



# Kampffahrzeug Überlebensfähigkeit

Dr. Hanspeter Kaufmann

# RUAG



Together  
ahead. **RUAG**

# RUAG Defence



18..3.2013

# RUAG Defence



18..3.2013

# RUAG Defence



# RUAG Defence



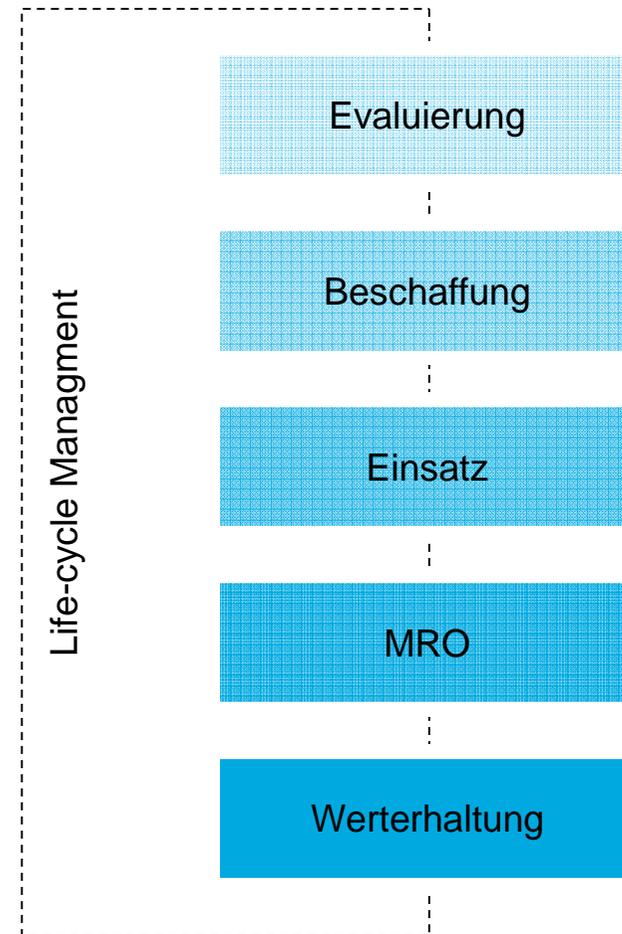
# RUAG Defence



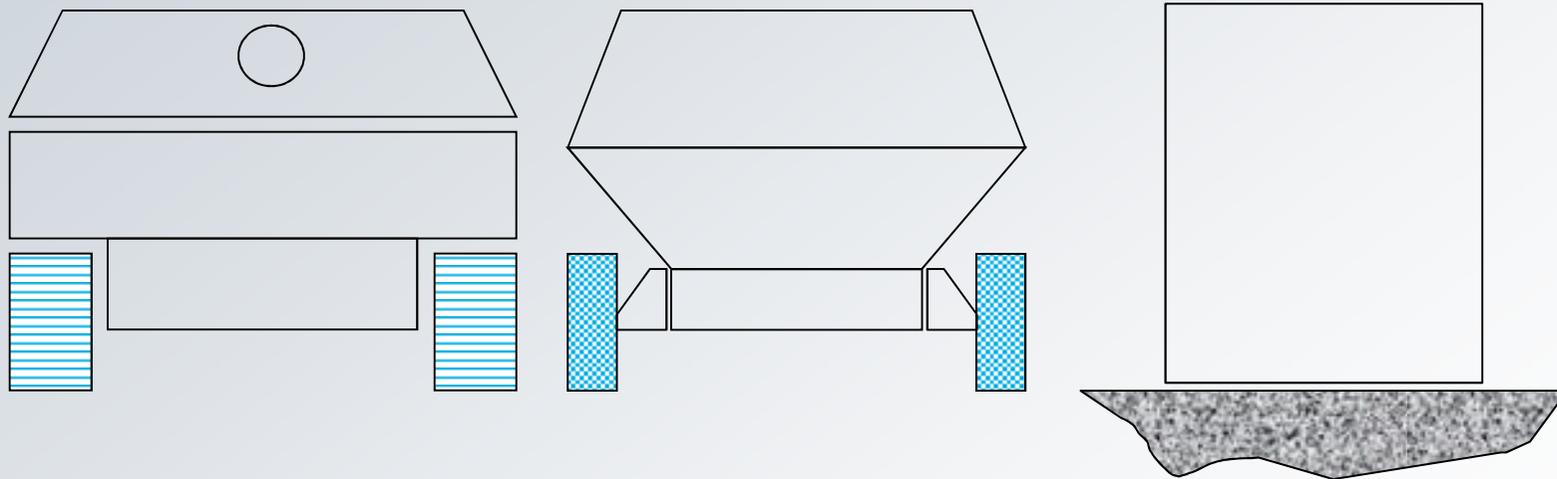
# Life Cycle Services - Einschlägige Erfahrung

Maximale Leistungsfähigkeit durch:

- Kosteneffiziente, hochqualitative MRO Arbeit
- Intelligente Life Cycle Programme
- Tiefgehendes Wissen über Fahrzeuge, Simulatoren, Trainingsausrüstung und C4I-Systeme
  - Einzigartige Infrastruktur



