

Schadensfolgen nach Angriffen mit ballistischen Raketen¹

Vor vierzehn Jahren, genauer am 16. März 1988, setzten irakische Kampfflugzeuge Giftbomben gegen die Zivilbevölkerung der nord-irakischen Stadt Halabja gnadenlos ein. In wenigen Stunden wurden durch die Senf- und die Nervengase Tabun, Sarin und VX ungefähr 5000 Kurden und Assyrer umgebracht, andere 10 000 erlitten schwerste Verletzungen. Während des zweiten Golfkrieges von 1991 wurden aus Irak 81 Scud-modifizierte Raketen gegen Israel und Saudi Arabien abgefeuert mit dem Ziel, die arabischen Staaten zum Ausscheren aus der anti-irakischen Koalition zu motivieren. Auch wenn die irakischen Raketen oft das Ziel verfehlten und nicht mit Giftgas ausgerüstet waren, lösten sie speziell in Israel traumatische Erinnerungen (Holocaust) aus, da Irak vorher bereits mehrfach Israel mit Giftgasangriffen gedroht hatte.

Spätestens nach diesen zwei kriegerischen Ereignissen ist der Öffentlichkeit die Gefahr der ballistischen Raketen als Trägermittel für Massenvernichtungswaffen bewusst geworden.

Die Fachsektion Systemanalyse der Gruppe Rüstung in Bern, in Zusammenarbeit mit der Fachsektion Chemie und Biologie des AC-Laboratoriums in Spiez, hat letztes Jahr ein Modell zur Schadensermittlung infolge von Einsätzen ballistischer Raketen mit konventionellen oder chemischen Gefechtsköpfen entwickelt. Ein Hauptinteresse am Modell besteht darin, den Nutzen – im Sinne von verhinderten Schäden – durch passive und aktive Gegenmaßnahmen zu quantifizieren. Es trägt den Name ESCADAM als Zusammensetzung der Abkürzungen von „Estimation of Casualties and Damage of Attacking Ballistic Missile“.

Wie für alle anderen Simulationsmodelle stützt sich auch ESCADAM auf bestimmte Annahmen und ist bestimmten Einschränkungen unterworfen.

¹ Europäische Raketenabwehr – Workshop, 23.-24.10.2001.

ESCADAM ermittelt das Schadensereignis für zwei Typen von Gefechtsköpfen: für den konventionellen Gefechtskopf mit einer TNT-Voll-Ladung und den chemischen Gefechtskopf mit verschiedenen Kampfstoffen: dieser letztere ist entweder Einzelgefechtskopf oder in Submunitionen unterteilt. Nukleare und biologische Gefechtsköpfe wurden nicht modelliert.

Eine partielle Zerstörung der ballistischen Rakete im Flug und demzufolge zusätzliche Schäden am Boden durch herunterfallende Trümmer, wurden nicht in Betracht gezogen.

Eine unvollständige Zerstörung des C-Gefechtskopfes und demzufolge ein mehr oder weniger schnelles Auslaufen der chemischen Kampfstoffe (Leckrate) aus den beschädigten Kampfstoffbehältern wurden ebenfalls nicht berücksichtigt.

Der Personenschaden ist mit der mittleren Anzahl gestorbener Menschen quantifiziert. Die Anzahl möglicher Verletzter wurde nicht bestimmt.

Methodik

Die Realisierung vom Modell ESCADAM verlangte die Zusammenarbeit mehrerer schweizerischer Bundesstellen, die entsprechende Module entwickelt oder Daten der Fachsektion Systemanalyse der Gruppe Rüstung zur Verfügung gestellt haben.

Je nach definiertem Angriffsszenario werden von ESCADAM die entsprechenden Daten zur Ermittlung der Schadensfolgen eingeholt: bei einem konventionellen Angriff kommen sowohl Personen- wie Sachschäden in Frage, bei einem C-Angriff praktisch nur Personenschäden. Das Ergebnis einer Berechnung besteht einerseits in einer Art „Schadenlandkarte“ und andererseits in der zahlenmäßigen Bestimmung der eigentlichen Schäden.

