



Dr. Christoph Wirz, Markus Nyffeler, Dr. Emmanuel Egger

31. Januar 2014

---

# **Kurze Übersicht der Effekte von Nuclear Electromagnetic Pulsen (NEMP) und möglichen Konsequenzen eines über Europa erzeugten NEMPs**

LN-WIC-2014-01

---

### Einleitung:

Mexiko organisiert vom 13. bis 14. Februar 2014 in Nayarit eine Konferenz über die humanitären Auswirkungen von Kernwaffen. Im Unterschied zur Konferenz in Oslo vom vergangenen März sollen in Mexiko vor allem globale Effekte und langzeitige Auswirkungen von Kernwaffenexplosionen auf die betroffene Bevölkerung sowie die zivile Infrastruktur behandelt werden.

Um die Schweizer Vertretung an dieser Konferenz zu unterstützen, wurde diese kurze Labornotiz verfasst, welche die möglichen Auswirkungen eines Nuclear Electromagnetic Pulse (NEMP) aufzeigt.

Zuerst werden physikalische Effekte beschrieben (das was man sicher weiss) und dann daraus abgeleitet eine grobe Abschätzung der möglichen Auswirkungen auf Mensch und Infrastruktur bei einem NEMP über Europa gemacht.

### Entstehung des NEMP:

Bei der Explosion einer Nuklearwaffe entsteht ein sehr intensiver aber extrem kurzer Puls von Gammastrahlung. Diese Gammastrahlung kollidiert mit Elektronen der Luftmoleküle und setzt diese mit hoher Geschwindigkeit frei (Compton Effekt). Diese Elektronen setzen in einem Kaskadeneffekt weitere Elektronen frei. Die leichten Elektronen bewegen sich weg von den ionisierten Atomen und es entstehen starke elektrische Felder.

Für einen starken elektromagnetischen Puls braucht es eine Anordnung, die nicht kugelsymmetrisch ist. Asymmetrie ist gegeben bei Explosionen nahe dem Boden und bei Explosionen ausserhalb der Atmosphäre.

### Einsatzhöhe:

Die Stärke und Ausdehnung des NEMP ist stark von der Explosionshöhe abhängig.

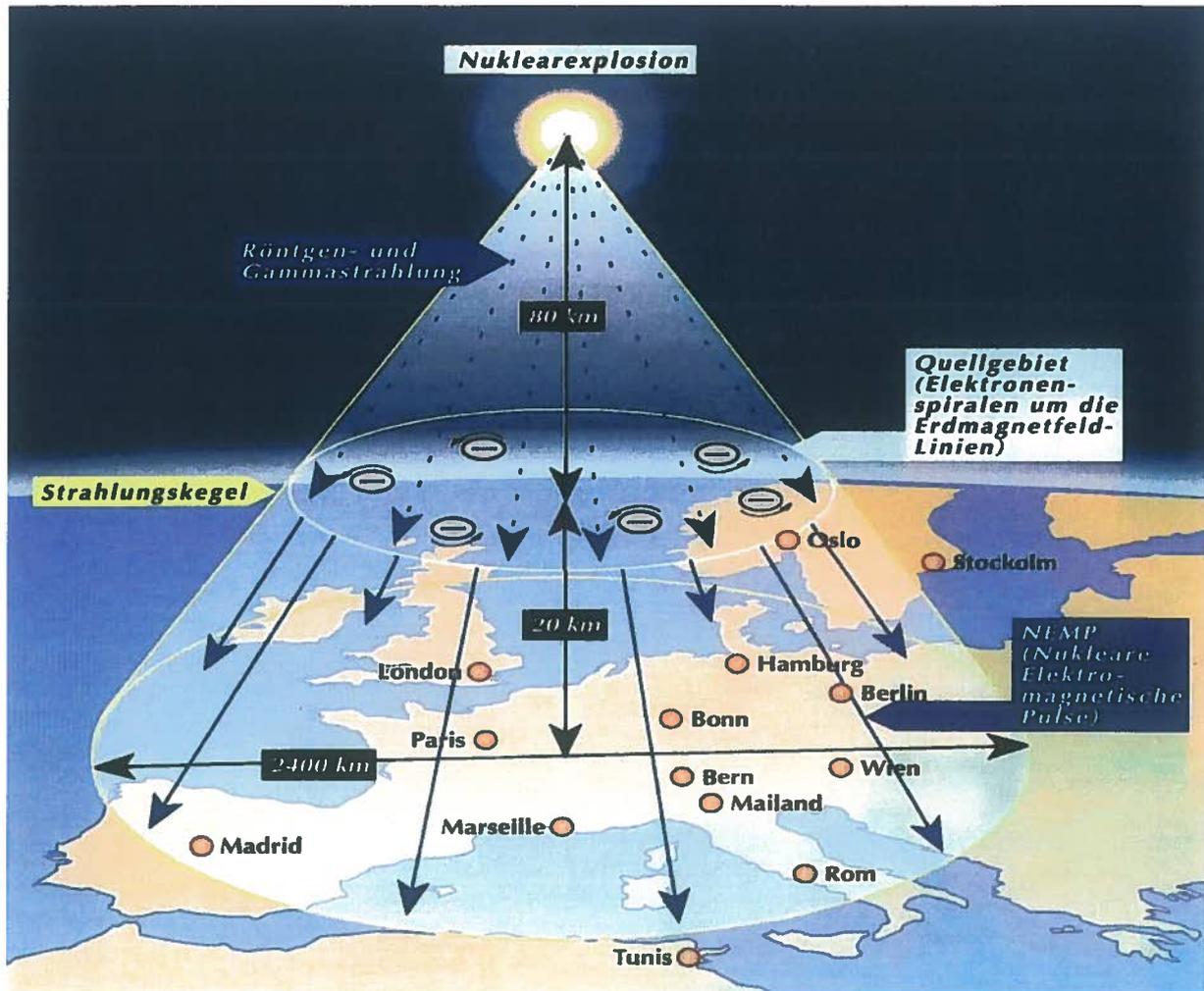
Bei **Bodenexplosionen** und bodennahen Explosionen entstehen die stärksten elektromagnetischen Pulse. Die Felder sind in Explosionsnähe sehr stark und nehmen mit der Distanz schnell ab. Für kleinere Explosionen sind sie nicht bedeutend, da sie nur dort stark sind, wo die Zerstörung durch die mechanischen Effekte gross ist. Für grosse Explosionen können sie auch ausserhalb der Zonen mit starken mechanischen Schäden (Druck, Temperatur) wirksam sein. Hilfskräfte von ausserhalb wären durch nicht funktionierende Kommunikation und fehlenden Strom in ihrer, ihre Kräfte ohnehin übersteigenden Aufgabe zusätzlich behindert. Dieser Fall wird hier nicht weiter betrachtet.