## Überlebensfähigkeit mobiler, bodengebundener Systeme...

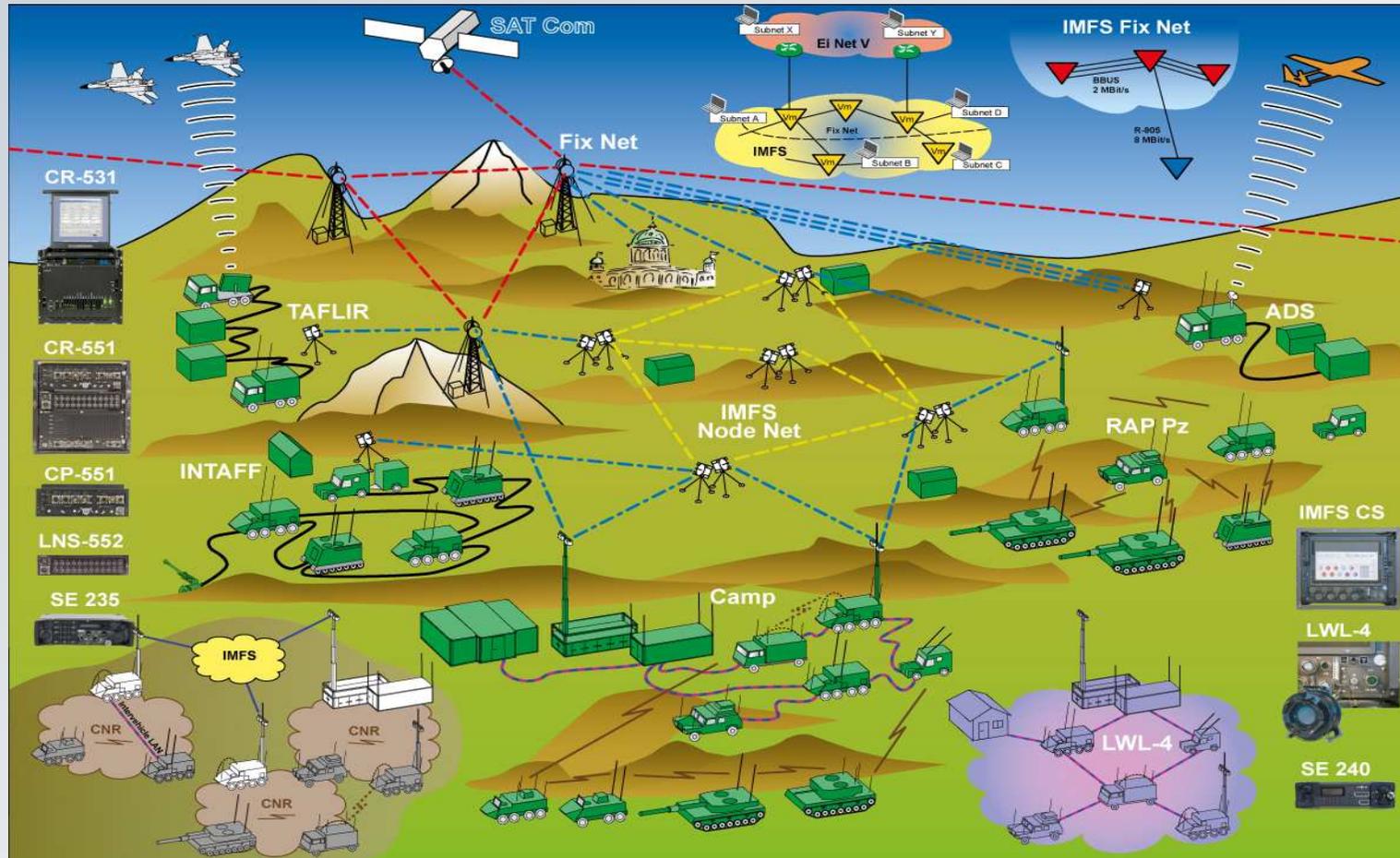


# Fokus Präsentation



WISSEN SCHAFFT ZUKUNFT

## ... in ihrer Einsatzumgebung



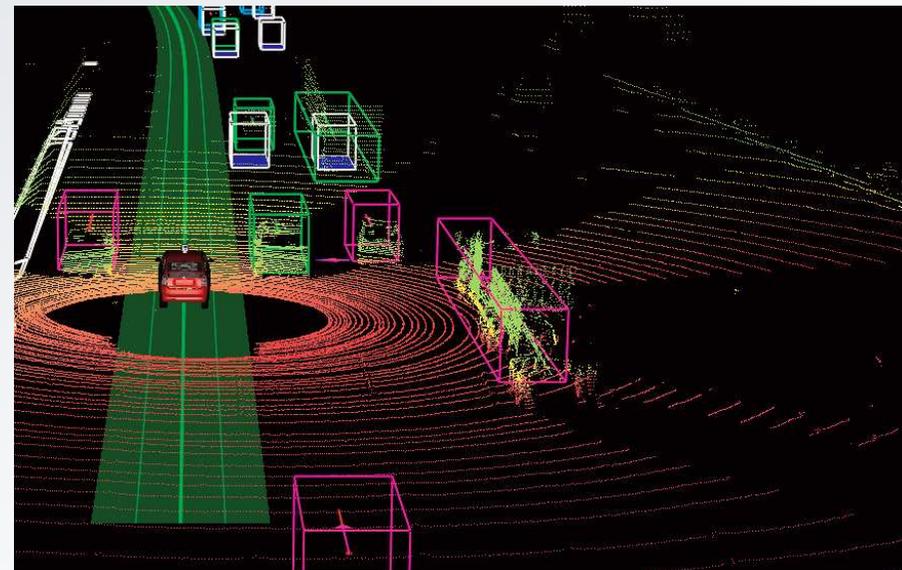
# Überlebensfähigkeit / Herausforderung



WISSEN SCHAFFT ZUKUNFT



## Wieso kümmert uns die Endballistik im Zeitalter von Cyberwar und Strahlenwaffen überhaupt noch?



# Überlebensfähigkeit / Herausforderung



WISSEN SCHAFFT ZUKUNFT

## Technologieschub: mobile, elektromagnetische Impulsquellen



Diehl car stopper



EMP attack vision

# Überlebensfähigkeit / Herausforderung

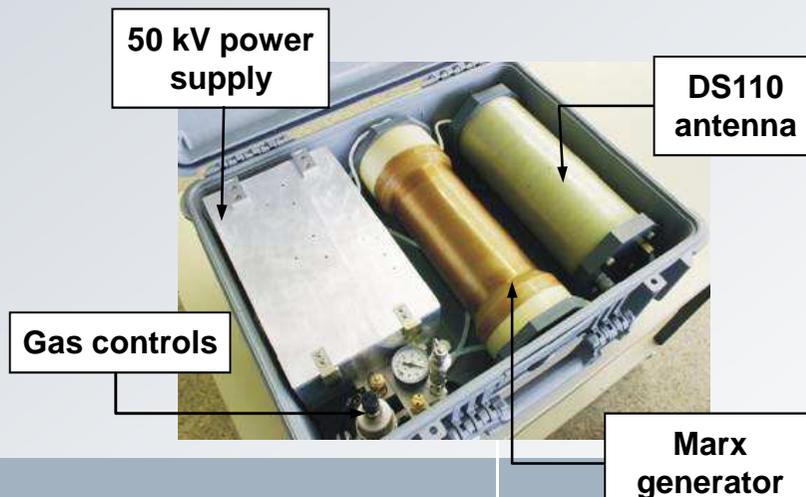


WISSEN SCHAFFT ZUKUNFT

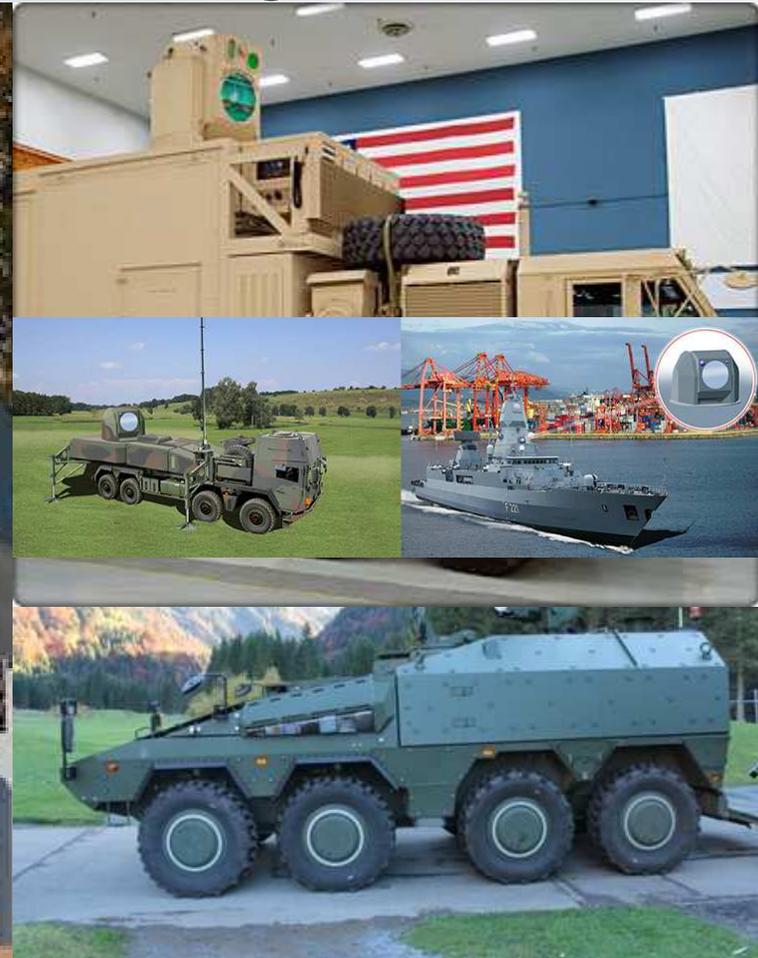
## Technologieschub: mobile, elektromagnetische Impulsquellen

<b>Mittelfrequenz</b>	quellenabhängig *)
<b>Feldstärke</b>	min bis max. FS 130 bzw. 450 kV/m
<b>Polarisation</b>	HP, VP
<b>Einfallswinkel</b>	0° - 360°
<b>Pulswiederholrate</b>	Einzelimpuls bis 100 Hz
<b>Bestrahlungsdauer</b>	Einzelimpuls bis Burst

*) Quellen:	Mittelfrequenz
<b>DS350</b>	<b>50, 100</b>
<b>Kofferquellen:</b>	
<b>DS180</b>	<b>170</b>
<b>DS110T</b>	<b>(135 –) 280</b>
<b>DS110A3</b>	<b>300</b>
<b>DS110D</b>	<b>350</b>



## Technologieschub: mobile Hochleistungs-Laser



Antrieb hinter dem Einsatz wehrtechnischer Mittel im allgemeinen und von Bedrohungsformen im Speziellen:

- Fähigkeit zur Willensdurchsetzung und Abwehr dagegen
- Durchsetzung von Machtansprüchen
- Kontrolle und Abwehr von Machtansprüchen
- Schmerzhafter Widerstand trotz Ohnmacht

Technologische Konsequenzen:

- Bedrohungsbegegnung in allen Elementen, Boden, Wasser, Luft und der elektromagnetischen Sphäre
- Gleichzeitig Wahrung des gesellschaftlich-wirtschaftlichen Leistungsanspruches

**Aber Achtung:** Vor lauter Bäumen den Wald noch erkennen!

Trotz Technologievielfalt bleibt **Hauptziel der Wehrtechnik** immer

- **Verhindern, Abwehren oder Ertragen gegnerischer Bedrohungen**
- Aus ökonomischen Gründen mit **geringst möglichem Aufwand!**

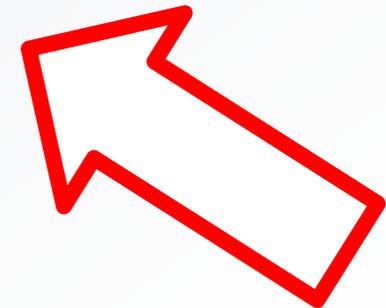
Resultierender Schutzaufwand:

- Ohne effektiven Schutz wahrscheinlicher Angriffsbereiche kein Ertragen der Bedrohung
- Ohne präzise Einwirkung auf die Schwachstellen einer Bedrohung keine Abwehr
- Notwendiger Technologieaufwand hängt von der geforderten Präzision und Effektivität ab
- Gegnerische Bedrohungen sind aber schwer erreichbar und ihre Schwachstellen nicht offensichtlich

Wissenschaftlicher Hintergrund hinter diesen Facts:

Abwehr und Schutz unterliegen den **Naturgesetzen** und dabei speziell den Gesetzen der **Energieumwandlung**

- Abwehr erfordert Energieaufwand, Schutz Energieaufnahmefähigkeit
- In gewalttätigen Konflikten müssen die wirkenden Energien ausserdem schnell ins Ziel gelangen, erfordern also einen starken Antrieb
- **Aber:** Energie- und Antriebsaufwand hängen sehr stark von der **Verwundbarkeit wehrtechnischer Systeme** ab!



