Tom Bielefeld / Götz Neuneck

Raketenabwehr-Optionen für die Bush-Administration: Die technische Dimension*

Tom Bielefeld, Dipl.-Ing., Universität Bremen.
Götz Neuneck, Dr., Institut für Friedensforschung und Sicherheitspolitik an der Universität Hamburg (IFSH), Hamburg.

1. Einleitung

Die neue US-Administration hat seit ihrer Amtsübernahme im Januar dieses Jahres wiederholt ihre Entschlossenheit betont, die Entwicklung eines Raketenabwehrsystems voranzutreiben. In Übereinstimmung mit seinen Aussagen aus dem Wahlkampf hat Präsident George W. Bush in einer Rede[1] vom 1. Mai 2001 angekündigt, die Entwicklung eines Abwehrsystems zu verfolgen, das sowohl die USA als auch »befreundete und alliierte« Staaten einbezieht. Dieses Vorhaben, offensichtlich ambitionierter und umfassender als das NMD-Programm der Clinton-Administration, soll als Bestandteil einer neuen »breit angelegten Strategie«, bestehend aus »aktiver *Non-Proliferation*, *Counterproliferation* und Verteidigung«, verstanden werden. Dazu gehöre neben einer Reduzierung der Anzahl der Nuklearwaffen auch das »Fortschreiten über die Begrenzungen des ABM-Vertrags hinaus«.

Art und Umfang der geplanten Raketenabwehr wurden bislang jedoch nicht näher spezifiziert. Weder im Wahlkampf noch in seiner Rede vom Mai gab Bush Einzelheiten über die Vorstellungen seiner Administration zur neuen Systemarchitektur bekannt. Der vage Hinweis auf die mögliche kurzfristige Stationierung eines Eingangssystems gegen »begrenzte Bedrohungen« unterstreicht allerdings das bereits im letzten Jahr geäußerte Bestreben Bushs, mit der Errichtung des Abwehrsystems zum »frühestmöglichen Zeitpunkt«[2] zu beginnen. Die bloße Aufzählung der verschiedenen Abwehrkonzepte, einschließlich land- und seegestützter Abwehr und der sogenannten *Boost-Phase Defense*, ohne deren anschließende Bewertung läßt vermuten, daß die neue Administration zum Aufbau eines Mehrschichtsystems tendiert, ohne jedoch dessen einzelne Komponenten festgelegt zu haben.

Dieser Beitrag wird die Raketenabwehr-Optionen der neuen US-Administration untersuchen und einer ersten Bewertung unterziehen. Da es sehr wahrscheinlich ist, daß auch für ein mögliches Bush-System wesentliche Komponenten des NMD-Systems der Clinton-Administration verwendet werden, werden wir zudem eine Übersicht über den gegenwärtigen Stand der NMD-Technologie geben. Wir beginnen mit einer knappen Beschreibung der Arbeitsweise dieses Systems, dessen Schwächen sowie der Probleme, die durch das Testprogramm aufgeworfen werden. Wir beschreiben dann mögliche Modelle für ein »erweitertes NMD-System« und deren technische Eigenschaften. Schließlich stellen wir das Garwin-Postol-BPI-System als ein mögliches Ersatzsystem vor.

Es geht in diesem Beitrag zunächst vor allem um eine technische Kritik; die politischen Implikationen der verschiedenen Optionen werden daher nicht ausführlich diskutiert. Weder das bisher geplante NMD-System noch die hier diskutierten Erweiterungen sind mit dem ABM-Vertrag kompatibel. Für eine detailliertere Betrachtung der möglichen Konsequenzen der Stationierung von Raketenabwehrsystemen für Abrüstung und Rüstungskontrolle sowie alternativer Strategien verweisen wir auf eine Reihe anderer Veröffentlichungen.[3]

2. Das NMD-System

2.1 Architektur und gegenwärtiger Status

Das Grundprinzip des unter der Clinton-Administration entworfenen NMD-Systems ist es, anfliegende Gefechtsköpfe von Interkontinentalraketen (ICBM) durch direkte Treffer mit Abfangflugkörpern, den *Exoatmospheric Kill Vehicles* (EKV), zu zerstören. Dies soll außerhalb der Erdatmosphäre geschehen, nachdem die Gefechtsköpfe sich von ihren Antriebsraketen abgetrennt haben und sich antriebslos auf ballistischen Flugbahnen auf ihre Ziele zubewegen. Die notwendigen Informationen über den Beginn eines Raketenangriffs, die Flugbahn der anfliegenden Gefechtsköpfe sowie über deren Unterscheidung (Diskriminierung) von möglicherweise ebenfalls mitfliegenden Attrappen und Täuschkörpern sollen von Infrarotsensoren auf Frühwarn- und Bahnverfolgungssatelliten, bodengestützten Radaranlagen sowie weiteren Infrarotsensoren auf dem EKV bereitgestellt werden.

Der eigentliche Abfangvorgang würde beginnen, sobald eine angreifende Rakete von Frühwarnsatelliten (zunächst von bereits existierenden, geostationären »DSP« -Satelliten, zukünftig von deren Nachfolgesystem, den »SBIRS-high« -Satelliten) mit Hilfe von Infrarotsensoren, die die Hitze des Antriebsstrahls registrieren, erkannt würde. Die Bahnverfolgung übernähme anschließend eine Reihe von Frühwarnradarstationen, die sich in Nordamerika, Großbritannien

* Die Erarbeitung dieser referierten Studie wurde unterstützt durch Mittel des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Rahmen prioritärer Maßnahmen für die Friedens- und Konfliktforschung.

1 The White House, Office of the Press Secretary, Remarks by the President to Students and Faculty at National Defense University, 1. Mai 2001.

