

**Zeitschrift:** Protar  
**Herausgeber:** Schweizerische Luftschutz-Offiziersgesellschaft; Schweizerische Gesellschaft der Offiziere des Territorialdienstes  
**Band:** 12 (1946)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Les bombes  
**Autor:** Wetter, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-363176>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## 1. — Aperçu rétrospectif.

Le développement de cette arme s'est effectué en fonction de celui de l'aviation. L'augmentation des calibres, en particulier, n'a parfois été retardée que par le manque d'appareils capables de transporter et de lancer avec précision des types de bombes plus lourdes.

De la guerre de Tripolis (1911) jusque vers le milieu de la première guerre mondiale, les belligérants ne se sont guère servis que d'improvisations (grenades à main, bombes primitives n'excédant pas 50 kg., premières bombes incendiaires). Ce n'est qu'à partir de 1916 que les bombardements aériens devinrent plus systématiques; les attaques stratégiques sur les arrières ne commencèrent qu'en 1918. Les calibres courants étaient de 10, 50 et 250 kg.

Jusqu'en 1939, perfectionnements de détail, mais stagnation dans le développement des calibres; par contre, croissance très rapide au cours de la seconde guerre mondiale (voir le graphique, p. 106, *Protar* no 6). Des bombes de 1000 kg. sont lâchées, pour la première fois, sur le port d'Emden, le 31 mars 1941; quatre ans plus tard, le calibre maximum est déjà de 10'000 kg. De plus, la force destructive des explosifs utilisés a été quintuplée entre-temps. Le même effet peut donc être atteint avec des moyens beaucoup plus restreints.

## 2. — Les types de bombes.

En faisant abstraction de certaines différences d'appellation selon les pays, nous pouvons distinguer les types principaux suivants:

- a) *Bombes explosives* (brisantes), agissant par la pression. Poids de 50 kg. à 10 t. Constructions différentes, selon la nature du but.
- b) *Bombes mitraillantes*, agissant comme des grenades, par le grand nombre d'éclats. Poids de 3 à 100 kg. et plus.
- c) *Bombes chimiques*, incendiaires, fumigènes, lumineuses, toxiques. Poids de 1 à 1800 kg.
- d) *Bombes de ravitaillement*, contenant des vivres, armes, instruments, munitions, carburants, médicaments, etc.
- e) *Bombes spéciales*, à propulsion par réaction (fusées), à pilote, avec machine infernale, etc.
- f) *Bombes atomiques*.

Une standardisation systématique simplifie la production, le ravitaillement ainsi que l'emploi avec les divers types d'avions. Le maximum d'effet destructif est obtenu par une combinaison appropriée de différentes sortes de bombes (explosives et incendiaires, etc.) et leur emploi massif.

## 3. — Les fusées.

Leur choix dépend de l'effet recherché et des mesures de sécurité à prendre pour l'avion qui transporte les bombes.

L'auteur distingue deux catégories principales de fusées, suivant le moment où elles agissent. Les premières déclenchent la déflagration au contact de l'objet touché. Nous pouvons, en tenant compte des cas de légère avance ou de léger retardement (de l'ordre de secondes, ou même de fractions de secondes), distinguer trois variantes: la fusée anticipante, instantanée et retardante. Celles de la deuxième catégorie servent à ménager un délai sensible (se mesurant par heures ou jours) entre le point de chute et l'explosion; ce sont les fusées à temps. Les fusées instantanées réagissent au premier contact. Les bombes qui en sont munies (incendiaires, lumineuses, à éclats, ainsi que les GP., «General Purpose»,\*) sorte de bombes brisantes «à emploi multiple») explosent sur le but même, sans y pénétrer; l'effet en est surtout latéral. Un système d'origine russe comprend une longue tige fixée à l'avant et utile en terrain mou et dans la neige; ces bombes à antenne détonnent un peu au-dessus du premier obstacle dur. Certaines fusées (Radar, par exemple) réagissent déjà à une certaine distance du but; elles sont réglables à 10, 20 ou 30 m.

Quant aux systèmes à retardement qui n'amorcent la déflagration qu'après un délai de fractions de secondes, ou de quelques secondes, ils sont utilisés sur tous les modèles de bombes devant être lâchées en rase-motte, afin que l'avion porteur ait le temps de quitter la zone menacée.

Classées d'après le principe de construction, nous distinguons des fusées *mécaniques* (à mouvement d'horlogerie), *chimiques* (agissant après un certain temps nécessaire à une réaction chimique), *électriques* (un circuit se fermant) et Radar (radio-électriques).