Mit **zunehmender Höhe** bis etwa 30 km wird der NEMP am Boden schwächer. Einerseits wegen der zunehmenden Distanz und der Symmetrie der Luft um das Explosionszentrum. Dieser Fall wird hier nicht weiter betrachtet.

Pulse, welche **ausserhalb der Atmosphäre** (40 km und höher) entstehen, werden international „High-altitude Nuclear Electro Magnetic Pulse (HEMP)“ oder Exo NEMP genannt.

Nuklear elektromagnetische Pulse, welche durch Explosionen in dieser Höhe entstehen, sind sehr stark. Verantwortlich dafür sind, die Asymmetrie der Anordnung, bei der sich der Hauptteil der Atmosphäre auf der der Erde zugewandten Seite der Bombe befindet, die langen Wege von Gammastrahlung und Elektronen sowie die Beschleunigung der Elektronen im Erdmagnetfeld.

Am Boden resultiert ein extrem kurzer Puls mit einer Feldstärke von einigen 10 kV/m an den meisten Orten und etwa 50 kV/m im Maximum. Die betroffene Fläche ist riesig und kann bei sehr grosser Explosionshöhe durchaus die Grösse von Europa erreichen. Im Folgenden werden die durch einen solchen HEMP hervorgerufenen Schäden genauer betrachtet.



#### Direkte Folgen des HEMP auf den Menschen:

Aufgrund von Druck, Temperatur und radioaktiver Strahlung wird es keine Todesfälle geben. Dazu ist die Distanz zum Explosionsort zu gross.

Die Anstiegszeit und die Dauer eines HEMP sind rund tausendmal kürzer als jene des Blitzes. Zudem ist der Mensch eine miserable Antenne für elektromagnetische Felder. Auch deshalb sind keine negativen Wirkungen der durch Blitz und HEMP erzeugten nicht ionisierenden elektromagnetischen Strahlen auf Lebewesen bekannt. Darum sollten diese einen HEMP unbeschadet überstehen.

Einzig die Berührung eines durch den HEMP induzierten Leiters (z.B. Viehhüter oder Antenne) könnte eine Gefahr darstellen.

#### Physikalische Wirkung des HEMP auf Geräte:

Durch Überspannungen werden enorme elektrische Ströme in Antennen, Drähten und metallischen Objekten induziert. Vor allem Energie- und Telefonleitungen können wegen ihrer Länge grosse Stromstösse einkoppeln, welche diejenigen hervorgerufen durch Blitze übertreffen würden. Diese Ströme schädigen elektronische Geräte, die mit diesen "EMP-Antennen" verbunden sind durch elektrische Überschlüsse und Kurzschlüsse, also Verbrennungen.