# Überlebensfähigkeit / Herausforderung



WISSEN SCHAFFT ZUKUNFT

## Beispiele für Wehrtechnik und ihre Verwundbarkeit

Bedrohtes System	Widerstandsfhkg.	Schwachstellen	Notw. Energie
Ungeschützter Soldat	Faust, Intelligenz	Sinne, organische Verwundbarkeit	> 50 J
Elektronik (PC's, Telek. Ausrüstung, ...), ungeschützt	Stöße, Erschütterungen	Elektromagnetische Verwundbarkeit	> 100J
Elektronik (PC's, Telek. Ausrüstung, ...), EM + Virenschutz	Stöße, Erschütterungen, EM- + Virenschutz	Öffnungen, Einkopplung über Leitungen	Abhängig von Widerstands-aufwand
Kampfflugzeug ungeschützt	Stahlgeschosse	Kein Rundumschutz	> 3 kJ
Kampfflugzeug geschützt	Stahlgeschosse	Kein Rundumschutz	> 5 kJ
Leichte Fahrzeuge, gepanzert	Stahlkerngeschosse	Kein Rundumschutz	> 5 kJ
Kampfpanzer	Panzerbrechende Geschosse	Kein Rundumschutz	> 10 MJ

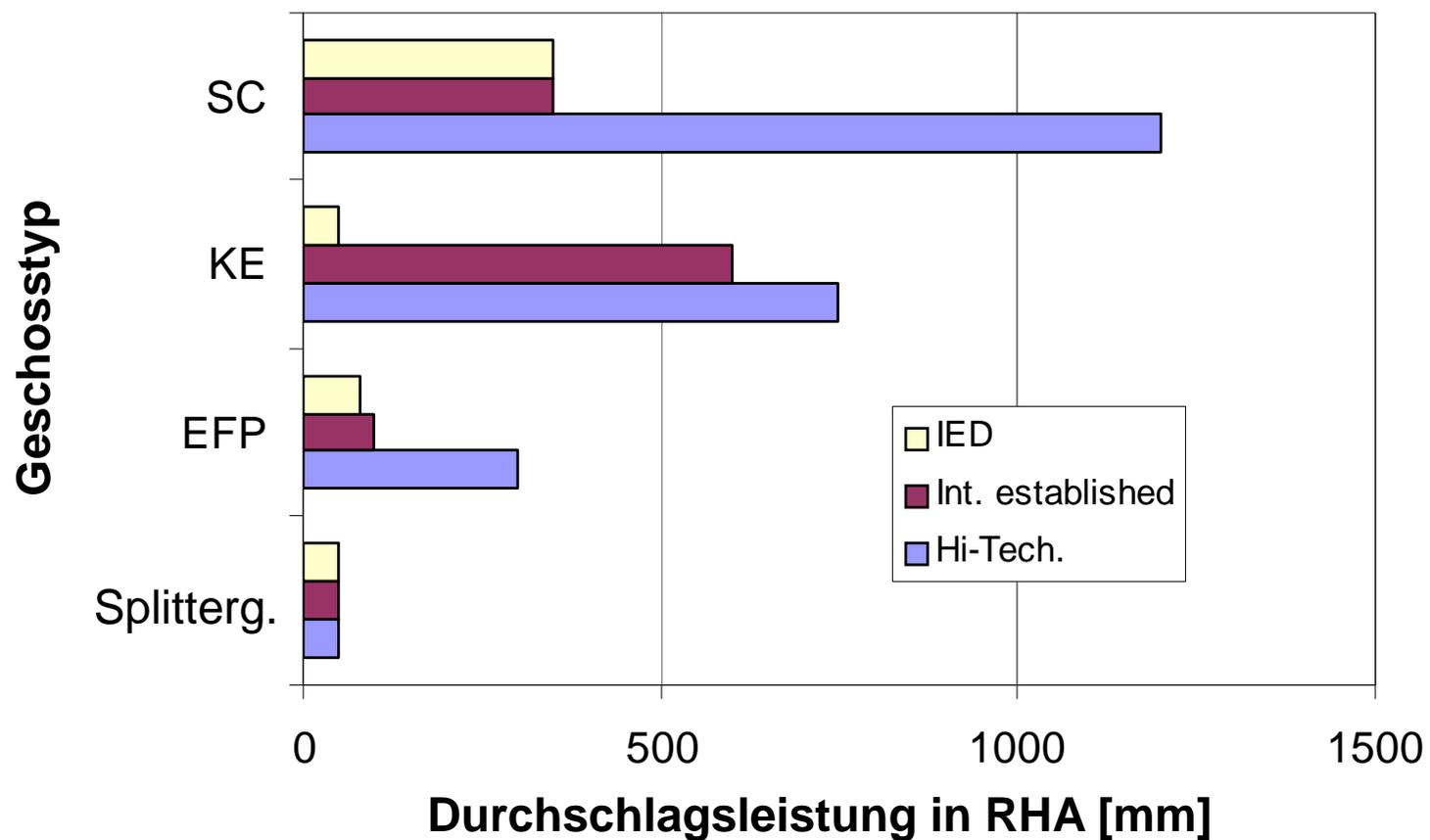




# Überlebensfähigkeit / Herausforderung



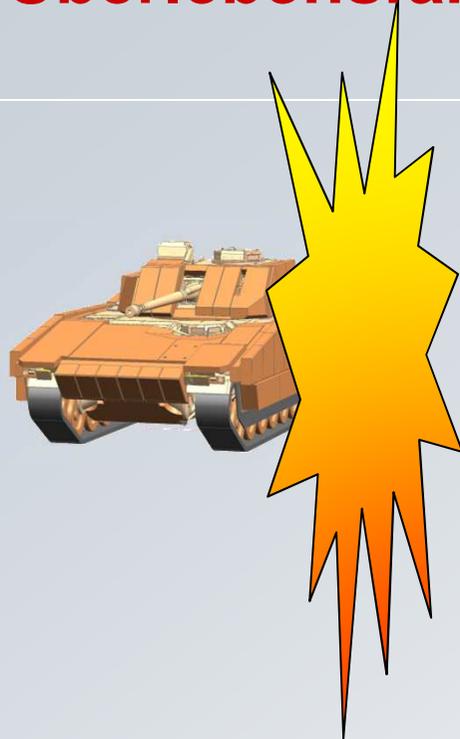
WISSEN SCHAFFT ZUKUNFT



# Überlebensfähigkeit / Herausforderung



WISSEN SCHAFFT ZUKUNFT



**Systembedingte, gegenseitige Abhängigkeit:  
Bedrohung – Verwundbarkeit**

**Beispiel: Panzerbekämpfung**



**Bedrohtes System**

**Erfahrene Wirkung**

**Notwendiger Widerstand dagegen**

**Notwendiger Abwehr-Aufwand?**

**Bedrohung**

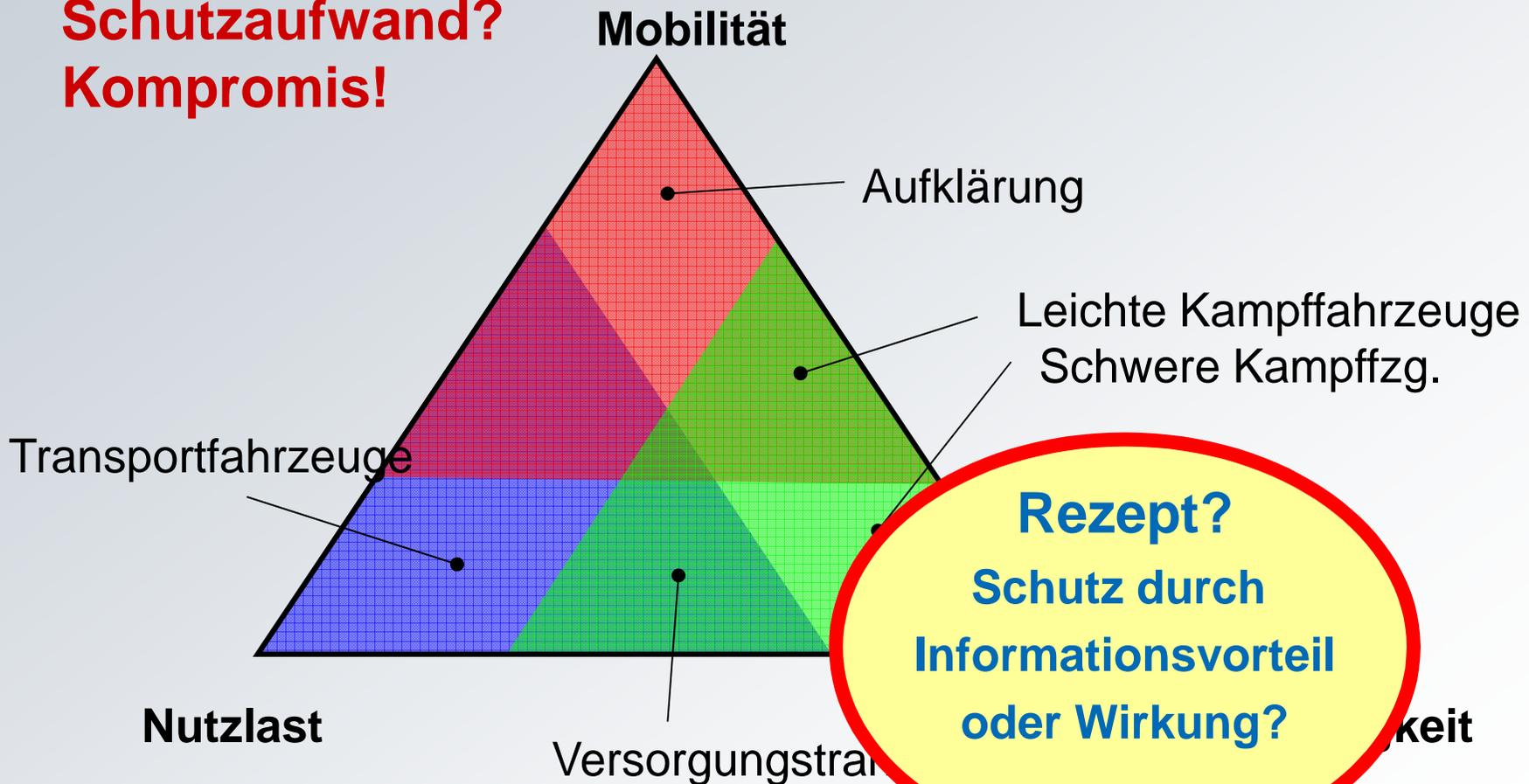
**Notwendiger Abwehr-Aufwand?**

# Überlebensfähigkeit / Herausforderung



WISSEN SCHAFFT ZUKUNFT

**Schutzaufwand?  
Kompromis!**



**Wieso genügt Schutz gegen  
virtuelle und elektromagnetische Bedrohungen allein nicht?**

**Fazit:**

**Das eine tun und das andere lassen ist keine Option.**

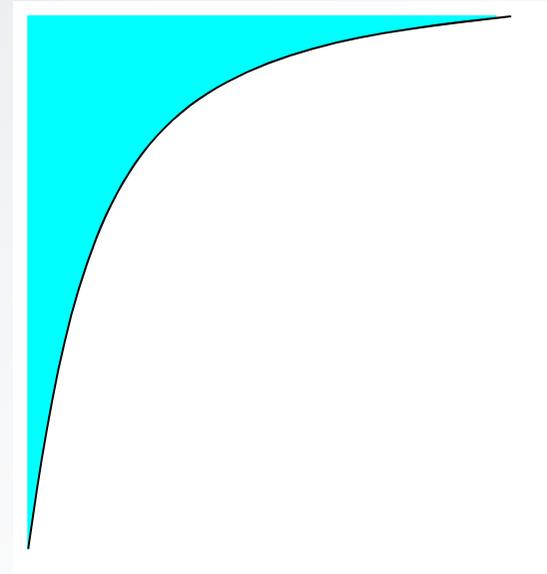
**Angemessene, zuverlässige und bezahlbare  
Schutzmassnahmen hingegen schon**