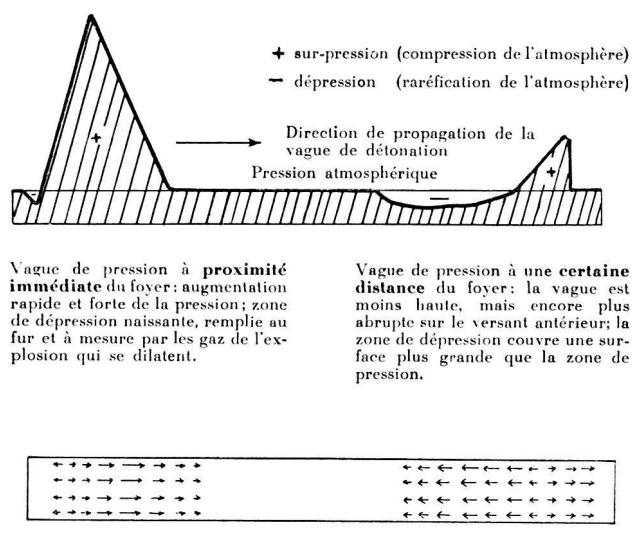
## 4. — Bombes explosives.

Leur poids varie de 50 kg. à 10 t. Elles agissent par la pression des gaz naissant de la combustion presque instantanée de l'explosif. Le colonel Wentzel en décrit les effets de la manière suivante, dans un journal allemand: «Une bombe de deux mètres de long, remplie d'un explosif détonant à 8600 m./sec., explose en  $1/4300$  sec.; elle dégage une chaleur allant jusqu'à 6400 °; les gaz produits tendent à occuper instantanément un volume 12'000 fois supérieur à celui de la bombe; ils cèdent dans toutes les directions à leur propre pression, en emportant tout sur leur passage. L'enveloppe de la bombe est déchirée en éclats aigus projetés à une vitesse que n'égale aucun autre

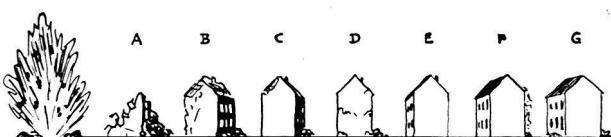
projectile. La haute température des gaz ou des éclats met le feu à tout objet facilement combustible. La pression diminue rapidement en s'éloignant du centre, et contourne bientôt, en les endommageant, les obstacles qu'elle ne peut plus vaincre.

Les bâtiments résistent en général moins bien à une explosion qui a lieu à leur intérieur qu'à la même pression agissant du dehors; dans ce dernier cas, les parois et planchers agissent comme arcs-boutants. Pour la même raison, une bombe explosant à l'intérieur d'un bâtiment cause plus de dégâts aux étages supérieurs qu'au sous-sol. En effet, les masses de gaz suivent le chemin de la moindre résistance.

Derrière la vague de pression se forme une zone de succion; l'atmosphère reflue vers le centre de l'explosion en cherchant à rétablir son équilibre; ce reflux peut aussi causer des destructions.



Les flèches indiquent les mouvements de l'atmosphère causés par l'explosion. La longueur des flèches est proportionnelle à la vitesse des courants aux différents endroits.



*Effets de la détonation d'une bombe sur un bâtiment, en fonction de la distance.*

- A) *Proximité immédiate:* Destruction complète.
- B, C) *Zone rapprochée:* Gros dégâts.
- D) *Zone moyenne:* Dégâts limités aux éléments de construction légers, tels que fenêtres, toits, parois légères. La vague de pression enfonce les vitres de la façade antérieure, et parfois, en contournant le bâtiment, celles également de la façade postérieure.

E) *Zone moyenne:* Zone morte; la pression n'est plus assez forte, la dépression pas encore assez accentuée pour causer des dégâts notables.

F) *Zone éloignée:* La pression, quoique affaiblie, s'élève légèrement devant la façade antérieure du bâtiment, juste assez pour annihiler les effets de la vague de dépression qui la suit; les vitres de cette façade restent intactes. Par contre, sur la façade postérieure, les vitres sont arrachées par le vide relatif (ou plutôt, c'est la pression normale régnant à l'intérieur du bâtiment qui les pousse en dehors). Les tuiles légères subissent le même sort.

G) *Zone éloignée:* La vague de pression ne compense même plus celle de dépression; les vitres de toutes les façades tombent en dehors.

Une série rapide de détonations peut provoquer une succession de vagues de pression et de dépression telle que les effets destructifs sont considérablement augmentés.