2 Presidential Election Forum: The Candidates on Arms Control, in: Arms Control Today, September 2000.

3 Vereinigung Deutscher Wissenschaftler (VDW), Memorandum: Warnung vor den Raketenabwehrplänen der USA – Plädoyer für ein europäisches »Diplomatie Zuerst!« -Konzept, Wissenschaft und Frieden, 1/2001; Tom Bielefeld, Götz Neuneck: US-Raketenabwehr – Zurück zum globalen Schutzschild?, in: Wissenschaft und Frieden 1, Januar 2001, S. 7-11; Tom Bielefeld, Götz Neuneck: Projektverbund Präventive Rüstungskontrolle – Raketenabwehrsysteme und internationale Sicherheit, Kurzzusammenfassung für das Fachgespräch am 15. März 2001 in Berlin (www.ifsh.de); Bernd W. Kubbig: US Raketenabwehr – Deutsche Optionen, in: Blätter für deutsche und internationale Politik 5, Mai 2001.

und Grönland befinden und für diese Aufgabe in den kommenden Jahren aufgerüstet werden müssen. In einer späteren Ausbauphase des NMD-Systems sollen zusätzlich Infrarotsatelliten (»SBIRS-low«) stationiert werden, die sich auf niedrigeren Umlaufbahnen bewegen. Mit diesen Flugbahninformationen würden eine oder mehrere der hochauflösenden X-Band-Radarstationen gefüttert werden, von denen am Ende der letzten Ausbaustufe weltweit neun Exemplare stationiert werden sollen. Diese Radaranlagen sollen die Position des Ziels mit hoher Genauigkeit feststellen und diese Daten an den Abfangflugkörper weitergeben. Das in der Zwischenzeit gestartete EKV besäße wiederum Infrarotsensoren zur Zieldiskriminierung sowie Steuerdüsen, die es ihm ermöglichen sollen, das Ziel nach dessen Identifizierung direkt anzusteuern und durch eine Kollision zu zerstören. Die Annäherungsgeschwindigkeit läge dabei in einer Größenordnung von zehn Kilometern pro Sekunde. Sollte der Abfangflugkörper sein Ziel im ersten Anflug verfehlen, so würden, wenn es die Zeit erlaubt, weitere Abfangflugkörper eingesetzt werden, die mit den genaueren Daten aus den Sensoren des ersten EKV ausgestattet wären. Für das Gesamtsystem hatte die Clinton-Administration 250 Abfangflugkörper vorgesehen, die an zwei Orten (Alaska und Nord-Dakota) stationiert werden sollten.

Die Komponenten des NMD-Systems befinden sich gegenwärtig in unterschiedlichen Entwicklungsphasen. Im engen Zeitplan der Clinton-Administration, nach dem die erste Ausbaustufe des Systems für 2005 und die Fertigstellung des Gesamtsystems für 2011 geplant war, gibt es eine ganze Reihe von bereits eingetretenen oder absehbaren Verzögerungen. So sind beispielsweise beim Entwicklungsprogramm für die schnelle Antriebsrakete, die das EKV in den Weltraum bringen soll, Verzögerungen um mindestens ein Jahr zu erwarten.[4] Dies hat u.a. zur Konsequenz, daß weiterhin nicht getestet werden kann, ob das EKV die, im Vergleich zur bisher verwendeten Ersatzrakete, stärkeren Beschleunigungen und Erschütterungen aushalten wird. Der Bau des ersten X-Band-Radars in Alaska wird sich ebenfalls um ein Jahr verschieben. Wegen der widrigen Wetterbedingungen kann auf der vorgesehenen Baustelle auf einer Aleuten-Insel nur wenige Wochen im Jahr, im Frühsommer, gearbeitet werden. Die Entscheidung, mit den Bauarbeiten noch in diesem Jahr zu beginnen, hätte Präsident Bush daher bereits in den ersten Wochen seiner Amtszeit treffen müssen.

Einem kürzlich erschienenen Bericht[5] des *US General Accounting Office* (GAO) zufolge gibt es erhebliche Schwierigkeiten im Entwicklungsprogramm für den Infrarotsatelliten zur Bahnverfolgung SBIRS-low. Das GAO benennt drei Einzelpunkte:

1. Nach dem gegenwärtigen Zeitplan soll im Jahre 2003 mit der Produktion der Satelliten begonnen werden. Allerdings kann der erste einjährige Testflug mit einem Prototypen erst im Jahre 2006 gestartet werden. Die Ergebnisse dieses Tests, die ursprünglich für die Überprüfung und Verbesserung des Satellitendesigns verwendet werden sollten, werden dadurch erst fünf Jahre nach Produktionsbeginn vorliegen und so auch erst nachträglich in den Produktionsprozeß eingearbeitet werden können.
2. Die Schwierigkeiten bei der Software-Entwicklung für das System wurden unterschätzt. Das hat zur Folge, daß die vollständige Computersoftware für die Satelliten erst im Jahre 2010 vorliegen wird, nachdem also die ersten Satelliten gestartet sein werden. Bis dahin werden die Satelliten wegen unvollständiger Programmierung nicht alle ihnen gestellten Aufgaben erfüllen können.
3. Fünf von sechs kritischen Komponenten des Systems wurden als noch nicht ausgereift bewertet, darunter sämtliche Sensorkomponenten.

Der Bericht kommt zu dem Schluß, daß ein großes Risiko besteht, daß das SBIRS-low-System entweder »nicht rechtzeitig, nicht zu den geplanten Kosten oder nicht mit der erwarteten Leistungsfähigkeit« fertiggestellt werden wird.

2.2 *Gegenmaßnahmen*

Das NMD-System würde, wenn alle Komponenten einwandfrei funktionierten, wahrscheinlich zukünftig in der Lage sein, einzelne ungetarnte Gefechtsköpfe abfangen zu können. Allerdings, und dies ist entscheidend, wird das System mit Hilfe von offensiven Gegenmaßnahmen bzw. Penetrationshilfen überwunden werden können. Zu diesen Gegenmaßnahmen gehört u.a. die Überforderung des Systems durch den Einsatz von Submunition oder Täuschkörpern, die Methode der Anti-Simulation, d.h. das Tarnen eines Gefechtskopfs als Attrappe, sowie das Verbergen des Gefechtskopfs in einer Wolke aus Metallstreifen, die Radarstrahlen reflektieren.

Die USA, Rußland, China, Großbritannien und Frankreich haben verschiedene Gegenmaßnahmen entwickelt und teilweise in ihre Langstreckenraketen eingebaut. Auch technisch weniger weit entwickelte Staaten wären in der Lage, mit der ersten Generation von Langstreckenraketen effektive Penetrationshilfen zu stationieren. Die Konstruktion von Anti-Simulations-Täuschkörpern oder Submunitions-Behältern ist weniger aufwendig als die Konstruktion der Raketen selbst.