Kleine Geräte, wie Mobiltelefone, Uhren, Laptops, usw. sind weniger gefährdet, solange sie nicht mit dem Stromnetz verbunden sind.

Für grössere Systeme wie Flugzeuge, Lokomotiven oder Autos werden Aussagen schwierig. Am Labor Spiez wurden vor Jahrzehnten, solche grössere Systeme in einer Anlage getestet, welche einen HEMP simulieren kann. Es waren dies beispielsweise ein Jagdflugzeug Tiger F5, ein Panzer 87 Leopard sowie eine zivile Lokomotive. Während der Panzer keine Reaktion zeigte, konnte beim Tiger eine Störung hervorgerufen werden, welche jedoch für eine Mission nicht kritisch gewesen wäre. Die Lokomotive erlitt einen Schaden.

Die Schutzmassnahmen gegen die Auswirkungen des HEMP auf elektrische und elektronische Einrichtungen sind international bekannt und überprüft. Sie werden in der Armee bei Bedarf realisiert. Bei der zivilen kritischen Infrastruktur wird wegen der geringen Eintretenswahrscheinlichkeit eines HEMP sowie aus Kostengründen meist auf einen Schutz verzichtet.

#### Folgen eines HEMP auf die Infrastruktur:

Da es noch nie einen HEMP über unserer modernen Infrastruktur gegeben hat, weiss niemand sicher, wie umfassend die Schäden an den elektronischen Einrichtungen wären. Die indirekten Folgen und Kombinationseffekte sind ebenfalls kaum vorherzusehen, geschweige denn, wie lange eine Rückkehr zum Normalzustand dauern würde.

Hier trotzdem einige Spekulationen in einer Art "Top 10 Liste" der denkbaren Effekte bei einem HEMP über Europa:

- **Strom:** Die Stromversorgung wird zusammenbrechen. Der Stromausfall in einem grossen Teil von Europa vom 4. November 2006 hat gezeigt, welche Folgen eine an sich kleine Störung auf ein so vernetztes System haben kann. Ein HEMP wäre eine massive kontinentale Störung.  
Mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit werden mindestens die Steuersysteme und -Leitungen zur Verteilung der elektrischen Energie gestört oder beschädigt sein. Entsprechende Störungsbehebung und Reparatur ohne Strom könnten sich als sehr langwierig erweisen. In der Folge müssten die meisten Kraftwerke, namentlich die nuklearen, mangels Steuerung und Anschluss der Verbraucher abgeschaltet werden. Sollten die grössten Transformatoren der Hochspannungsleitungen zerstört werden, würde es Jahre dauern, um diese zu ersetzen oder zu reparieren. Sie werden oft kundenspezifisch hergestellt und haben jahrelange Lieferfristen. Obwohl landesweit Treibstoffreserven für drei Monate zur Verfügung stehen, könnten Notstromaggregate nur noch den angebauten Tank leeren, denn viele Tankstellen wären ohne elektrische Energie nicht in der Lage den Treibstoff zu pumpen und die anderen würden überlastet durch den grossen Ansturm.
- **Kommunikation:** Auch mit unbeeinträchtigter Stromversorgung ist damit zu rechnen, dass, ein massgeblicher Anteil der Kommunikationssysteme ausfallen wird, denn die Vernetzung besteht mindestens auf der „letzten Meile“ weitgehend noch aus Kupferkabeln. Diese sind zusätzlich in ländlichen Gebieten noch oft überirdisch. Das grösste Problem für die Kommunikation wird aber die ausfallende elektrische Energieversorgung sein. Basisstationen des Mobiltelefonnetzes sind grundsätzlich mit Batterien ausgerüstet, die eine Stunde Stromausfall überbrücken. Nach einer Stunde werden nur noch einige Basisstationen einen reduzierten Betrieb für priorisierte Kunden aufrechterhalten können. Nur wenige Telefonzentralen für die Festnetzanschlüsse der Schweizerischen Kommunikationskonzerne sind mit einer Notstromanlage ausgerüstet. Der situative gesteigerte Kommunikationsbedarf könnte damit nicht mehr bewältigt werden. Ein massgebender Teil der Kommunikationseinrichtungen der Armee basiert auf Dienstleistungen und / oder der Infrastruktur von Swisscom, welche seit dem Start der Privatisierung auf den NEMP-Schutz verzichtet. Die mobilen Kommunikationsdienste der Armee können bereits heute nur noch mit Unterstützung der Mobilkommunikation in kurzer Zeit aufgebaut werden. Für einen Aufbau ohne Mobilkommunikation fehlen Kenntnisse, Erfahrung und Übung.