## Schutzaufwand und Flottengrösse

### Typische Fahrzeuganwendungen in der Wehrtechnik

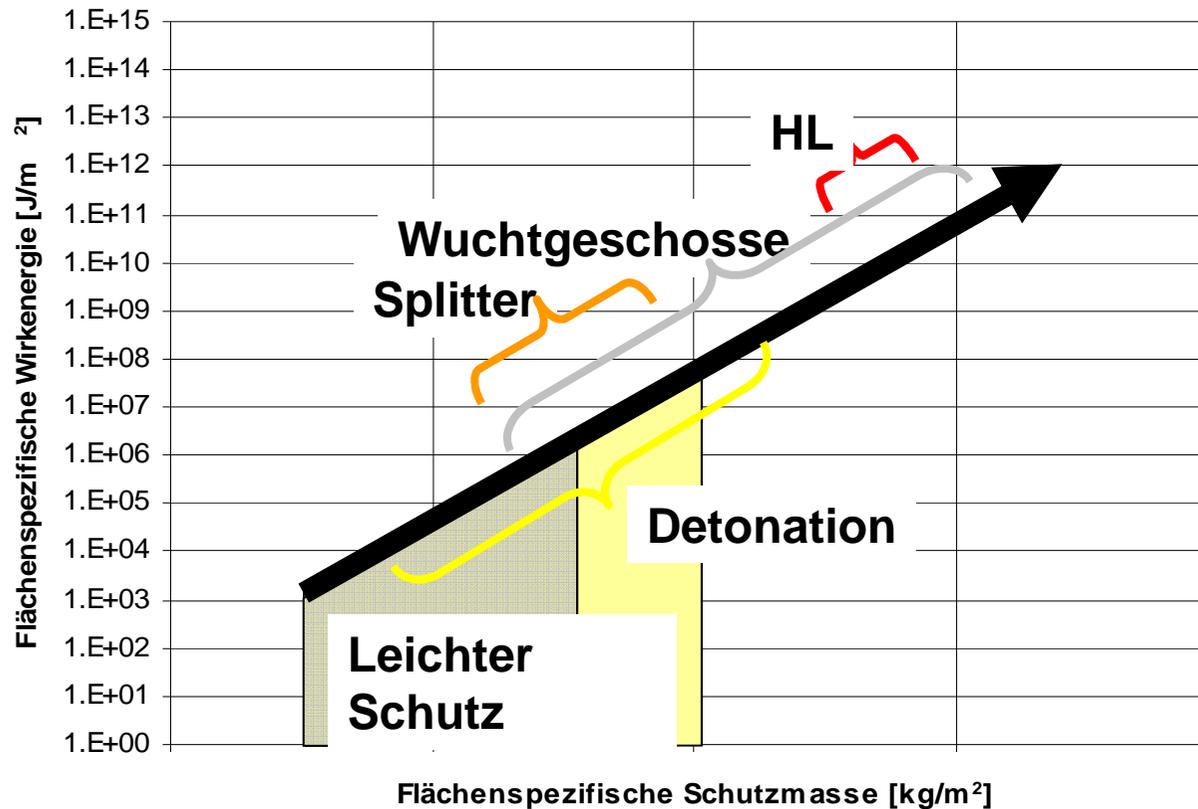
- Transport von Truppen und Gütern
- Patrouille + Verbindung
- Unterstützung Infanterie (Angriff + Verteidigung)
- Zwangsüberwindung von künstlichen Sperren
- Rettung von Truppen
- Aufklärung
- Pionieraufgaben, Entpannung
- Überwindung von künstlichen/natürlichen Sperren und Hindernissen

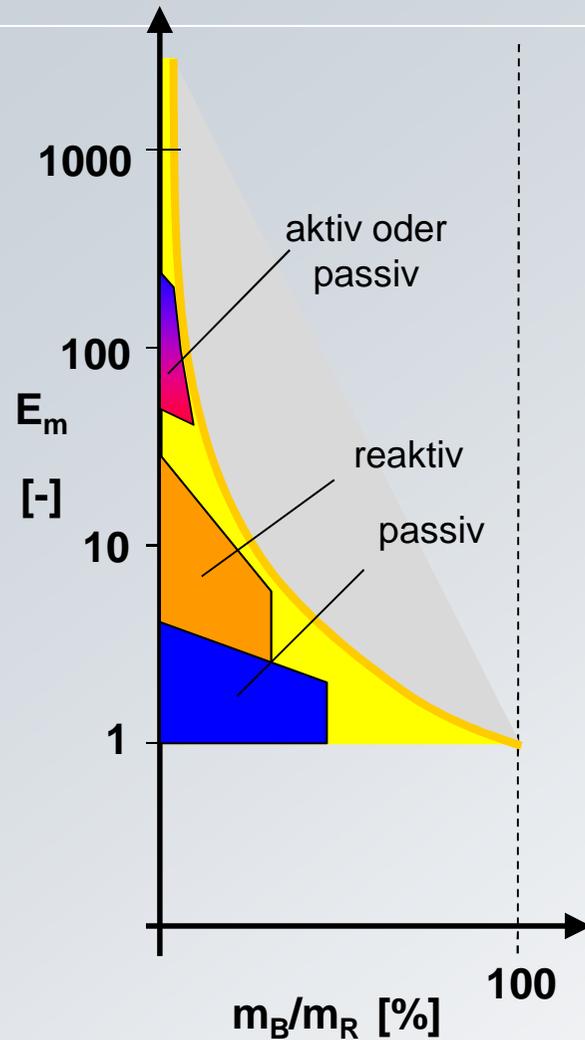
### Einsatzhäufigkeit



# Überlebensfähigkeit / Grenzen

Typischer, passiver Schutzaufwand für leichte bis mittelschwere Fahrzeuge





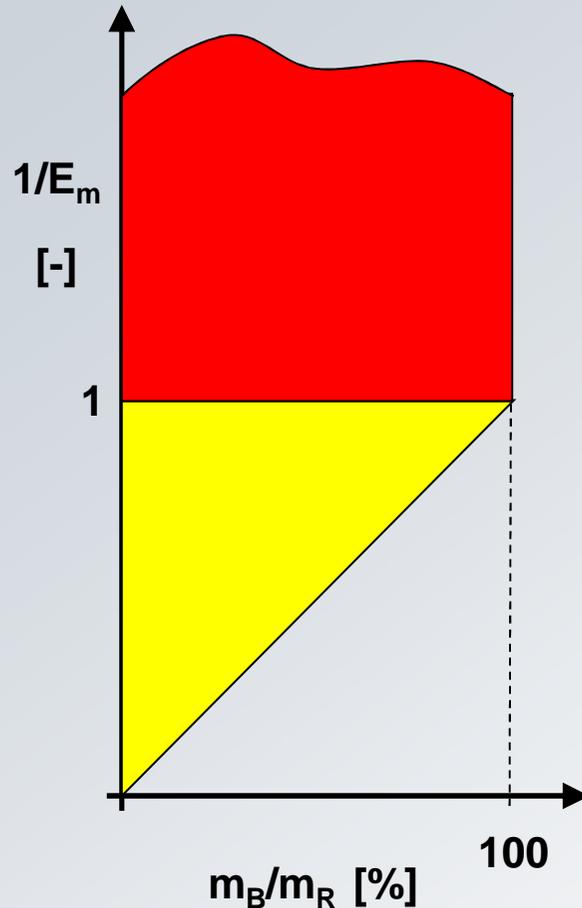
## Schutzlösungen / Gewichtvergleich

$$E_m = \frac{m_A(\text{Reference})}{m_A(\text{Newtechn} + \text{Backing})}$$

$$E_m = \frac{m_R}{m_N + m_B}$$

- $E_m$  **Schutzwirksamkeit** für vollständigen Schutz
- $m_A$  Flächenmasse
- $m_N$  Flächenmasse, neue Schutztechnologie
- $m_B$  Flächenmasse, Backing
- $m_R$  Flächenmasse, Referenzstahl (RHA)