Figur 1 zeigt die verschiedenen Module und die entsprechenden beteiligten Bundesämter.

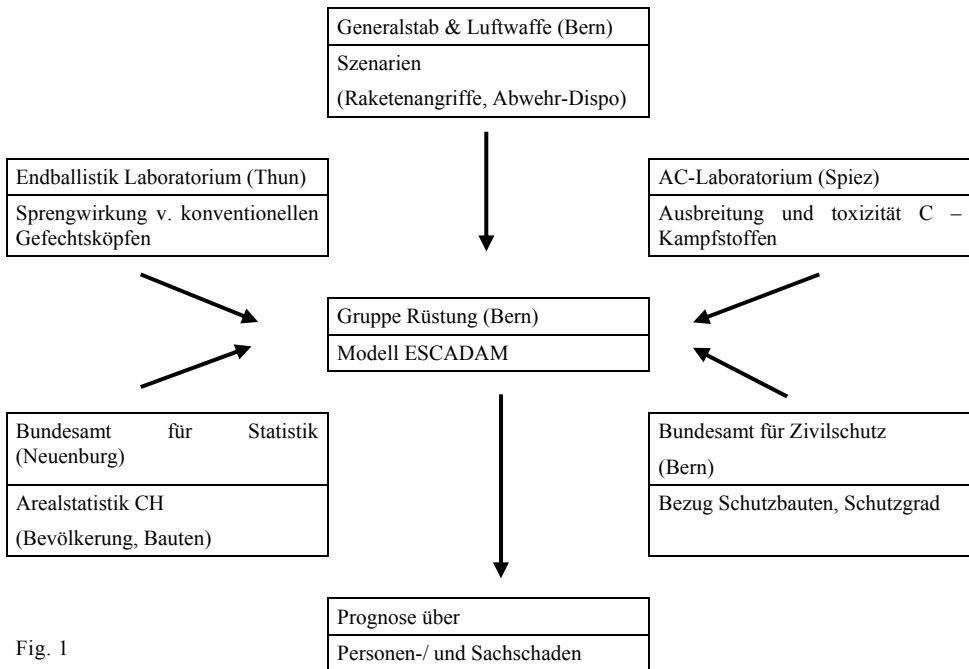


Fig. 1

Ermittlung der Schäden durch konventionelle Gefechtsköpfe

Basierend auf dem gesamten Sprengstoffgewicht der detonierten Ladung wird die Wirkung von konventionellen Gefechtsköpfen anhand einer einfachen Schadenshypothese ermittelt. Diese postuliert, dass das Schadenausmaß mit zunehmender Entfernung R vom Detonationspunkt mit der dritten Wurzel des Sprengstoffgewichts G abnimmt. Dies führt einfachheitshalber zur Definition von verschiedenen „Wirkkreisen“ (und entsprechende Radien) mit unterschiedlichen Schadensintensitäten. Die Schadensfolgen auch bei schweren Sprengladungen sind im allgemein relativ bescheiden, wie folgendes numerische Beispiel verdeutlicht.

- Für ein Sprengstoffgewicht von $G = 1000$ kg folgt:
- Totalschaden in einem Umkreis von 15 m,
- schwere Gebäudeschäden in einem Umkreis von 30 m,
- 100 Prozent Letalität innerhalb 40 m.

Ermittlung der Schäden durch chemische Gefechtsköpfe

Im Gegensatz zum Fall des konventionellen Gefechtskopfes werden die Schäden durch die C-Kampfstoffe nicht direkt im Modell ESCADAM selber berechnet, sondern zuerst wird die Dosiskonzentration des Kampfstoffes auf dem Boden mittels eines Ausbreitungsmodells des AC-Laboratoriums bestimmt. In ESCADAM werden diese Daten eingelesen und die Letalität des Kampfstoffes in Funktion der Dosiskonzentration berechnet. Aus Platzgründen wird hier auf eine Beschreibung des Ausbreitungsmodells verzichtet. Die wesentlichen Modellparameter, die die Ausbreitung des C-Kampfstoffes mehr oder weniger stark beeinflussen sind:

- Kampfstoffmenge
- Typ des Kampfstoffes
- Zeit nach der Freisetzung des Kampfstoffes
- Typ des Gefechtskopfes (Einzelgefechtskopf oder Submunition)
- Höhe der Zündung über Boden
- Meteorische Verhältnisse (Wind, Luftturbulenz)

Figur zwei zeigt die Ergebnisse einer Simulation mit dem Ausbreitungsmodell des AC-Laboratoriums. Es handelt sich um die Freisetzung von 550 kg Sarin aus einem Einzelgefechtskopf. Die anderen Bedingung lauten: Windstärke drei m/s, Zeitpunkt nach der Zündung 60 Minuten

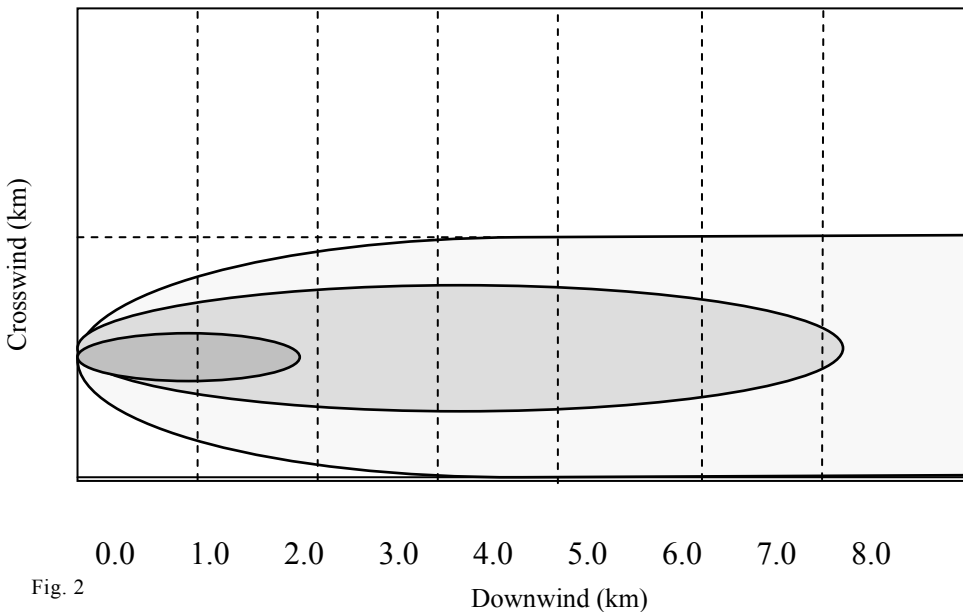


Fig. 2

Es sind die unterschiedliche Skala in den Achsen der Figur zwei und demzufolge die verzerrten Darstellungen der Isolinien zu beachten.

Die tödliche Wirkung eines bestimmten C-Kampfstoffes ist in erster Linie von der Toxizität des Kampfstoffes und von der inhalierten Dosis abhängig. Zwischen den verschiedenen Kampfstoffen herrschen große Differenzen in der relativen Toxizität wie folgende Tabelle veranschaulicht:

Kampfstoff	Rel. Toxizität
Chlorgas (Referenz)	1
Senfgas (Mustard)	13
Sarin (GB)	200
Soman (GD)	400
VX	2000

Die Abhängigkeit der menschlichen Letalität (Wahrscheinlichkeit) von der Schadstoffdosis Soman ist als Beispiel aus der Figur 3 zu entnehmen.

