtigen wären. In einem solchen Falle ergeben sich dann erfahrungsgemäß mehr als zwei Gleichgewichte (in reinen Strategien), die die Interpretation der Ergebnisse einer solchen Analyse zusätzlich erschweren.

Insbesondere sei daran erinnert, dass es nicht unsere Absicht war, eine Lösung eines hochkomplexen internationalen Problems vorzuschlagen. Stattdessen wollten wir auf der Grundlage von plausiblen Annahmen zeigen, wie einige wichtige erste Einsichten mit Hilfe eines absichtlich einfachen Modells des Konfliktes zwischen dem Iran und der Internationalen Gemeinschaft gewonnen werden können, damit auf diese Weise einige der Unklarheiten beseitigt werden, die uns nur zu oft daran hindern, die wahre Natur des in Rede stehenden Problems zu erkennen.

Über die Autoren

Dr. Avenhaus und Dr. Huber sind Professoren (em.) der Universität der Bundeswehr München. Unter anderem beschäftigt sich ihre gegenwärtige Forschung mit der Modellierung und Analyse von Problemen der Nuklearen Abrüstung und Rüstungskontrolle sowie der Internationalen Sicherheit im weiteren Sinne.

Anhang

Bestimmung aller Gleichgewichte des reduzierten Spieles zum Konflikt der Internationalen Staatengemeinschaft mit dem Iran

In Abbildung 7 ist das reduzierte Spiel mit vektorwertigen Auszahlungen dargestellt, das den Konflikt der Internationalen Staatengemeinschaft mit dem Iran beschreibt, der sich am möglichen Streben des letzteren nach Kernwaffen entzündet hat. In dieser Abbildung sind auch die Präferenzrichtungen eingetragen, die die Bestimmung der beiden Gleichgewichte in reinen Strategien auf einfache Weise ermöglichen. Die Bestimmung aller Gleichgewichte, also auch solcher in gemischten Strategien, ist auf diese Weise nicht möglich, sondern erfordert weitergehende mathematische Hilfsmittel.

Zur Bestimmung aller Gleichgewichte des Spieles in Abbildung 7 wird ein Satz aus der Theorie der vektorwertigen Zwei-Personenspiele in Normalform herangezogen, der besagt, dass man alle Gleichgewichte erhält, wenn man die Gleichgewichte der *skalarisierten Normalform* für alle möglichen Wichtungen der Auszahlungen an die beiden Spieler bestimmt. Bezeichnen wir also die Wichtungen der Auszahlungen an Spieler 1 mit

$$(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3): (\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3) \geq (0, 0, 0), \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 1$$

und die an Spieler 2 mit

$$(\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3): (\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3) \geq (0, 0, 0), \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 = 1,$$

so erhalten wir die skalarisierte Normalform des Spieles aus Abbildung 7, die in Abbildung A.1 wiedergegeben ist.

Bezeichnen wir die gemischten Strategien des ersten Spielers (Internationale Gemeinschaft, IG) mit $(q, 1-q)$ und die des zweiten Spielers (Iran) mit $(p, 1-p)$, sowie deren Gleichgewichtsauszahlung mit

$$E_1^* = E_1(p^*, q^*) \quad \text{und} \quad E_2^* = E_2(p^*, q^*),$$

so lauten die Bedingungen für das Nash-Gleichgewicht (p^*, q^*) unseres skalarisierten Spieles

$$E_1^* \geq q \cdot [p^* \cdot (-2 + 4\lambda_1) + (1 - p^*) \cdot (-2 + 3\lambda_1)] + (1 - q) \cdot [p^* \cdot 2\lambda_1 + (1 - p^*) \cdot (-2)]$$

für alle $q \in [0, 1]$

$$E_2^* \geq p [q^* \cdot (-2) + (1 - q^*) \cdot (1 + \gamma_1 + \gamma_2)] + (1 - p) \cdot [q^* \cdot (-2) + (1 - q^*) \cdot (1 - 2\gamma_1 + \gamma_2)]$$

für alle $p \in [0, 1]$.

		P	1-p
		Iran	
IG		Beibehaltung des NV-Vertrages, Erfüllung der Verpflichtungen, Anreicherung	Aufkündigung des NV-Vertrages
q	Militärische Gewalt	-2 $-2 + 4\lambda_1$	-2 $-2 + 3\lambda_1$
	Grand Bargain	$1 + \gamma_1 + \gamma_2$ $2\gamma_1$	$1 - 2\gamma_1 + \gamma_2$ -2
1-q			

Abbildung A1: Skalarisierte Normalform des vektorwertigen Spieles aus Abbildung 7

Wir schreiben diese beiden Ungleichungen wie folgt um:

$$E_1^* \geq -2 + p^* (2\lambda_1 + 2) + q \cdot [3\lambda_1 - p^* \cdot (2 + \lambda_1)] \quad \text{für alle } q \in [0, 1]$$

$$E_2^* \geq 1 - 2\gamma_1 + \gamma_2 + q^* \cdot (-3 + 2\gamma_1 - \gamma_2) + p \cdot 3\gamma_1 \cdot (1 - q^*) \quad \text{für alle } p \in [0, 1].$$