## Die Schutzmasse im Griff:

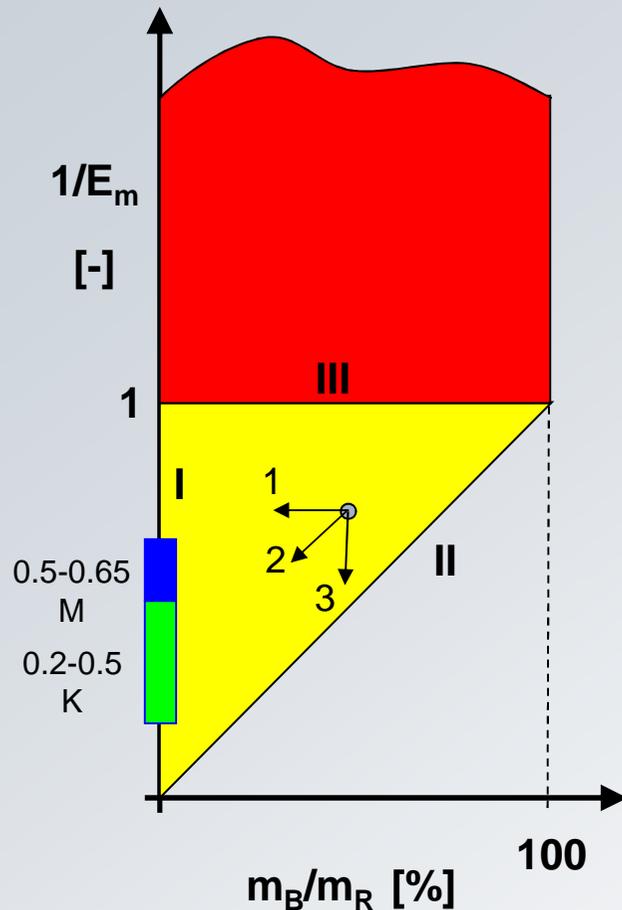


$$E_m = \frac{m_A(\text{Bezugswerkstoff})}{m_A(\text{neue Schutzmethode} + \text{Backing})}$$

$$\frac{1}{E_m} = \frac{m_N}{m_R} + \frac{m_B}{m_R}$$

- $E_m$  **Schutzwirksamkeit** gegen gesamte Geschossleistung
- $m_N$  Flächenmasse neue Schutztechnologie
- $m_B$  Flächenmasse "Backing"
- $m_R$  Flächenmasse Bezugswerkstoff (RHA)

## Prinzipiell mögl. Entwicklungen

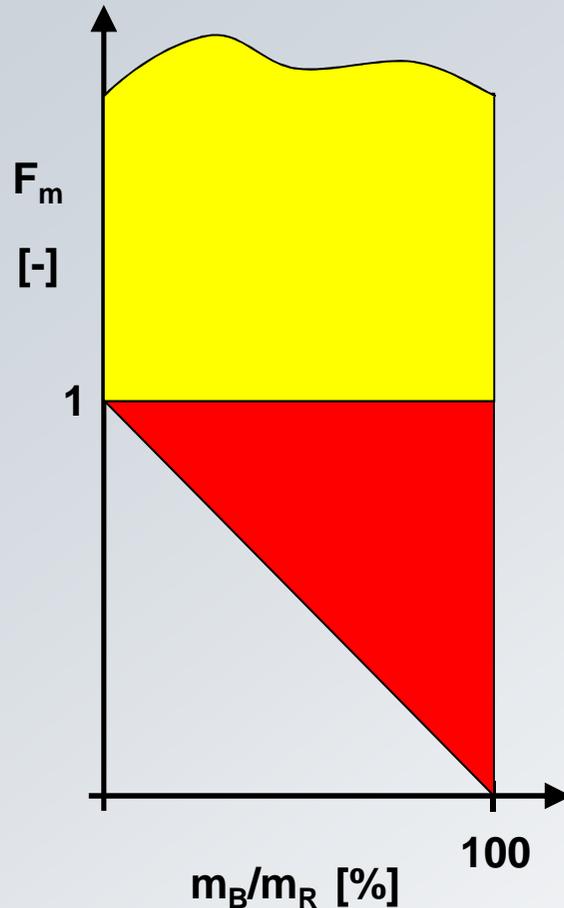


- A:  $m_B=0$  (I)       $1/E_m(0) = m_N/m_R$
- B:  $m_N=0$  (II)       $1/E_m = m_B/m_R$
- C:  $m_N=m_R-m_B$  (III)       $1/E_m = 1$
- D:  $m_B=m_N=0$        $1/E_m = 0$  (nicht erreichbar)
- E:  $m_B \rightarrow m_R$        $1/E_m \rightarrow 1+m_N/m_R > 1$  (unsinnig)

- 1:  $dm_N=dm_B$       (N verbessern ohne Massenred.)
- 2:  $m_N/m_R=c$       (N=neue Methode oder bei Materialwechsel bei B)
- 3:  $m_N \downarrow 0, m_B$  unv.      ("Schutz-Perpetuum-Mobile")

- Uninteressant: Stahl ist besser!
- Besser als Stahl; Optimierungstrends: 1,2,3

## Die Schutzmasse im Griff:



$$F_m = \frac{m_A(\text{Bezugswst.} - \text{Backing})}{m_A(\text{neue Schutzmethode})}$$

$$F_m = \frac{m_R}{m_N} \left( 1 - \frac{m_B}{m_R} \right)$$

$F_m$  Massenäquivalenzfaktor der Schutzmethode  
 $m_A$  Flächenmasse  
 $m_N$  Flächenmasse neue Schutzmassnahme  
 $m_B$  Flächenmasse "Backing"  
 $m_R$  Flächenmasse Bezugswerkstoff (RHA)

 Uninteressant: Stahl ist besser!

 Besser als Stahl, Trend:  $F_m$  maximieren!

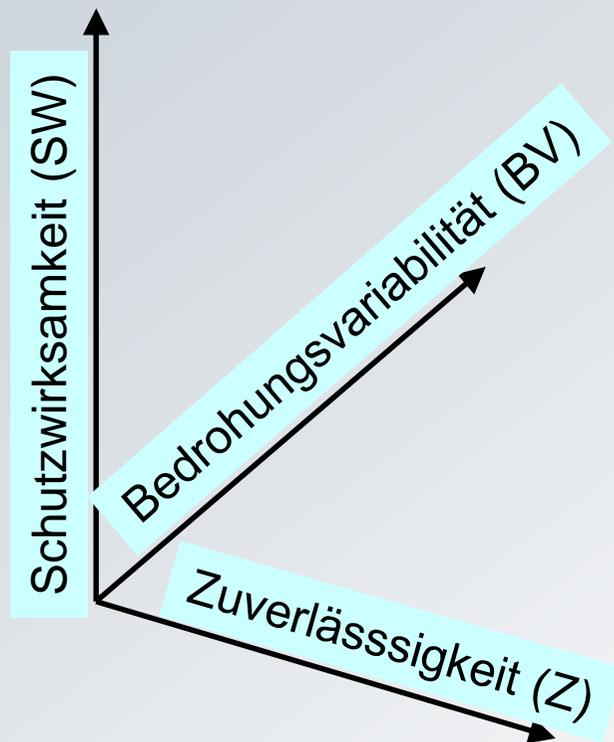
# Überlebensfähigkeit / Anforderung



WISSEN SCHAFFT ZUKUNFT

3 Hauptanforderungen definieren im Wesentlichen die Qualität einer EB-Schutzlösung:  
**Schutzwirksamkeit, Zuverlässigkeit und Bedrohungsvariabilität**

Dieser Qualität sind physikalisch bedingte Grenzen gesetzt



Parameter	Schutzanforderungen		
	SW	Z	BV
Schutzmechanismus	x		x
Werkstoff	x		
Deckungsgrad		x	
Aufprallwinkel	x	x	
Schadensausmass	x	x	x