Eine detaillierte Studie einfacher Penetrationshilfen wurde im April letzten Jahres von der *Union of Concerned Scientists* und dem *MIT Security Studies Program* publiziert.[6] Sie befaßt sich insbesondere mit den technischen Voraussetzungen und der Effektivität dreier offensiver Gegenmaßnahmen:

1. *Submunition für biologische oder chemische Kampfstoffe.* Würde ein Angreifer den Kampfstoff statt in einem Gefechtskopf in Dutzenden kleinerer Submunitions-Behälter transportieren und diese bereits in einer frühen Phase des Flugs freisetzen lassen, so wäre das Abwehrsystem durch die zahlreichen anfliegenden Ziele überfordert.
2. *Anti-Simulations-Täuschkörper für das Verbergen von nuklearen Gefechtsköpfen.* Würde der Gefechtskopf im Inneren eines für das Radar undurchsichtigen, metallbeschichteten Ballons verborgen und würden neben diesem Ballon zahlreiche weitere, leere Ballons freigesetzt werden, so

4 The Washington Times, 2. September 2000.

5 United States General Accounting Office: Defense Acquisitions – Space-Based Infrared System-low at Risk of Missing Initial Deployment Date. GAO-01-6, Februar 2000.

6 Andrew M. Sessler, John M. Cornwall, Bob Dietz, Steve Fetter, Sherman Frankel, Richard L. Garwin, Kurt Gottfried, Lisbeth Gronlund, George N. Lewis, Theodore A. Postol, David C. Wright: Countermeasures – A Technical Evaluation of the Operational Effectiveness of the Planned US National Missile Defense System. Union of Concerned Scientists, MIT Security Studies Program, Cambridge, April 2000 (www.ucsusa.org).

könnte die Abwehr ebenfalls überfordert werden. Schwere und leichte Objekte bewegen sich im Weltraum gleichartig. Ihr Infrarotsignal wird durch die Temperatur bestimmt, die sich ebenfalls leicht manipulieren läßt, am einfachsten durch den Farbanstrich der Ballons und der davon abhängigen Absorption des Sonnenlichts.

3. *Gefechtsköpfe mit stickstoffgekühlter Hülle.* Eine Kühlung des Gefechtskopfs verringert das Infrarotsignal und kann auf diese Weise die Detektion des Gefechtskopfs durch die Sensoren des EKV verhindern oder zumindest solange hinauszögern, bis das EKV keine Zeit mehr hat, auf sein Ziel hin zu manövrieren.

Neben der *Countermeasures*-Studie wurde im vergangenen Jahr eine weitere Analyse veröffentlicht, auf deren politische Auswirkungen später noch näher eingegangen werden wird. Diese Untersuchung von Theodore Postol vom MIT beruht auf technischen Unterlagen über den ersten NMD-Vorbeiflugtest im Jahre 1997 und zeigt, daß in den IR-Signalen von Gefechtsköpfen keine Merkmale existieren, die nicht durch einfachste Täuschkörper (gestreifte Ballons) simuliert werden könnten. Dieses Ergebnis, das wir aufgrund der uns vorliegenden Unterlagen bestätigen können, ist dramatisch, denn es ist für die Funktionsfähigkeit des NMD-Systems entscheidend, daß das EKV die Diskriminierung und Identifizierung des Zielobjekts autonom durchführen kann. Bodengestützte Radaranlagen können zwar bei der Diskriminierung assistieren, sind jedoch alleine nicht ausreichend. Dies hat mehrere Gründe: Zunächst gibt es eine Reihe von Radar-Gegenmaßnahmen, die sich leicht mit anderen Penetrationshilfen kombinieren lassen. Beispielsweise sind metallbeschichtete Anti-Simulations-Ballons sowohl für das Radar als auch für das EKV ununterscheidbar. Aber selbst wenn das Radar in der Lage sein sollte, das korrekte Ziel zu identifizieren, muß es dem EKV die genaue dreidimensionale Abbildung der Zielposition relativ zu den als Attrappen erkannten Objekten übergeben. Da das Radar aber lediglich in der radialen Richtung eine hohe Auflösung besitzt, nicht aber im Raumwinkel, kann die Unschärfe der relativen Positionsbestimmung der Objekte groß genug sein, um die Erstellung einer »Karte« für das EKV zu verhindern. Dieser Effekt hängt stark von der Entfernung der einzelnen Objekte untereinander und von der Geometrie des Abfangvorgangs ab.[7]

Die NMD-Sensoren, auch mögliche künftige aktive Sensoren am EKV, sind auf die von den Zielobjekten reflektierte bzw. emittierte elektromagnetische Strahlung angewiesen. Daher sind entscheidende Innovationen in der Sensortechnik, die beispielsweise das Diskriminierungsproblem bei Anti-Simulation lösen könnten, nicht zu erwarten. Viele der Gegenmaßnahmen ließen sich lediglich neutralisieren, wenn anstelle des EKV ein Nuklearsprengkopf eingesetzt würde. Die Einführung von nuklearen Abfangflugkörpern wäre jedoch eine äußerst dramatische Maßnahme und scheint gegenwärtig nicht geplant zu sein.

2.3 Testprogramm

Im NMD-Flugtestprogramm der dem Pentagon zugehörigen Raketenabwehrbehörde BMDO fanden ernstzunehmende Gegenmaßnahmen bisher wenig Beachtung, und dies obwohl ursprünglich die ersten drei Abfangtests als Grundlage für die Bewertung der technischen Machbarkeit des Gesamtprojekts und somit für die Stationierungsentscheidung des Präsidenten hätten dienen sollen.[8]

Zwei Vorbeiflugtests, im Juli 1997 und Januar 1998, bereiteten die eigentlichen Abfangtests vor, indem EKV-Prototypen Sensordaten über Gefechtsköpfe und Attrappen sammelten. Diese beiden Tests wurden zunächst als Erfolg gewertet. Dennoch wurde nach diesen Flügen die Anzahl der Attrappen für die späteren Abfangtests, im Oktober 1999 sowie im Januar und Juli 2000, drastisch gesenkt, nämlich auf einen einzigen hellen Ballon. Dieser runde Ballon, der sich schon äußerlich deutlich von einem konisch geformten Gefechtskopf abhebt, leuchtete unter den Versuchsbedingungen dazu sechs bis sieben Mal heller als der Gefechtskopf, war für die EKV-Sensoren also leicht von diesem zu unterscheiden.