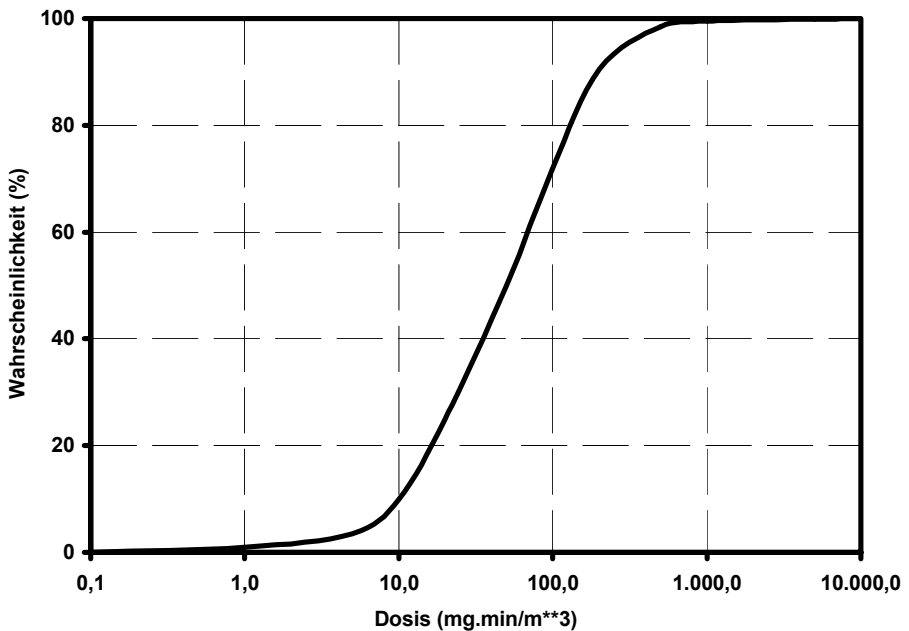


Fig. 3

Die Bestimmung des Personenschadens erfolgt durch eine multiplikative Kombination von Dosiskonzentration, Letalitätswert und Bevölkerungsdichte; sodann wird das Resultat über dem ganzen verseuchten Gebiet summiert.

Beispiele

Zur Illustration wird ein C-Einsatzszenarium mit gravierenden Auswirkungen vorgeführt. Dabei werden einige Beispiele (hier mit Fallstudien bezeichnet) untersucht, die den Einfluss von bestimmten Parametern, wie zum Beispiel unterschiedliche Schutzmaßnahmen, aufzeigen.

In einer ersten Fallstudie (mit drei Varianten) werden keine oder nur passive Schutzmaßnahmen angenommen: in zwei weiteren Fallstudien werden auch aktive Abwehrmaßnahmen vorausgesetzt. Der Raketenangriff (Mittelstreckenrakete) sei gegen ein stark besiedeltes Stadtgebiet (Zürich-Oerlikon) gerichtet. Die Bedingungen des Angriffes lauten:

- Einsatzdistanz: 2400 Kilometer, Richtung Süd-Ost.
- Gefechtskopf mit Submunitionen, C-Kampfstoff: 550 (kg) Soman;
- Koordinaten Aufschlagpunkt: 685 000/252 000;
- Freisetzung des Kampfstoffes: auf 4000 m über dem Meeresspiegel;
- mittlere Windgeschwindigkeit bei der Freisetzung: 10 m/s;
- mittlere Windgeschwindigkeit am Boden: 3 (m/s) aus Ost;
- Zeitpunkt der Berechnungen: 180 Minuten nach Freisetzung des Kampfstoffes.

Fallstudie eins: drei Situationen werden untersucht, die ersten zwei ohne, die dritte mit Vorwarnung.

- Kein Schutz, Bevölkerung im Freien (100 Prozent)
- Keine Vorwarnung: Bevölkerung im Freien (30 Prozent), Rest in Gebäuden (70 Prozent)
- Mit Vorwarnung: Bevölkerung im Freien (30 Prozent), in Gebäuden (20 Prozent) und in Schutzräumen (50 Prozent).