# Überlebensfähigkeit / Technologie

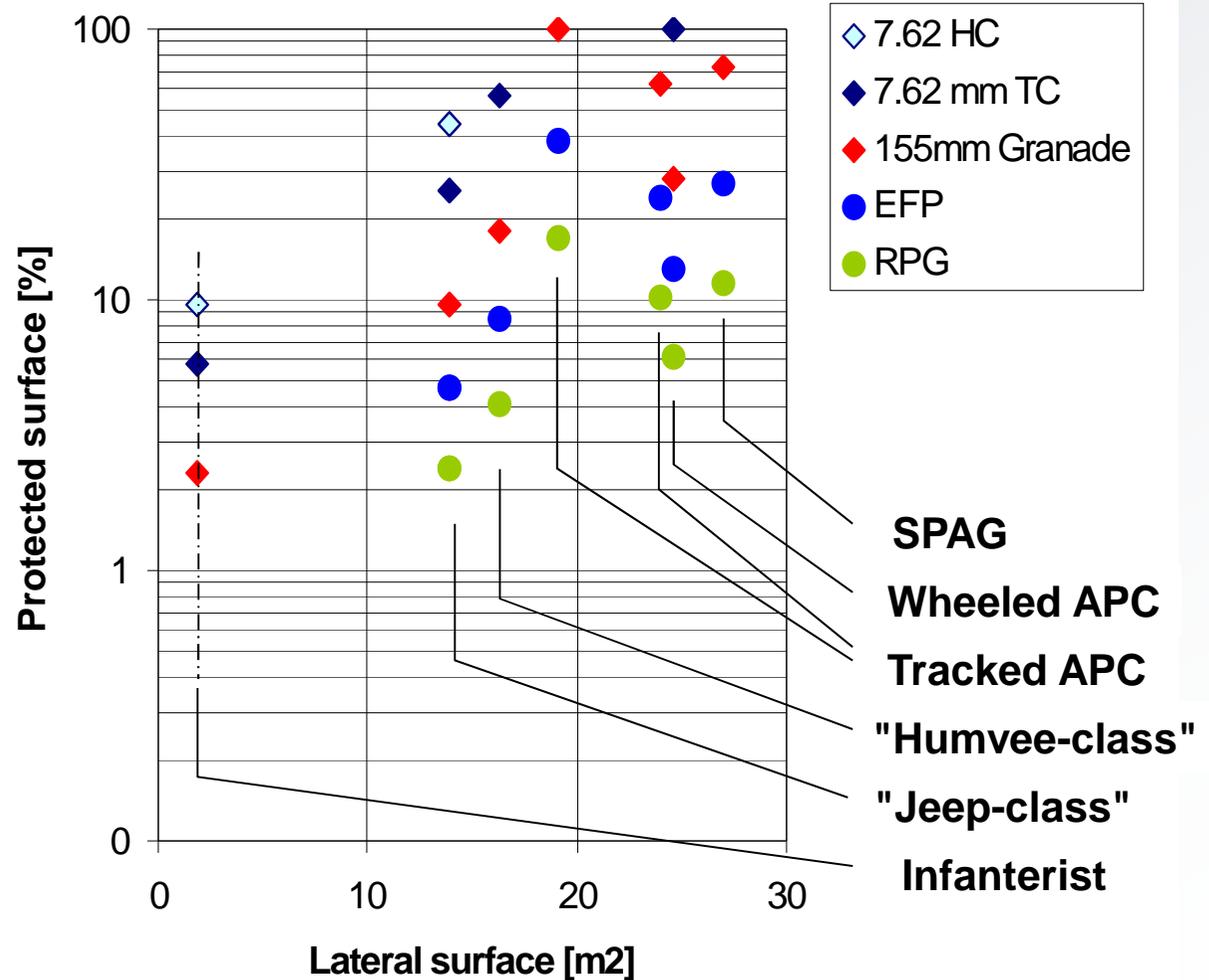


WISSEN SCHAFFT ZUKUNFT

## Beispiel Passivschutz

The necessary protection might well be known

....but, the available weight reserve as well



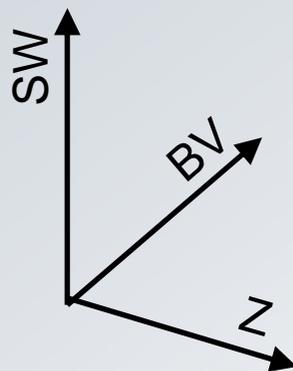
# Überlebensfähigkeit / Technologie



WISSEN SCHAFFT ZUKUNFT



## Beispiel Passivschutz: Kampfpanzer



Parameter	Schutzanforderungen		
	SW	Z	BV
Schutzmechanismus	x	x	x
Werkstoff	x		
Deckungsgrad		x	
Aufprallwinkel	x	x	
Schadensausmass	x	x	x

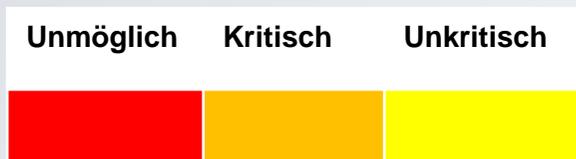
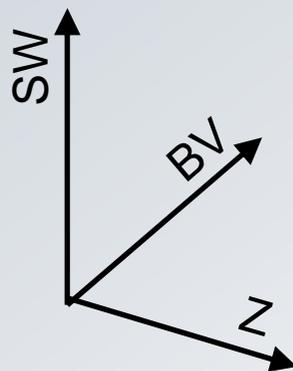
# Überlebensfähigkeit / Technologie



WISSEN SCHAFFT ZUKUNFT



## Beispiel Passivschutz: 4x4 Allrad



Parameter	Schutzanforderungen		
	SW	Z	BV
Schutzmechanismus	x	x	x
Werkstoff	x		
Deckungsgrad		x	x
Aufprallwinkel	x	x	
Schadensausmass	x	x	x

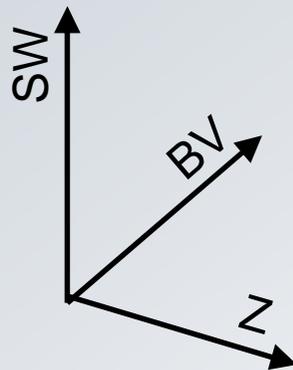
# Überlebensfähigkeit / Technologie



WISSEN SCHAFFT ZUKUNFT

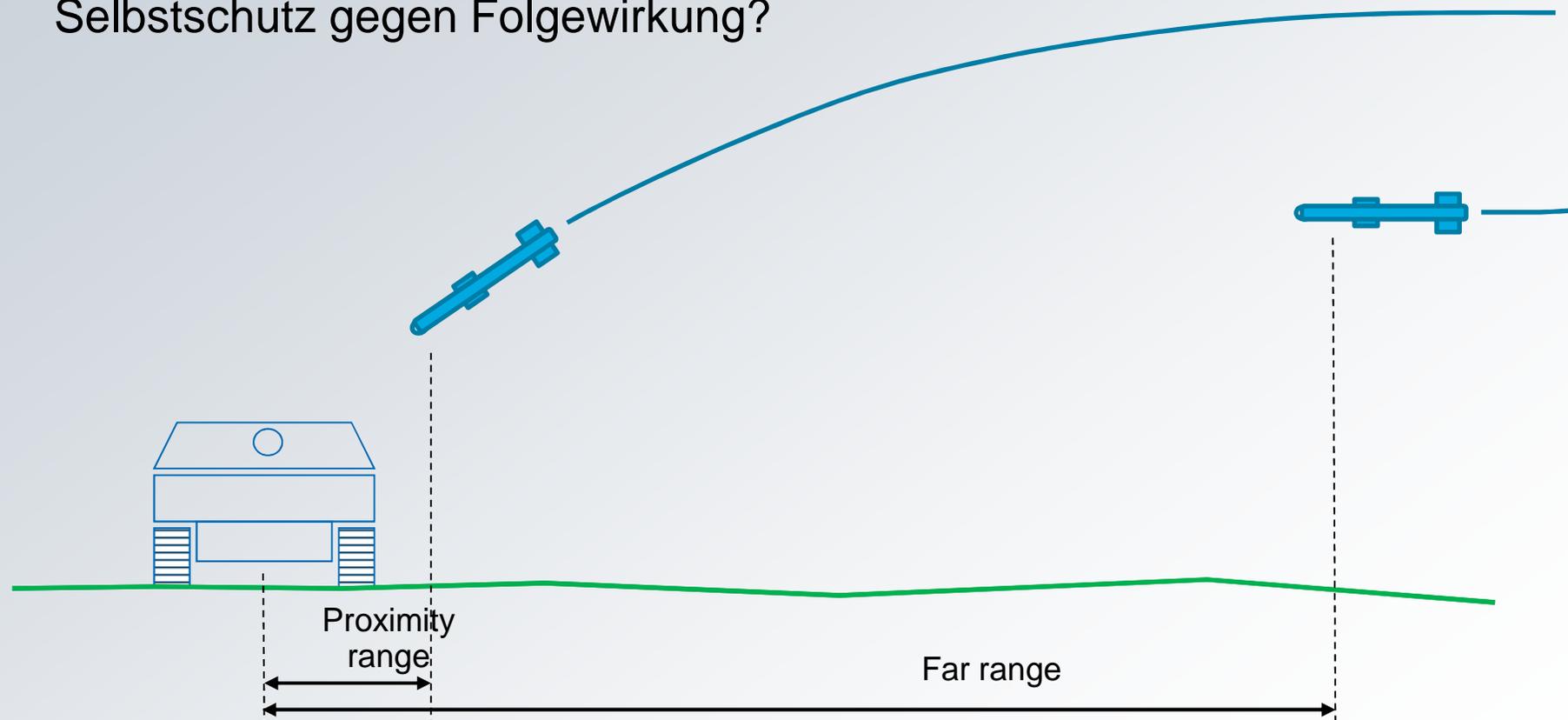


## Beispiel Slat-Armour: Radfahrzeug



Parameter	Schutzanforderungen		
	SW	Z	BV
Schutzmechanismus	x	x	x
Werkstoff	x		
Deckungsgrad		x	
Aufprallwinkel	x	x	
Schadensausmass	x	x	

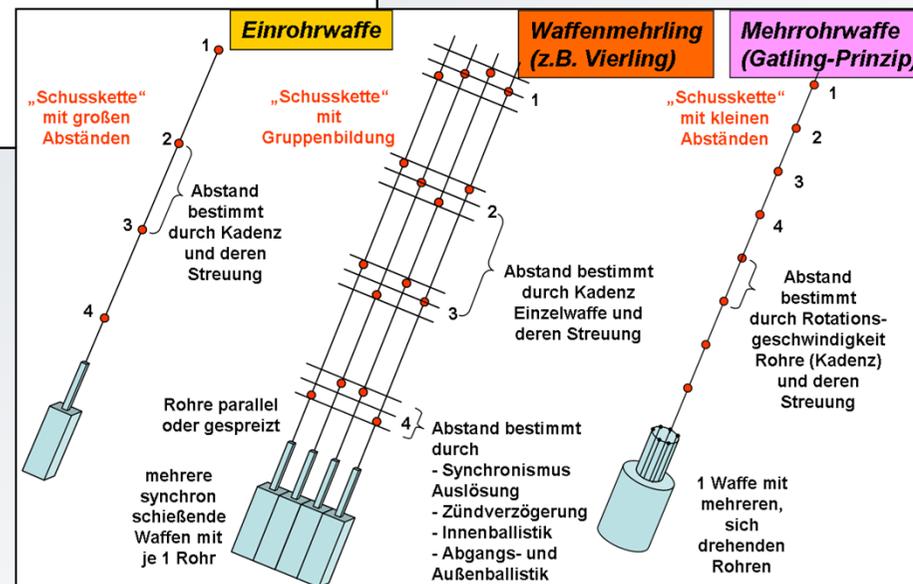
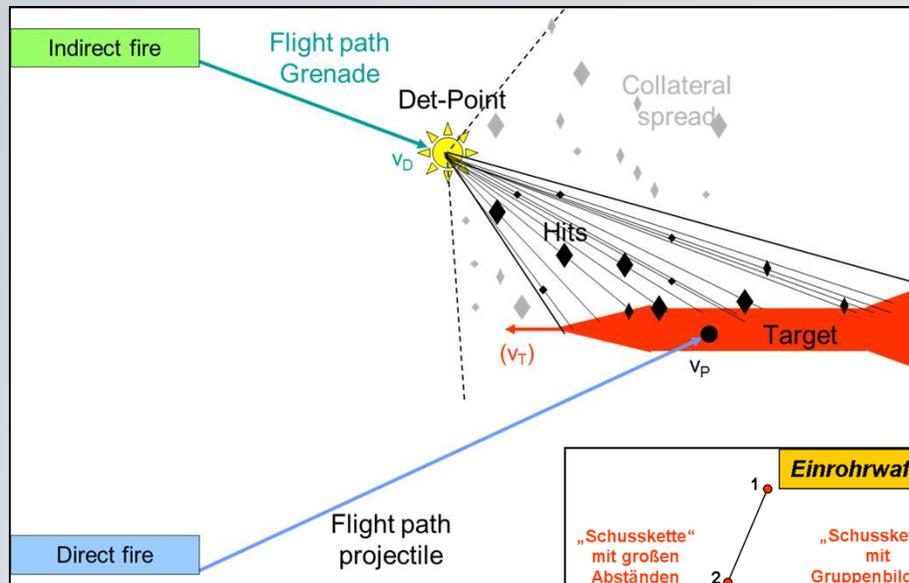
**Aktivschutz:**  
Selbstschutz gegen Folgewirkung?