Von den dann folgenden ersten drei Abfangtests war, trotz des Verzichts auf realistische Gegenmaßnahmen und der Tatsache, daß sich das Ziel weitgehend »kooperativ« verhielt (das Abfangteam kannte die Flugbahn und die Angriffszeit, die physikalischen Eigenschaften des Ziels und der Attrappe, sowie die genauen Koordinaten des Gefechtskopfes, die dieser über einen Sender übermittelte), nur der erste erfolgreich. Der zweite Test scheiterte durch das Versagen des Kühlsystems für den EKV-Infrarotsensor.
Beim dritten Test verhinderte eine Fehlfunktion der letzten Trägerstufe das Ausklinken des EKV, so daß beide zusammen unverrichteter Dinge ins Meer stürzten.

Die Verwendung kooperativer Ziele und der Verzicht auf den Einsatz echter Gegenmaßnahmen bilden die Hauptkritikpunkte am NMD-Testprogramm. Zu Beginn einer Testreihe ist ein solches Vorgehen zwar üblich und gerechtfertigt. Allerdings sollen nach den bisherigen Planungen auch bei den noch verbleibenden sechzehn weiteren Flugtests bis zur Erststationierung keine realistischen Gegenmaßnahmen zum Einsatz kommen.[9] Daher hat das Testprogramm als Grundlage für eine Bewertung der technischen Machbarkeit des NMD-Projekts, d.h. der Fähigkeit des Abwehrsystems, einen realen Raketenangriff abzufangen, keine Aussagekraft. Als Grundlage für eine Stationierungsentscheidung ist es ungeeignet.

Vor dem dritten Test im Juli 2000 ging man vielerorts davon aus, daß dem System im Erfolgsfalle vom US-Verteidigungsminister die technische Reife bescheinigt werden würde. Nach dem Scheitern des Tests mehrten sich jedoch auch im Kongreß die Stimmen, die für eine Verschiebung der Stationierungsentscheidung eintraten. In der Tat zitierte Clinton in seiner Rede vom 1. September die beiden fehlgeschlagenen Testflüge als eine Begründung dafür, daß ihm das Vertrauen in die NMD-Technologie noch fehle.[10] Weitere

7 Countermeasures, a. a. O., S. 75-79.

8 Tom Bielefeld, Götz Neuneck: Ende der Illusion?, Spektrum der Wissenschaft, September 2000, S. 92-94. Eine offizielle Bewertung des NMD-Testprogramms findet sich in: Statement by The Honorable Philip E. Coyle, Director, Operational Test and Evaluation, Before the House Committee on Government Reform, Subcommittee on National Security, Veterans Affairs, and International Relations, 8. September 2000 (http://sun00781.dn.net/spp/starwars/congress/2000_h/coyle_sept_8.htm).

9 Ballistic Missile Defense Organization: IFT Targets Selections as of 05/05/00 (unclassified).

10 The White House, Office of the Press Secretary, Remarks by the President on National Missile Defense, 1. September 2000.

»robuste Entwicklungs- und Testprogramme« seien nötig, um die »operative Effektivität« des Systems zu prüfen. Der nächste Test ist nunmehr auf Mitte 2001 verschoben worden. Inwieweit unter der neuen Führung das NMD-Testprogramm überarbeitet werden wird, bleibt abzuwarten.

2.4 *Manipulationsvorwürfe*

Ebenfalls abzuwarten bleiben die Folgen der oben bereits erwähnten Analyse von Theodore Postol über die inhärenten Probleme der EKV-Sensoren bei der Unterscheidung zwischen Gefechtsköpfen und Attrappen. Die von Postol analysierten Unterlagen wurden im Rahmen der Klage einer entlassenen Mitarbeiterin gegen ihren ehemaligen Arbeitgeber TRW veröffentlicht. TRW war von Boeing beauftragt worden, die Zielerkennungs- und Diskriminierungssoftware für den EKV-Prototypen bereitzustellen, der beim ersten NMD-Vorbeiflugtest 1997 eingesetzt wurde. Bei diesem Test flog das EKV an einem Feld mit zehn Objekten vorbei, dem Gefechtskopf, acht Attrappen verschiedener Form und Größe sowie dem Bus, auf dem die neun anderen Objekte in den Weltraum gebracht wurden. Dabei wurde die EKV-Sensoreinheit getestet und es wurden Daten gesammelt, mit denen die Auswertealgorithmen überprüft werden sollten. Laut BMDO war dieser Test erfolgreich. Die Sensoren hätten die Objekte abgebildet und die Software sei in der Lage gewesen, den Gefechtskopf von den Attrappen zu unterscheiden.

Postols Analyse der Unterlagen hingegen zeigte, daß die gemessenen Signale der zehn Objekte keinerlei Merkmale enthielten, die zur Unterscheidung von Gefechtsköpfen und Attrappen hätten dienen können. Darüber hinaus hätten sich Inkonsistenzen und deutliche Hinweise auf Datenmanipulationen gefunden, die den Beteiligten, d.h. den Unternehmen und dem Pentagon, bekannt gewesen sein mußten.[11] Im April 2000 erhob Postol öffentlich, in einem Brief an den Stabschef im Weißen Haus, gegen die beteiligten Institutionen den Vorwurf des »wissenschaftlichen Betrugs«.[12] Das Pentagon reagierte auf diese Vorwürfe, indem es den Brief und die technischen Anhänge, die allesamt aus nicht geheimen Unterlagen bestanden, wenige Tage später als geheim einstufte. Auffällig ist auch, daß nach dem zweiten Testflug, der wie der erste ein Vorbeiflugtest war, entgegen den ursprünglichen Planungen die Anzahl der Attrappen für die eigentlichen Abfangtests auf eine einzige reduziert wurde, nämlich den hellen Ballon.[13] Des weiteren soll, wie oben bereits erwähnt, bei den kommenden Abfangtests ebenfalls auf realistische Attrappen verzichtet werden. Zur Zeit sind die Vorwürfe Postols Gegenstand einer Überprüfung durch das *General Accounting Office*

11 Den Autoren dieses Artikels liegen die technischen Unterlagen, auf die Postol sich bezieht, teilweise vor. Wir teilen die wissenschaftlichen Ergebnisse seiner Analyse und können ebenfalls bestätigen, daß diese Unterlagen in entscheidenden Passagen inkonsistente Behauptungen und irreführende bzw. physikalisch unhaltbare Schlußfolgerungen enthalten.