Telekommunikationssatelliten mit Sichtverbindung zum Sprengpunkt werden abhängig von der Distanz mehr oder weniger stark von der Gammastrahlung getroffen. In der Wechselwirkung mit dem Material der Satelliten entstehen an elektronischen Komponenten ebenfalls Durchschläge und Verbrennungen.

- Privater Verkehr: Moderne Autos verwenden viel Elektronik und diese Elektronik ist aufgrund der modernen, leichten Bauweise schlechter geschützt als in älteren "Metallkisten". Da es aber nur kurze Antennen und wenige lange Kabel gibt, wo der HEMP einkoppeln kann, wird nur ein Teil der Fahrzeuge stehen bleiben. Ein Chaos wäre trotzdem zu erwarten, selbst wenn nur 5% der Fahrzeuge in den Städten und auf den Autobahnen ausfallen würden.
- Eisenbahn: Der öffentliche stromabhängige Verkehr steht still.
- Flugzeuge: Die Pilotierbarkeit von Flugzeugen, die sich während eines HEMP in der Luft befinden, könnte beeinträchtigt sein. Der Flugverkehr über Europa ist sehr dicht. Auch wenn die Piloten ihr Flugzeug noch steuern könnten, hätten sie das Problem des fehlenden Kontaktes mit der Leitstelle und damit fehlende Information wo sich andere Flugzeuge befinden. Mit Flugzeugabstürzen ist zu rechnen.
- Versorgung: Ohne elektrische Energie über Monate fallen beinahe alle für den täglichen, gewohnten Bedarf der Menschen benötigten Systeme aus. Vielerorts gibt es kein Leitungswasser, da die Pumpen keinen Strom haben. In Einkaufszentren kann ohne den Betrieb der Kassen kein einziger Artikel mehr bezogen werden. Die nicht gekühlten Waren verderben und infolge ausgefallener Kommunikation kann kein Nachschub bestellt und organisiert werden. Die wichtigsten Datenverbindungen der Banken werden in der Regel über die Infrastruktur der Kommunikationsunternehmen geführt. Beim Ausfall dieser Datenverbindungen werden die Geldströme infolge Unterbruch zu den Rechenzentren sofort stoppen. Kein Geldautomat wird mehr funktionieren. Ohne Strom funktioniert auch kaum eine Heizung. Im Winter würde dies zu erheblichen zusätzlichen Problemen führen.
- Ruhe und Ordnung: Es ist anzunehmen, dass Regierung, Armee und die Blaulichtorganisationen materiell und personell (Notfallinfrastruktur, Kenntnisträger) nicht genügend gut vorbereitet sind, um unter der Bevölkerung rechtzeitig mit Information und Führung für Ruhe und Ordnung zu sorgen. Weiss die Schweizer Bevölkerung dass sie für Informationen in Krisenlagen ein batteriebetriebenes FM-Radio (nicht DAB+ oder Internet) haben sollte? Dort wo Einkäufe noch möglich sind, würden Hamsterkäufe stattfinden. Bei lang andauernden Stromausfällen ist mit Plünderungen zu rechnen.
- Bei unterbrochener Kommunikation und gestörter Logistik ist die Beschaffung von Ersatzteilen aus nicht betroffenen Kontinenten massiv erschwert.

### Schlussfolgerungen:

Das Hauptproblem eines HEMP über Europa wäre definitiv die ausfallende elektrische Energieversorgung. Sie würde wahrscheinlich nicht nur für einige Stunden ausfallen sondern für Monate oder im schlimmsten Fall gar für Jahre.

Die ganze industrialisierte Kapitalgesellschaft würde vorübergehend auf den Stand der ärmsten Entwicklungsländer zurück geworfen werden. Mit dem Unterschied, dass die Menschen hier plötzlich und unerwartet in diese Lage kommen würden.

## Referenzen

- C.Sublette, Nuclear Weapons Frequently Asked Questions, August 2001  
<http://nuclearweaponarchive.org/Nwfaq/Nfaq0.html>
- Handbuch NEMP Schutz von elektronischen Geräten
- EN 61000-2-9 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). Teil 2:  
Umgebungsbedingungen. Hauptabschnitt 9: Beschreibung der HEMP-Umgebung-  
Störstrahlung. EMV Grundnorm
- Report of the Commission to Assess the Threat to the United States from  
Electromagnetic Pulse (EMP) Attack, April 2008

Die Verfasser:



Dr. Christoph Wirz  
Physik  
Chef Gruppe  
Rüstungskontrolle Nuklear



Markus Nyffeler  
KBW+T FBWTK  
armasuisse



Dr. Emmanuel Egger  
Physik  
Chef Gruppe  
Nuklearfragen

Visiert:



Dr. Mario Burger  
Chef Physik

Verteiler geht an:

EDA: Botschafter B. Laggner, R. Wollenmann  
CAM, BURG, WIC, EGM, NMA, BUA, Reg.