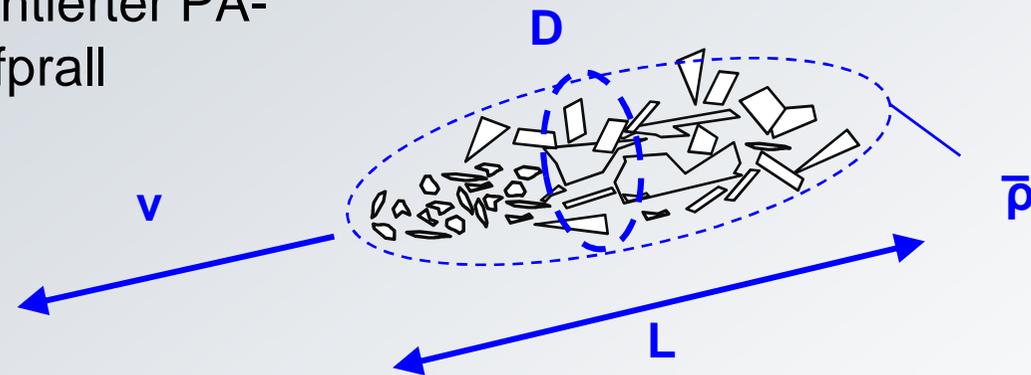
# Überlebensfähigkeit / Technologie



WISSEN SCHAFFT ZUKUNFT



Wirkpotential defragmentierter PA-  
Waffen beim Aufprall



$$\frac{\partial I}{\partial t} \sim \frac{v^2 m p}{L} + \frac{\partial I(\text{Explosion})}{\partial t}$$

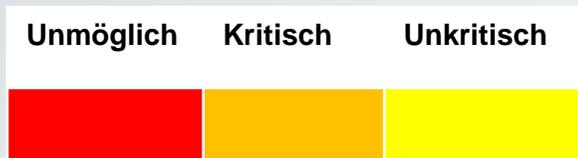
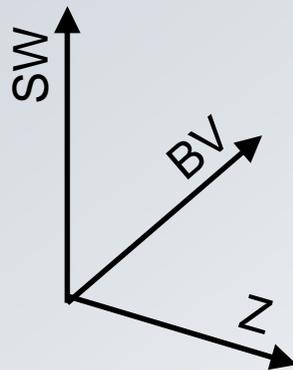
# EB Überlebensfähigkeit / Grenzen



WISSEN SCHAFFT ZUKUNFT



## Beispiel Aktivschutz (Stand 2014): Kampfpanzer



Parameter	Schutzanforderungen		
	SW	Z	BV
Schutzmechanismus	x	x	x
Werkstoff	x		
Deckungsgrad		x	
Aufprallwinkel	x	x	
Schadensausmass	x	x	x

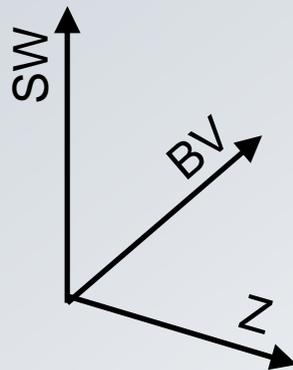
# Überlebensfähigkeit / Grenzen



WISSEN SCHAFFT ZUKUNFT



Beispiel Aktivschutz (Stand 2014): Allrad 4x4

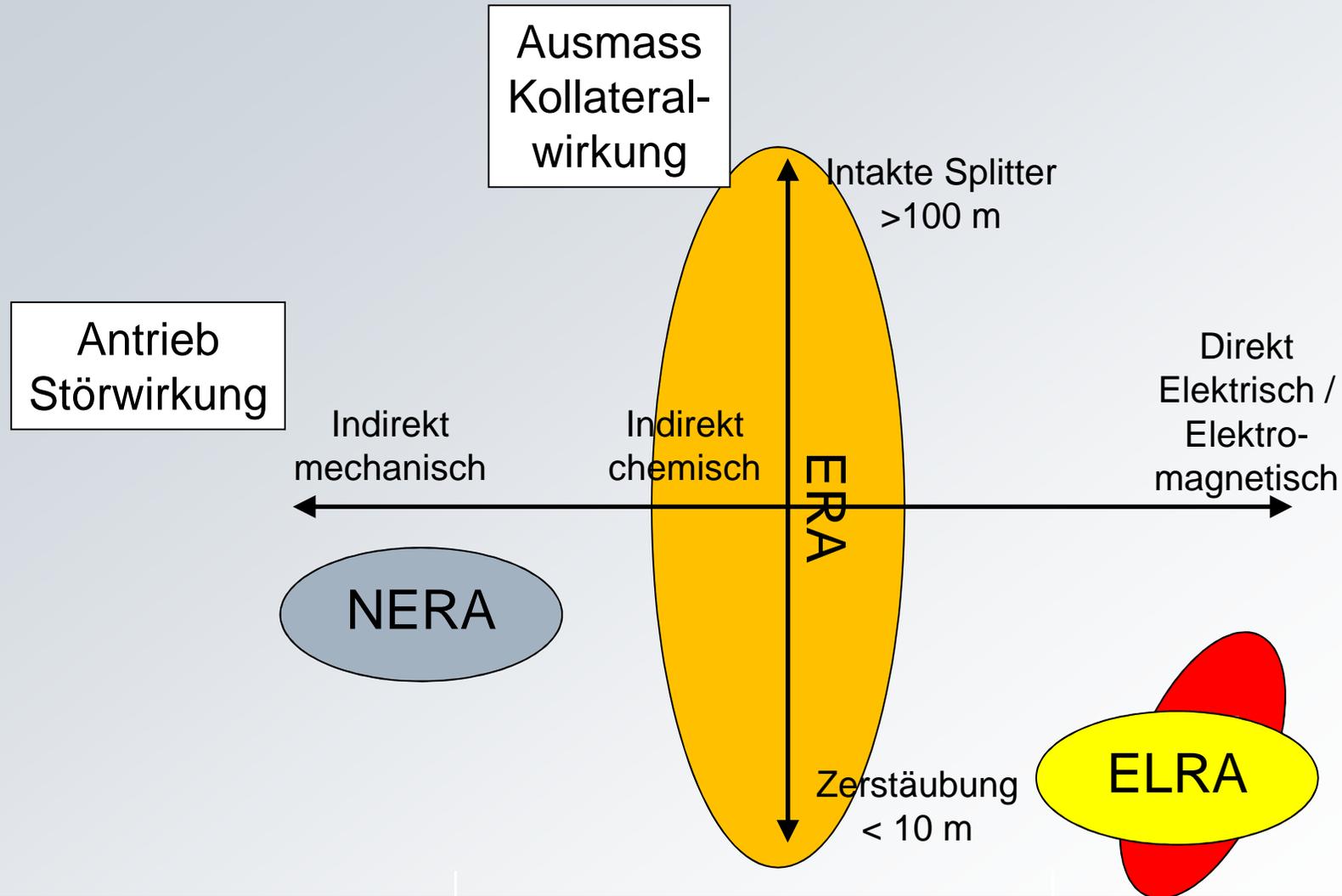


Parameter	Schutzanforderungen		
	SW	Z	BV
Schutzmechanismus	x	x	x
Werkstoff	x		
Deckungsgrad		x	x
Aufprallwinkel	x	x	
Schadensausmass	x	x	x