12 Theodore A. Postol, Letter to John Podesta, White House Chief of Staff, 11. Mai 2000; William J. Broad, Antimissile System's Flaw Was Covered Up, Critic Says, New York Times, 18. Mai 2000.

13 Kleinere Ballons, deren Infrarotsignatur der des Gefechtskopfs ähnlicher ist und die ursprünglich ebenfalls bei den ersten Abfangtests hätten mitfliegen sollen, wurden, wahrscheinlich aufgrund der Erfahrungen aus den Vorbeiflugtests, nicht mehr berücksichtigt.

3. Optionen für eine »umfassendere Raketenabwehr«

3.1 *Optionen*

Die Tatsache, daß die neue US-Administration ihre Raketenabwehrpläne noch nicht definiert hat, kompliziert die gegenwärtige politische Diskussion erheblich. Unter Berücksichtigung der bisherigen Aussagen Bushs (zeitnahe Stationierung eines letztlich umfassenderen Systems) können drei mögliche Optionen für seine Administration formuliert werden.[14]

1. *Erhalt der bisherigen NMD-Architektur, Erhöhung der Anzahl einzelner Komponenten.* Das grundsätzliche Festhalten an der bisherigen NMD-Architektur, bei gleichzeitiger Erhöhung der Anzahl der Abfangflugkörper und der Stationierungsbasen für Abfangflugkörper, hätte aus der Sicht der neuen Administration eine Reihe von Vorteilen. Da keine neuen Komponenten entwickelt werden müssen, wäre diese Option zügig umzusetzen, d.h. etwa im bisher geplanten Zeitrahmen (2005/06-2011). Dies bedeutet, daß die erste Ausbaustufe des Systems noch während einer etwaigen zweiten Amtszeit Bushs bereitstehen könnte. Des weiteren könnten zusätzliche Abfangstellungen (z.B. an der Ostküste) und Flugkörper als eine Maßnahme der neuen Administration präsentiert werden, die die Verwundbarkeit des Clinton'schen Systems verringert.
2. *Ergänzung des NMD-Systems durch zusätzliche Komponenten, Schaffung eines »Mehrschichtsystems«.* Zusätzlich zu einer Erhöhung der Zahl der Abfangstellungen und Flugkörper könnte die Bush-Administration eine Ergänzung des Systems durch neue Komponenten erwägen. Ein solches Vorgehen ist denkbar im Hinblick auf die Ankündigung, auch befreundete und alliierte Staaten sowie US-Truppen, die sich im Einsatz außerhalb der USA befinden, vor Raketenangriffen zu schützen. In Frage kommen für diese Option insbesondere seegestützte Systeme, die auf der Basis von gegenwärtig in der Entwicklung befindlichen TMD-Systemen, wie das *Navy Theater Wide-System* (NTW), entstehen könnten, zukünftig aber auch der luftgestützte Laser ABL.
3. *Entwicklung einer neuen NMD-Architektur.* Eine weitere, allerdings nicht sehr wahrscheinliche, Möglichkeit besteht darin, eine neue, eigenständige NMD-Architektur zu entwickeln, die nicht oder nur zum Teil auf den bisherigen Komponenten aufbaut. Ein Modell, für das schon seit einiger Zeit von konservativen Kreisen, insbesondere von der *Heritage-Foundation*[15], geworben wird, ist ein rein seegestütztes NMD-System, d.h. ein System, dessen Abfangflugkörper und Radaranlagen auf eigens zu diesem Zweck umgebauten Navy-Schiffen stationiert werden.

3.2 *Bewertung der Optionen*

1. Eine Erhöhung der Anzahl von Abfangflugkörpern und Abfangstellungen würde die Verwundbarkeit des NMD-

14 George Lewis: Missile Defense Options for the Bush-Administration, Beitrag auf der Konferenz »NMD and TMD After the US-Elections«, Berlin, 16. 2. 2001.

15 The Heritage Foundation, Defending America: A Plan to Meet the Urgent Missile Threat, Report by the Heritage Foundation's Commission on Missile Defense, March 1999 (http://www.heritage.org/missile_defense).

Systems gegen einfache Penetrationshilfen nur unwesentlich verringern. Pro Abfangversuch stünden mehr EKV als bisher zur Verfügung, was bei Angriffsszenarien ohne Penetrationshilfen und ohne Radar-Gegenmaßnahmen bzw. mit nur sehr wenigen Täuschkörpern zu einer erhöhten Abfangwahrscheinlichkeit führen würde. An der grundsätzlichen Verwundbarkeit des Systems durch offensive Gegenmaßnahmen würde sich jedoch nichts ändern. Beispielsweise würden Angriffe mit Submunition oder einer größeren Anzahl von Attrappen das System weiterhin überfordern. Dieses System bliebe zudem eine rein nationale Raketenabwehr; die Verteidigung von Gebieten außerhalb der USA ließe sich damit nicht realisieren.

2. Für die mögliche Ergänzung des bisherigen NMD-Systems werden verschiedene Gefechtsfeld-Raketenabwehrsysteme (*Theater Missile Defense*, TMD) diskutiert, die sich bereits in der Entwicklung befinden: Das mobile, landgestützte THAAD-System (*Theater High Altitude Area Defense*) und das seegestützte NTW-System (Block II) sind ausgelegt für die Verteidigung eines Bereichs von wenigen hundert Kilometern Durchmesser gegen Angriffe mit Mittelstreckenraketen einer Reichweite bis zu 3.500 km. Sie können zudem mit den Frühwarnsatelliten und Radaranlagen des NMD vernetzt und so in ein nationales Raketenabwehrsystem integriert werden. Dies würde es ihnen auch ermöglichen, ihre theoretischen Schutzbereiche erheblich auszuweiten, womit sie ein signifikantes strategisches Potential erhielten.[16]

