Aufgabe: Ein Soldat möchte ein gepanzertes Fahrzeug bekämpfen, das sich lateral zu seiner optischen Achse mit einer Geschwindigkeit von 80 km/h auf einer Straße bewegt. Die Munition zeige 10 m radial um ihren Auftreffpunkt noch Splitterwirkung. Wieviel Zeit verbleibt dem Schützen für die Schußabgabe ohne Beeinträchtigung ziviler Ziele, wenn die horizontale Sehfeldgröße des kleinen Verfolgungssehfelds 320 m beträgt? Wie breit muß das große Sehfeld mindestens sein, damit eine Bekämpfung mit einem Lenkflugkörper, der sich mit konstanter Geschwindigkeit von 240 m/s bewegt und eine Splitterwirkung von 50 m besitzt, aus 3000 m Entfernung überhaupt ohne Kollateralschaden möglich ist?

Lösung: Betrachten wir die schematische Darstellung des Sehfelds in Abb. 1.

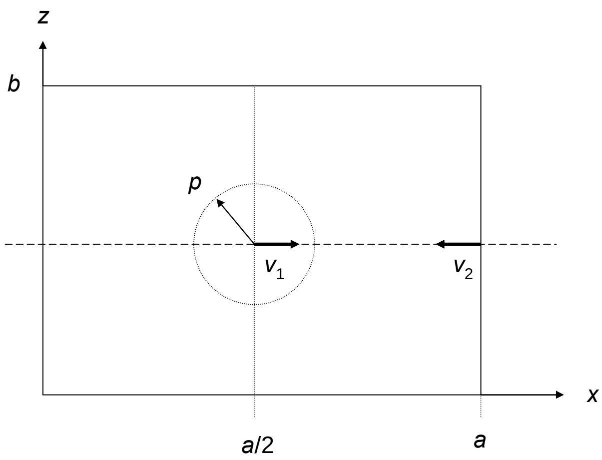

Abbildung 1. Sehfeld der Breite *a* und der Höhe *b* mit Panzerziel im Punkt *x* = *a*/2

Nehmen wir ohne Beschränkung der Allgemeinheit an, unser zu bekämpfendes Ziel befinde sich auf der horizontalen Achse in Sehfeldmitte bei $a/2$ und bewege sich längs der x-Achse mit der Geschwindigkeit v_1. Wir müssen in dieser Situation damit rechnen, daß sich ein entgegenkommendes ziviles Fahrzeug, an dem ein Kollateralschaden entstehen könnte, mit der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von $v_2 = 100\ \text{km/h}$ auf uns zubewegt. Richten wir im Umkreis p radial um unser Fahrzeug eine Schutzzone ein, in der Splitterwirkung andere Verkehrsteilnehmer und Unbeteiligte gefährden kann, so erhalten wir für das zu bekämpfende sowie ein mit der Geschwindigkeit v_2 entgegenkommendes Fahrzeug folgende Bewegungsgleichungen:

$$
\begin{aligned}
s_1 &= \frac{a}{2} + v_1 t + p \\
s_2 &= a - v_2 t
\end{aligned}
$$

Dabei beschreibt s_1 nicht genau den als Massenpunkt angenommenen Fahrzeugschwerpunkt, sondern einen Punkt im Abstand p von letzterem in Fahrtrichtung, wo am ehesten mit einem Kollateralschaden gerechnet werden muß, wenn das entgegenkommende Fahrzeug direkt auf uns zufährt. Die zweite Gleichung beschreibt das Weg-Zeit-Gesetz des entgegenkommenden

Fahrzeugs als Massenpunkt. Zur Zeit t_p, wenn die beiden Orte exakt zusammenfallen, d.h. für $s_1 = s_2$, erhalten wir nach Umformung die Bestimmungsgleichung

$$t_p = \frac{\frac{a}{2} - p}{v_1 + v_2},$$

woraus sich bei einer angenommenen Höchstgeschwindigkeit $v_2 = 100\ \text{km/h}$ und einer Sehfeldbreite von 320 m eine Zeit von 3,0 s ergibt, die der Schütze Zeit hat, um seinen Schuß abzugeben und das Ziel zu bekämpfen, sofern ihm nur ein einzelner Sensor für die Beobachtung des Umfelds zur Verfügung steht. Diese Zeit verkürzt sich noch um die Reaktionszeit des Schützen. Innerhalb dieser 3,0 Sekunden muß auch die Munition (ggf. im Vorhaltepunkt) ihr Ziel erreichen können, denn es hilft nichts, wenn sich das entgegenkommende Fahrzeug bereits im Wirkbereich der Munition befindet und der Kollateralschaden dadurch unausweichlich ist. Unter den gegebenen Bedingungen kann das Ziel aus 3000 m nur mit Gewehrmunition $(v_3 \approx 1000\ \text{m/s})$ bekämpft werden.

Stehen mehrere Sensoren zur Verfügung, deren Sehfelder harmonisiert sind und überlappen, so gilt dieselbe Betrachtung natürlich für die Geometrie des größeren Sehfeldes, sofern darin ein entgegenkommendes Ziel im Minimum entdeckt und verfolgt werden kann. Das große Sehfeld muß unter den gegebenen Umständen eine Mindestgröße $a_{\min} = 1350\ \text{m}$ auf dem Boden haben, denn für einen Treffer ohne Kollateralschaden muß die Bedingung

$$a_{\min} \geq 2\left\{\frac{v_1 + v_2}{v_3} d + p\right\}$$

erfüllt sein muß, wobei v_3 die Geschwindigkeit des Lenkflugkörpers ist, d die Zielentfernung und $t_p = d/v_3$ seine Flugzeit. Der Flugkörper benötigt also genau 12,5 s bis zum Aufschlag.

Unter realen Verhältnissen müssen die Bewegungsgleichungen unter Zuhilfenahme einer elektronischen Straßenkarte für den dreidimensionalen Raum aufgestellt werden, wobei dann die Bestimmung der Weglängen und der Bahngeschwindigkeiten lediglich etwas komplizierter ist.