Fallstudie zwei: wie Fallstudie eins, aber der Raum Zürich wird von einem Abwehrdispositiv („Lower Tier“) geschützt, bestehend aus drei Launchers vom Typ PAC-3. Folgende zusätzliche Annahmen betreffend das Lower-Tier-System wurden getroffen:

- Das Abwehr-Cluster erhält die Einweisungsdaten der anfliegenden Rakete aus Frühwarn-/ und Alarmierungssatelliten („Cueing“).
- Ein Launcher bekämpft die anfliegende Rakete nur einmal.
- Der Wirkradius (Footprint) des Lower Tier-Systems beträgt 20 km.
- Die „Single Shot Kill Probabilty“ des Flugkörpers beträgt 70 Prozent.
- Mehrfacheinsätze aus verschiedenen Launchers werden als unabhängig und ohne Feuerkoordination betrachtet.

Fallstudie drei: wie Fallstudie zwei, aber die Schweiz wird zusätzlich von einem Abwehrdispositiv („Upper Tier“) geschützt, bestehend aus 1 Launcher vom Typ THAAD. Folgende (ähnliche) Annahmen betreffend das Upper Tier-System wurden getroffen:

- Das Abwehrsystem erhält die Einweisungsdaten der anfliegenden Rakete aus Frühwarn-/ und Alarmierungssatelliten („Cueing“).
- Der Launcher bekämpft die einfliegende Rakete nur einmal.
- Der Wirkradius (Footprint) des Upper Tier-Systems beträgt 150 km.
- Die „Single Shot Kill Probabilty“ des Flugkörpers beträgt 70 Prozent.
- Mehrfacheinsätze werden als unabhängig und ohne Feuerkoordination betrachtet.

Die Figur vier verdeutlicht die Ausgangssituation zur Fallstudie drei: einerseits die anfliegende ballistische Mittelstreckenrakete mit dem C-Gefechtskopf aus Süd-Ost und andererseits das zweistufige Abwehrdispositiv.