Wir betrachten zuerst die erste Bedingung: Sie ist für alle $q \in [0, 1]$ erfüllt, wenn sie für den Wert von q erfüllt ist, der die rechte Seite maximiert. Sei q_{\max} der Wert von q , für den dies gilt, dann erhalten wir

$$q_{\max} = \begin{cases} 1 & > 0 \\ \in [0, 1] & \text{für } 3\lambda_1 - p^* \cdot (2 + \lambda_1) = 0 \\ 0 & < 0 \end{cases}$$

oder gleichwertig damit,

$$q_{\max} = \begin{cases} 1 & < \\ \in [0, 1] & \text{für } p^* = \frac{3\lambda_1}{2 + \lambda_1} \\ 0 & > \end{cases}$$

In Abbildung A.2 sind diese *besten Antworten* auf p^* in blauer Farbe eingetragen.

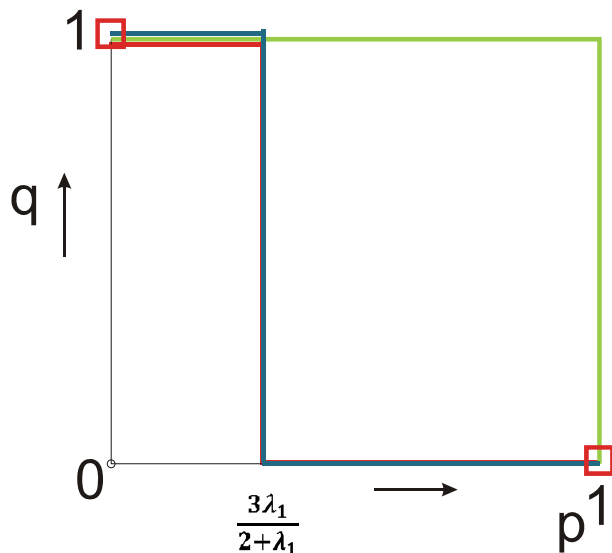


Abbildung A2: Beste Antworten (blau für Spieler 1 und grün für Spieler 2), sowie wechselseitig beste Antworten (rot) für vorgegebenes $\gamma_1 \in [0, 1]$.

Entsprechendes gilt für die zweite Bedingung. Hier erhalten wir viel einfacher

$$p_{\max} = \begin{cases} \in [0, 1] \\ 1 \end{cases} \quad \text{für} \quad \begin{cases} q^* = 1 \\ q^* < 1 \end{cases} .$$

In Abbildung A.2 sind diese besten Antworten auf q^* in grüner Farbe eingetragen.

Ein Gleichgewicht ist dann gegeben, wenn ein Strategienpaar wechselseitig beste Antworten darstellt. In Abbildung A.2 ist dies in roter Farbe eingetragen. Wir haben somit die Gleichgewichte

$$(q^*, p^*) = (0, 1) \quad \text{und} \quad (q^*, p^*) = (1, 0) ;$$

Dies sind die Gleichgewichte in reinen Strategien, die wir schon kannten. Dazu kommt jetzt aber

$$q^* = 1 \quad \text{und} \quad p^* \in \left(0, \frac{3\lambda_1}{2 + \lambda_1} \right) ;$$

dies gilt aber für alle λ_1 . Wegen

$$\frac{3\lambda_1}{2 + \lambda_1} = 0 \quad \text{für} \quad \lambda_1 = 0 \quad \text{und} \quad \frac{3\lambda_1}{2 + \lambda_1} = 1 \quad \text{für} \quad \lambda_1 = 1$$

lauten die zusätzlichen Gleichgewichte daher

$$q^* = 1 \quad \text{und} \quad p^* \in [0, 1].$$

Das ursprüngliche Spiel aus Abbildung 7 legt dies nahe, da der Iran bei der ersten Strategie der Interantionalen Gemeinschaft für seine beiden reinen Strategien, somit auch für eine beliebige Mischung, die gleiche Auszahlung erhält. Allerdings war es auf direktem Wege nicht möglich zu zeigen, dass dies alles in der Tat Gleichgewichte sind.

Für die Interpretation der Gleichgewichte dieses Spiels hat dies unseres Erachtens keine Bedeutung, da wie erwähnt, die Internationale Gemeinschaft das Gleichgewicht $q^* = 1$ wählt, der Iran auf alle Fälle die gleiche schlechte Auszahlung erhält, die vom Gleichgewicht $(0, 1)$ Auszahlungs-dominiert wird.

Danksagung

Die Autoren danken den Herren Dr. Morton Canty und Dr. Thomas Krieger für wertvolle Anregungen zu dieser Ausarbeitung.