# Überlebensfähigkeit / Technologie



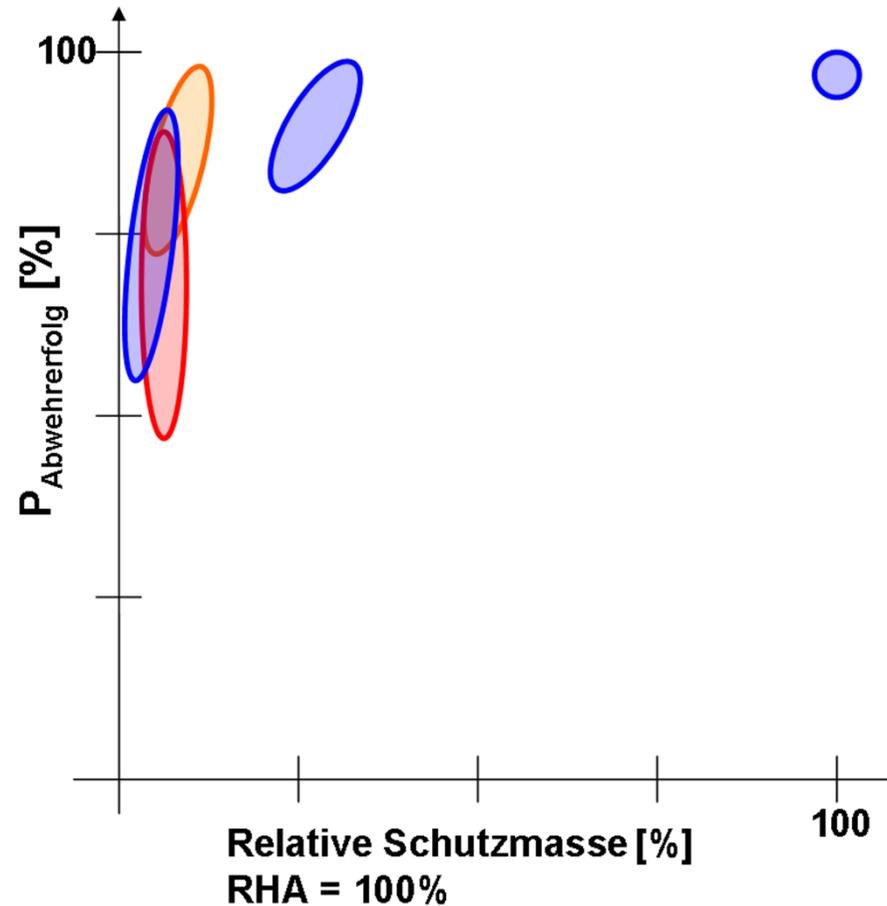
WISSEN SCHAFFT ZUKUNFT



# Überlebensfähigkeit / Technologiegrenzen

Je leichter die Schutzmassnahme  
desto grösser das Fehlrisiko

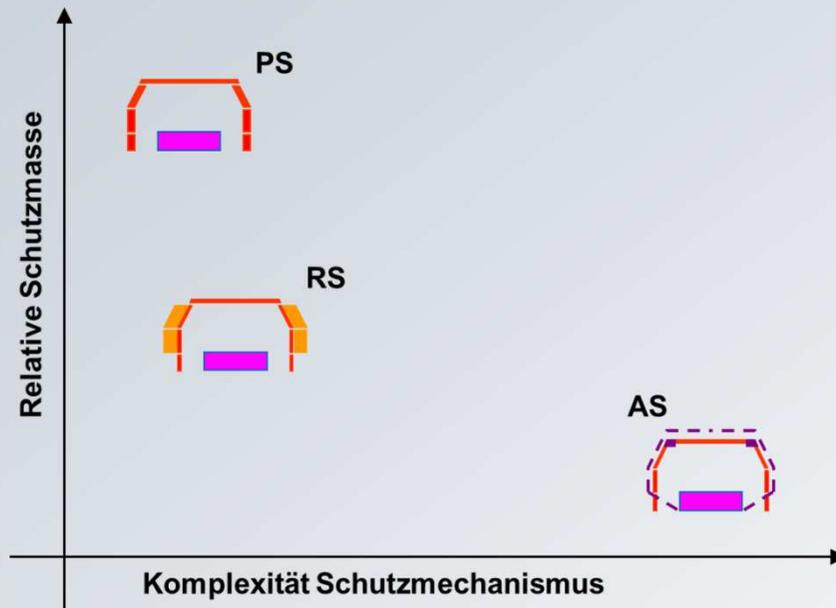
- Passivschutz
- Reaktivschutz
- Aktivschutz



# Überlebensfähigkeit / Technologiegrenzen



WISSEN SCHAFFT ZUKUNFT



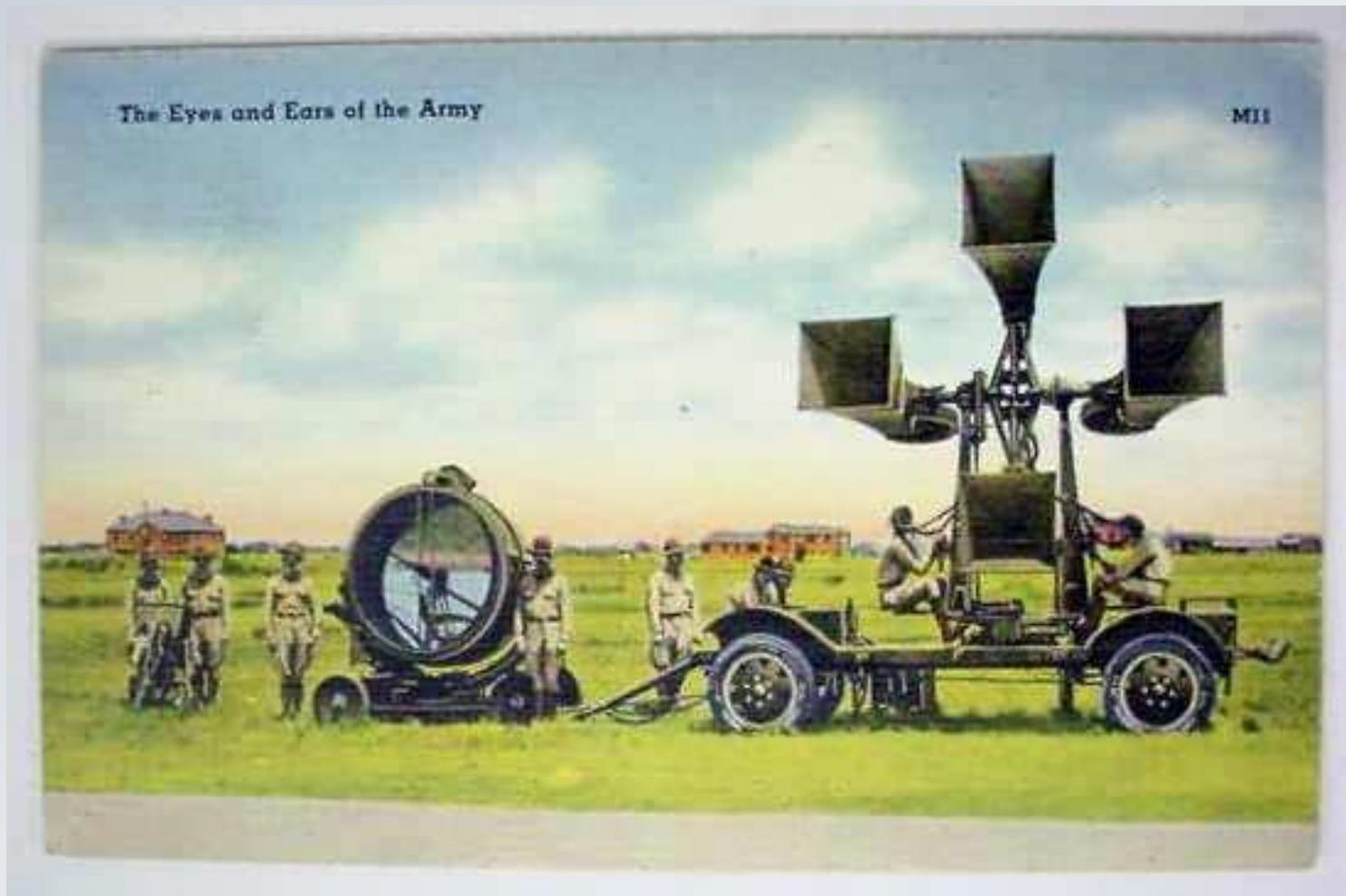
## Herausforderung:

- Niedrige Betriebskosten trotz grösserer Komplexität (Material-/Personalaufwand)
- Hohe Zuverlässigkeit zu akzeptablem Einstiegspreis

# Überlebensfähigkeit / Trends



WISSEN SCHAFFT ZUKUNFT



## Schutz durch Informationsüberlegenheit

### Schutzwirksamkeit ( $E_m$ )

Aufklärungsgeschwindigkeit  
Bedrohungssituation

	niedrig	hoch
Hoch	Schutz durch Informations-vorteil bei asym. Einsätzen, kein eff. Schutz gegen sym. Bedrohungen	Schutz durch Informationsvorteil bei asym. Einsätzen und effektiver Schutz gegen sym. Bedrohungen
Mittel	Reduzierter, effektiver Schutz bei besserer Vorwarnung. Schutzdefizit bei sym. Begegnung Irak, Afghanistan	Effektiver Schutz und bessere Vorwarnung, Kein Schutzdefizit bei sym. Begegnung Nahost
Niedrig	Genügender Schutz, schlechte Vorwarnung (WWII)	Effektiver Schutz gegen symmetrische Bedrohungen

## Schutz durch Fernbleiben

### Gefahren-Expositionsgrad Mensch

Leistungsfähigkeit  
Unmanned Operation

	niedrig	hoch
Hoch	Autonomie in Bewegung und Handlung "Terminator"	
Mittel	Bewegungs-Autonomie - Routine-Jobs - Health-sensitive Jobs	Fernsteuerung im virtuellen Raum
Niedrig	Fernsteuerung ohne Sichtkontakt Autopilotfähigkeit mittels "Wegmarken" (GPS, Beilsender, etc.) DARPA-Races	Fernsteuerung mit Sichtkontakt (Bei unbekannter Ausgangssituation)



Noch sinnvoll? Viel Aufwand für einen niemals perfekte Alternative zum eigentlichen Mensch?

## Zum Schluss



WISSEN SCHAFFT ZUKUNFT

**Wir schätzen Ihr Interesse und  
freuen uns auf ein Wiedersehen bei RUAG**