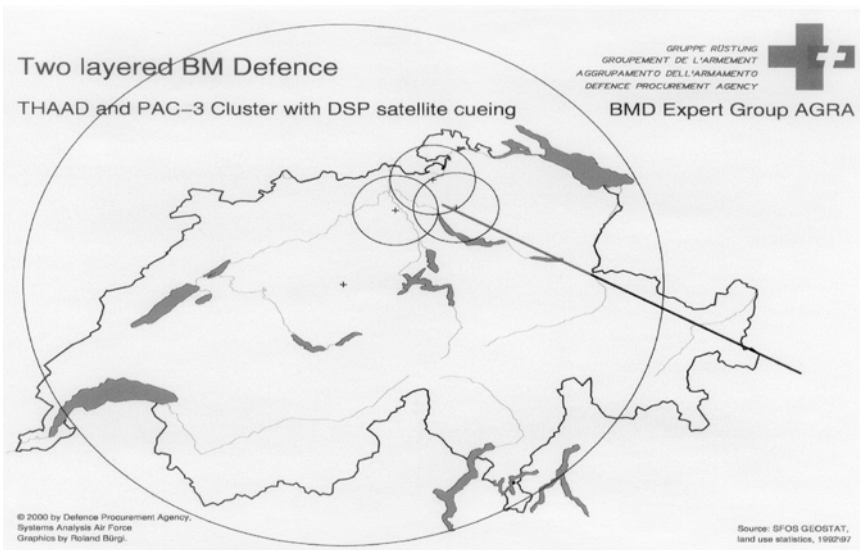


Fig. 4

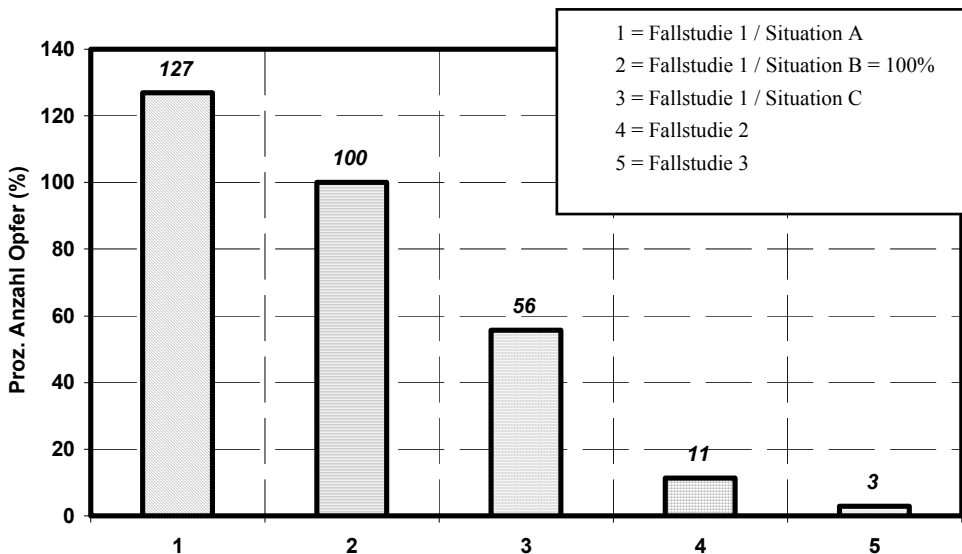
Ergebnisse Fallstudie 1: Mittlere Anzahl Opfer für die 3 Situationen A) bis C)

	Situation A)		Situation B)		Situation C)	
	Anteil	Anzahl Opfer	Anteil	Anzahl Opfer	Anteil	Anzahl Opfer
Im Freien	100%	16 928	30%	5078	30%	5'078
In Gebäuden	0%	0	70%	8295	20%	2'370
In Schützräumen	0%	0	0%	0	50%	0
Tot. Anzahl Opfer	16 928		13 373		7 448	

Ergebnisse Fallstudien zwei/drei: Vergleich der mittleren Anzahl Opfer für drei verschiedene Schutz- beziehungsweise Abwehrmaßnahmen.

	Wahrsch. von „durchgeschlüpfen“ Raketen (%)	Anzahl Opfer (Mittelwert)
Fallstudie 1 (Situation C, 50% in Schützräumen)	100.0 %	7'448 (56%)*
Fallstudie 2 (wie 1 + 3*PAC-3)	9.0 %	1'524 (11%)
Fallstudie 3 (wie 1 + 3*PAC-3 + 1*THAAD)	2.3 %	389 (3%)

* 100 Prozent = Anzahl Opfer Situation B (keine Vorwarnung)
Zusammenfassung der Resultate in Figur 5 grafisch dargestellt.



Aus diesen einfachen Fallstudien und auch ohne Anspruch auf Vollständigkeit lassen sich gleichwohl einige Kernaussagen machen:

Sofern militärische oder zivile wichtige Punktziele nicht getroffen werden, bleibt die Schadensfolge aus Raketenangriffen mit konventionellen Gefechtsköpfen im Allgemeinen bescheiden.

Raketenangriffe mit chemischen Gefechtsköpfen können auf die Zivilbevölkerung in stark besiedelten Agglomerationen verheerende Folge haben, sofern kein Schutz und keine Vorwarnung vorliegen.

Der einfachste und billigste Schutz der Zivilbevölkerung gegen C-Raketenangriffen besteht im Bezug von Schutzräumen: dies setzt aber eine rechtzeitige Vorwarnung voraus.

Aktive Abwehrsysteme können die Verluste drastisch reduzieren, insbesondere wenn ein „Two Layers“ Abwehrdispositiv zur Verfügung steht. Der Aufwand und vermutlich die Kosten sind dementsprechend groß. Trotzdem können sie keinen hundertprozentigen Schutz gewährleisten: sie wirken wie ein Schutzfilter, der aber keine absolute Dichtung garantiert.

Die Kombination von passiven (Schutzräume) und aktiven (Abwehrwaffen) Gegenmaßnahmen versprechen die besten Erfolge, Vorwarnung und „Cueing“ vorausgesetzt. In solche Fällen ist eine Reduktion der menschlichen Verluste, im Vergleich zu den ungeschützten Situationen, um mindestens den Faktor 10 zu erwarten.

Dipl.-Ing. Fausto de Marchi
Rüstungsexperte, Schweiz

Europäische Raketenabwehr – Workshop, Reichenau, 23./24.10.2001