NTW wird häufig als Ergänzung zum landgestützten NMD-System genannt, weil es bei einem Angriff als »vorne stationiertes« System frühere und zusätzliche Abfangversuche unternehmen könne und darüber hinaus den Abwehrschirm um den ganzen Globus spannen würde. Allerdings müßte NTW für den Einsatz gegen die schnelleren Gefechtsköpfe von ICBM in wesentlichen Teilen neu konstruiert werden. Diese Aufgabe stellt höhere Anforderungen an die Fähigkeiten zur Bahnverfolgung und Diskriminierung, sowie an die Geschwindigkeit der Antriebsrakete und Treffgenauigkeit der Abfangflugkörper. Da NTW in die bestehende Infrastruktur des AEGIS-Schiffsverteidigungssytems eingegliedert werden soll, würden diese neuen Anforderungen zu erheblichen technischen Schwierigkeiten führen. Beispielsweise würden die physischen Dimensionen der Startvorrichtungen auf den AEGIS-Schiffen die Größe und Schubkraft der Antriebsraketen und damit deren Beschleunigung und das Gewicht des Abfangflugkörpers begrenzen.[17]

Nach dem gegenwärtigen Zeitplan, der die genannten Modifikationen nicht enthält, ist mit einer Stationierung des NTW Block II-Systems nicht vor 2010 zu rechnen. Wesentliche Veränderungen des Systems könnten dieses Datum weiter nach hinten verschieben, obgleich die Bush-Administration in dem Fall, daß sie sich für die Einbeziehung von NTW in eine strategische Raketenabwehr entscheidet, die Entwicklung wohl forcieren würde.

Die Fertigstellung von THAAD ist für 2007 geplant. Dieses System ist, aufgrund seiner Auslegung für die Bekämpfung von Mittelstreckenraketen, auch als Teil einer europäischen Raketenabwehr (zum Schutz der in Europa stationierten US-Streitkräfte) im Gespräch. Sowohl THAAD als auch NTW funktionieren, ähnlich wie das NMD-System, durch Kollision eines Abfangflugkörpers mit dem anfliegenden Gefechtskopf außerhalb oder in den oberen Schichten der Erdatmosphäre. Beide Systeme sind damit jedoch durch einfache Gegenmaßnahmen auf ähnliche Weise verwundbar wie das NMD-System. Angriffe mit Submunition werden beide Systeme nicht abwehren können. Ihre bisher geplanten Sensorkomponenten und Abfangflugkörper werden zudem geringere Fähigkeiten zur Diskriminierung haben als die des NMD-Systems.

Als weitere mögliche Ergänzung zum NMD-System käme der luftgestützte Laser (ABL) in Betracht. Stationiert an Bord einer Boeing 747, soll ein chemischer Laser mit einer Reichweite von einigen hundert Kilometern feindliche Raketen in deren Antriebsphase, d.h. noch über dem Staatsgebiet des Angreifers zerstören. Theoretisch würde der ABL, der für die Abwehr von Kurz- und Mittelstreckenraketen entwickelt wird, auch gegen ICBM eingesetzt werden können, wahrscheinlich sogar mit größerer Wirkung, weil diese dünnere und damit mit einem Laser leichter zu beschädigende Wände besitzen. Ferner dauert die Antriebsphase bei ICBM länger und führt die Rakete weiter aus der Atmosphäre hinaus, so daß der Laser einerseits mehr Zeit und andererseits weniger dichte Luftschichten zu durchqueren hätte.

Nach den sehr optimistischen Planungen der US Air Force ist der erste Testflug des ABL-Prototyps für 2003 angesetzt. Die Stationierung von bis zu sieben Flugzeugen soll demnach im Jahre 2007 beginnen. Die Effektivität des ABL, der mit der Nutzung des Lasers auf einem neuen Waffenprinzip beruht, läßt sich zur Zeit von unabhängiger Seite noch schwer einschätzen.[18] Neben den immensen technischen Schwierigkeiten, die die Installation eines Megawatt-Lasers an Bord eines Flugzeugs mit sich bringt, plagen das Projekt gegenwärtig noch eine Reihe von Problemen physikalischer Natur. Eine zentrale Frage ist dabei, wie die Aufweitung des Laserstrahls und dessen Intensitätsabnahme über große Entfernungen, die unter anderem durch atmosphärische Turbulenzen und Aerosolstreuung verursacht werden, verringert werden können. Es

16 Lisbeth Gronlund, George Lewis, Theodore Postol, David Wright: Highly Capable Theater Missile Defenses and the ABM Treaty, Arms Control Today, April 1994.

17 Die Masse des Abfangflugkörpers ist bei Wuchtgeschossen (»Hit-to-kill«) ein wichtiger Parameter für deren Letalität. Zudem spielen Massebegrenzungen auch eine entscheidende Rolle bei der Sensorausstattung des Flugkörpers. Eine detaillierte Diskussion der Tauglichkeit der AEGIS-Startvorrichtungen für Abfangflugkörper für NMD-Missionen findet sich in Rodney W. Jones: Taking National Missile Defense to Sea. Council for a Livable World Education Fund, October 2000 (http://www.clw.org/ef/seanmd.html).

18 Für die bisher einzige umfassende, unabhängige Untersuchung des ABL-Systems siehe Geoffrey E. Forden: The Airborne Laser, IEEE Spectrum vol. 34, no. 9, S. 40-49, September 1997. Offizielle Analysen finden sich in: United States General Accounting Office: Theater Missile Defense – Significant Technical Challenges Face the Airborne Laser Program, GAO/NSIAD-98-37, Oktober 1997; Defense Acquisitions – DOD Efforts to Develop Laser Weapons for Theater Defense, GAO/NSIAD-99-50, März 1999.

ist daher ohne weiteres möglich, daß sich die Stationierungsdaten für den ABL weiter nach hinten verschieben. Auch ein Scheitern des Projekts kann nicht ausgeschlossen werden.

Die Verknüpfung von land-, see- und luftgestützten Systemen würde ein globales Mehrschichtsystem (*layered defense*) schaffen, das angreifende Raketen in jeder ihrer Flugphasen – Antriebsphase, mittlere Flugphase, Wiedereintritt – zu bekämpfen versuchen würde. In der innenpolitischen Diskussion könnte man mit der Entwicklung eines Mehrschichtsystems zumindest teilweise der Kritik am bisherigen NMD-Konzept begegnen, indem man behauptete, die technischen Unzulänglichkeiten einer jeden Komponente durch die anderen Teilsysteme auffangen zu können. Allerdings ginge diese Argumentation fehl, vor allem, weil Land- und Seekomponente konzeptionell dieselben Schwächen aufweisen und zudem vorläufig unklar ist, ob der luftgestützte Laser je funktionieren wird. In den Ländern, die schon dem bisherigen NMD-System kritisch gegenüber stehen, würde das Konzept eines Mehrschichtsystems, das natürlich auch nicht mit dem ABM-Vertrag vereinbar ist, wohl auf noch größere Abneigung stoßen.

3. Eine rein seegestützte strategische Raketenabwehr, wie sie die Heritage-Foundation vorgeschlagen hat, würde gemäß einer Studie des BMDO[19] eine längere Entwicklungszeit in Anspruch nehmen als das landgestützte NMD, dessen Entwicklungsprogramm bereits weit fortgeschritten ist. Die oben erwähnten technischen Schwierigkeiten bei der Umrüstung der AEGIS-Infrastruktur für die Aufgabe der Abwehr von ICBM-Gefechtsköpfen verhindern eine schnelle und kostengünstige Stationierung eines solchen Systems. Ein Verzicht auf die landgestützten X-Band-Radaranlagen würde die Fähigkeiten der Abwehr zudem weiter einschränken, die Entwicklung neuer Radaranlagen für die beteiligten Schiffe das Projekt hingegen verzögern. Es ist unwahrscheinlich, daß die Bush-Administration diese Verzögerungen in Kauf zu nehmen bereit wäre.

3.3 Raketenabwehr im Weltraum?

Die *Heritage-Foundation* hat in ihrem Bericht neben dem Vorschlag für ein seegestütztes NMD-System auch dessen Ergänzung durch zwei Abwehrsysteme im Weltraum angeregt.

Das erste System, das noch aus SDI-Zeiten als »*Brilliant Pebbles*« bekannt ist, bestünde aus Hunderten von kinetischen Abfangflugkörpern, die als Satelliten die Erde umkreisen sollen. Im Hinblick auf die hohen Kosten, die lange Entwicklungsdauer und die zu erwartenden immensen technischen Schwierigkeiten ist dieser Vorschlag als in absehbarer Zeit nicht praktikabel anzusehen. Eine massive Stationierung von Weltraumwaffen würde zudem schwerwiegende sicherheits- und rüstungskontrollpolitische Konsequenzen nach sich ziehen.

Das zweite System, der weltraumgestützte Laser SBL, befindet sich gegenwärtig in der Studienphase. Mit einer Stationierung kann frühestens im Jahre 2020 gerechnet werden. Über die Effektivität des SBL bzw. dessen technische Machbarkeit kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt, gut eine Dekade vor dem ersten geplanten Testflug eines Prototypen und ohne jegliche Erfahrung mit dem luftgestützten Laser ABL, noch keine Aussage gemacht werden.

4. Das Garwin-Postol-BPI-System als Alternative

Seit Anfang letzten Jahres existiert ein Vorschlag unabhängiger Experten für ein Raketenabwehrsystem, mit dem man, alternativ zum NMD, möglichen Bedrohungen aus den »besorgniserregenden« Staaten begegnen könnte, ohne auch nur theoretisch die russischen und chinesischen Offensiv-Kapazitäten zu entwerten.[20] Grundidee dieses Vorschlags von Richard Garwin und Theodore Postol ist es, statt dauerhaft einen »Abwehrschirm« über große Territorien wie die USA oder Europa zu spannen, im Falle einer Krise gewissermaßen einen »Deckel« über die potentiellen Angreiferstaaten zu legen. Grundlage des Vorschlags ist ein am Boden stationiertes BPI-System (*Boost-Phase Defense*), das angreifende Raketen bereits in deren Antriebsphase abfängt. Ein solches System ist technisch attraktiv, weil die beschleunigende Rakete ein großes, helles und damit leicht zu verfolgendes Ziel bietet. Submunition und Täuschkörper sind noch nicht ausgestoßen worden, andere Gegenmaßnahmen vergleichsweise aufwendig.

Das Garwin-Postol-BPI-System würde Abfangflugkörper verwenden, die in unmittelbarer Nähe des Angreifers, nicht weiter als einige hundert Kilometer entfernt, stationiert werden müßten. Der Grund dafür ist die extreme Zeitkritikalität dieser Abfangmethode. Die Antriebsphase einer ICBM dauert nicht länger als etwa vier Minuten. In dieser Zeit müßte der Start der feindlichen Rakete registriert werden, ihre Flugbahn berechnet, die Abfangrakete gestartet und schließlich der Abschuß erfolgt sein.

Bei kleineren Staaten von der Größe Nord-Koreas oder des Irak stellt diese Einschränkung kein unüberwindliches Problem dar. Die Abfangflugkörper müßten in solchen Szenarien auf Schiffen im Japanischen oder Kaspischen Meer oder in kooperierenden Ländern wie der Türkei stationiert werden. Garwin und Postol haben auch angeregt, für die Bekämpfung von Raketen aus Nord-Korea eine gemeinsame amerikanisch-russische Abfangstellung in der Nähe der koreanisch-russischen Grenze zu postieren. Rußland selbst und auch China hätten aufgrund ihrer Größe und ihrer Möglichkeiten, Raketenstellungen außerhalb der Reichweite des Systems zu errichten, von einem solchen System nichts zu befürchten.[21] Aus diesem Grunde hofft Garwin, daß das BPI-System für diese Staaten eher akzeptabel wäre und

19 Ballistic Missile Defense Organization: Summary of Report to Congress on Utility of Sea-Based Assets to National Missile Defense, 1. Juni 1999.

20 Theodore Postol: Hitting Them Where It Works, in: Foreign Policy, Winter 1999/2000, S. 117; Boost-Phase Missile Defense Concepts for Protecting the US from Postulated Rogue-State ICBMs. Beitrag auf der Konferenz »NMD and TMD After the US-Elections«, Berlin, 16. 2. 2001; Richard L. Garwin: A Defense that Will Not Defend. The Washington Quarterly 23:3, Summer 2000; The Wrong Plan. The Bulletin of the Atomic Scientists, March/April 2000.

21 Dies bedeutet jedoch auch, daß dieses System versehentliche Raketenangriffe aus Rußland nicht würde abwehren können, ein Nachteil, den es mit den anderen NMD- und TMD-Systemen gemein hat, die von den Penetrationshilfen der russischen ICBM überfordert würden.

daß über die auch für das BPI-System notwendigen Anpassungen des ABM-Vertrags leichter ein Konsens zu finden sein wird. In der Tat hatte der russische Präsident Putin Anfang Juli 2000 im Vorfeld des Moskauer Gipfeltreffens mit Präsident Clinton angedeutet, Rußland und die USA könnten bei örtlich begrenzten Raketenabwehrsystemen zusammenarbeiten.[22]

Die Zeitkritikalität und die erforderliche Nähe zum Angreifer werfen dennoch eine ganze Reihe von Problemen auf. So wäre das System leichter verwundbar gegen direkte Angriffe. Zudem schlössen die extrem kurzen Reaktionszeiten lange Befehlsketten aus. Zeit für eine Autorisierung des Abwehrversuchs durch höhere Kommandoebenen oder die politische Führung bliebe im Falle eines gegnerischen Raketenstarts nicht mehr. Politische Komplikationen wären in den Fällen zu erwarten, in denen Abfangstellungen auf dem Territorium von Nachbarstaaten des vermeintlichen Angreifers unterhalten würden.

Es existieren natürlich auch bei diesem Konzept technische Schwierigkeiten. Eines der zu lösenden Probleme ist die Notwendigkeit, nicht nur den Körper der anfliegenden Rakete, sondern deren Kopf, den Gefechtskopf selbst, zu treffen und zu zerstören: Dieser kann, wenn er nicht direkt getroffen wird, unter ungünstigen Umständen auch nach der Zerstörung der Antriebsstufe weiterfliegen und schließlich, zwar nicht im Ziel, aber möglicherweise doch in großer Entfernung vom Startplatz einschlagen und Schaden anrichten. Wie weit der Gefechtskopf nach der Zerstörung der Antriebsstufe noch fliegen kann, hängt vom Zeitpunkt des Abschusses ab. Je später die Antriebsstufe zerstört wird, desto höher ist die kinetische Energie des Gefechtskopfs und desto größer seine mögliche Reichweite. Bei einem Angriff aus Nord-Korea, bei dessen Abwehrversuch nur die Antriebsstufe zerstört würde, wäre die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, daß der Gefechtskopf im Osten Rußlands aufschlagen würde. Bei mißglückten Abfangversuchen von Angriffen aus dem Iran oder Irak könnten sowohl Rußland als auch Osteuropa getroffen werden.

Aus diesem Grunde schlagen Postol und Garwin die Konstruktion eines neuen Abfangflugkörpers vor, dessen Sensorik den Raketenkopf identifizieren kann und dessen Manövrierdüsen auch in der Lage sein würden, das möglicherweise ungleichmäßig beschleunigende Ziel anzusteuern und mit ausreichender Genauigkeit zu treffen. Ein solches, komplexeres *Boost-Phase Kill Vehicle* muß aufgrund seines relativ hohen Gewichts und der erforderlichen starken Beschleunigung von großen Abfangraketen transportiert werden. Dies schließt die Nutzung der zu kleinen AEGIS-Startvorrichtungen wahrscheinlich aus.[23] Statt dessen könnten z.B. landgestützte Abfangstellungen eingerichtet oder Frachtschiffe umgerüstet werden.

5. Schlußfolgerungen

Das NMD-System der Clinton-Administration sowie die Flächenverteidigungssysteme THAAD und NTW können mit Hilfe einfacher Penetrationshilfen überwunden werden. Jedes Land, das in der Lage ist, Mittel- oder Langstreckenraketen zu bauen, d.h. jeder potentielle Angreifer, besitzt die technischen Fähigkeiten, die zur Konstruktion effektiver Penetrationshilfen erforderlich sind. Folglich werden weder NMD noch THAAD oder NTW verläßliche Abwehrsysteme gegen mit Massenvernichtungswaffen bestückte Langstreckenraketen darstellen. Auch Verbesserungen der Sensorkomponenten werden die inhärente Verwundbarkeit dieser Systeme gegen offensive Gegenmaßnahmen nicht entscheidend verringern können.

Die bisher durchgeführten bzw. geplanten NMD-Tests lassen dieses Problem außer acht, indem sie auf die Einbeziehung realistischer Gegenmaßnahmen verzichten. Daher haben diese Tests als Grundlage für eine Bewertung der technischen Durchführbarkeit des NMD-Projekts, d.h. der Fähigkeit des Systems, einen echten Raketenangriff abzufangen, keine Aussagekraft.

Auch etwaige Ergänzungen des NMD-Systems durch die Bush-Administration, etwa durch eine Erhöhung der Anzahl der Abfangflugkörper oder auch durch die Einbeziehung von modifizierten TMD-Systemen, würden das Abwehrsystem qualitativ nicht verbessern. Die zur Zeit inoffiziell diskutierten seegestützten Abwehrsysteme würden darüber hinaus weder schnell noch kostengünstig zu stationieren sein.

Das Garwin-Postol-BPI-Konzept, das gegenwärtig lediglich als Vorschlag existiert, stellt hingegen sowohl technisch wie auch sicherheitspolitisch eine interessante Alternative zu NMD dar. Um den Grad der Verläßlichkeit eines solchen Systems und dessen Grenzen zu bewerten, bedarf es allerdings weiterer Studien.

22 Michael R. Gordon: Putin Offers Alternative Anti-Missile Plan. The New York Times, 3. Juni 2000.

23 Im vergangenen Jahr wurde ein weiteres BPI-Konzept von einer Gruppe um John Deutch vorgeschlagen, das auf einem Umbau von AEGIS-Plattformen beruhte, technische Details jedoch vermissen ließ. Deutch und seine Kollegen wollen ihr BPI-System nicht als Ersatz für NMD, sondern lediglich als Übergangslösung verstanden wissen. Ihrer Ansicht nach sei das geplante NMD-System noch nicht ausgereift, und eine verfrühte Stationierungsentscheidung würde zudem den Beziehungen zu Russland und China schweren Schaden zufügen. John Deutch, Harold Brown, John P. White: National Missile Defense: Is There Another Way? Foreign Policy, Summer 2000.