Le tableau suivant indique les effets d'une explosion sur l'homme:

Quantité d'explosif	Distance en mètres du foyer de l'explosion d'une bombe à fusée instantanée	
	Effet mortel	Lésions de l'appareil auditif
100 kg.	13	18
500 kg.	22	33
1000 kg.	28	43

Pour estimer approximativement la puissance destructive d'une bombe, on se sert de la formule  $R = 4 \text{ à } 6 \text{ fois } \sqrt{Q}$ ,

R étant le rayon de la zone à l'intérieur de laquelle des constructions de maçonnerie et de bois sont endommagées,

Q étant le poids de l'explosif en kg. (qualité 1938).

*Exemple:* Bombe de 1800 kg., poids du contenu: 50 % = 900 kg.; donc rayon d'efficacité 4 à 6 fois 30 m. = 120 à 180 m.

L'effet destructif dépend également du poids et de la vitesse de chute de la bombe (max. 250 à 300 m./sec.; plus élevée en piqué ou pour bombes à propulsion par réaction).

L'aviation allemande se servait de 7 types de bombes explosives: 50 kg., 250 kg., 500 kg., 1000 kg., 1000 et 1400 kg. perforantes (renforcées), 1800 kg., 2500 kg.

*Dimensions:*

50 kg.: longueur = 107,5 cm.,  $\varnothing = 20$  cm.

1800 kg.: longueur = 370 cm.,  $\varnothing = 65$  cm.

La nomenclature alliée distingue les types principaux suivants:

*Bombes à emploi multiple* («General Purpose», GP.); poids de l'explosif 50—55 %.

45,4 kg.: détruit bâtiments moyens, locomotives, positions d'artillerie.

113,5 kg.: détruit de grands bâtiments, des bateaux non cuirassés (à 6 m. de distance), interrompt des voies ferrées sur 9 m.

227 kg.: détruit quais, ponts, bateaux cuirassés légèrement, chars de combat (à 7,6 m.).

454 kg.: détruit les ponts les plus solides.

908 kg.: détruit barrages, navires cuirassés.

Contre des objets spécialement résistants, on renforce les parois au détriment de la charge, réduite à 32 et même à 5—12 %. (Bombes dites perforantes.)

*Mines à parois minces:* Poids maximum 1900 kg., poids de l'explosif 70—75 %. Agissent par la pression de l'air, détruisent des blocs entiers de bâtiments.

*Bombes à gros calibres*, utilisées contre des buts à protection très lourde (forts, barrages, constructions souterraines, etc.). Parois plus fortes que pour les mines. Poids: 4, 6 et 10 t. Dimensions (10 t.): Longueur 7,67 m., Ø 1,17 m. Diamètre de l'entonnoir 60 m.

*Bombes sous-marines:* Parois minces; 145 et 295 kg., contenu 70—75 %.

### 5. — Bombes mitraillantes (à éclats).

Poids courants 3 à 100 kg., exceptionnellement 120 et 500 kg. Les éclats, irréguliers et acérés, perdent rapidement de leur force de pénétration, considérable au début de la trajectoire. Le modèle américain de 10 kg. éclate en 2000 fragments d'une vitesse initiale de 1200 m./sec. et d'une portée de 500—1000 m. Densité maximum dans les secteurs de 5—10° et 20—30° par rapport au sol; 100 éclats par m² à 15 m. du centre. Comme mesure d'auto-protection pour le pilote, elles sont souvent munies d'un parachute retardant l'explosion, ou d'une fusée à retardement. Elles sont souvent lancées par paquets («bombes-mères», «Clusters»).

### 6. — Bombes chimiques.

a) *Bombes incendiaires:* Avec le lance-flamme, cette catégorie représente aujourd'hui une arme vieille comme la guerre: Le feu. Au cours du dernier conflit mondial, ce sont les Allemands qui s'en sont servis les premiers sur une grande échelle. Leur premier type pesait 1 kg.; un tube de magnésium contenait une charge de thermite. Les Anglais en imitèrent bientôt la construction.

Les Allemands passèrent ensuite au type dit grenade incendiaire, de grandeur variable, muni d'une charge explosive rendant l'intervention difficile ou impossible. A ce même but tendait l'emploi simultané de bombes incendiaires et explosives.

Date	But	Nombre		Remarque
		Explosives	Incendiaires	
28 VI 43	Cologne	70 000*	100 000	* dont 250 de 2—4 t.
8 III 44	Berlin	10 000	200 000	
20 II 45	Nuremberg	11 000	200 000	
26 II 45	Berlin	5 000	500 000	
15 III 45	Tokio	6 000	325 000	
25 V 45	G.Q.G. allemand	2 000	600 000	

Quant aux Alliés, ils construisirent bientôt toute une série de types très dangereux et presque impossibles à éteindre (v. le tableau).

C'est le feu qui a causé le plus de dégâts au cours de cette guerre. L'augmentation des calibres et l'emploi massif des bombes incendiaires rendirent souvent la défensive illusoire. La production de bombes incendiaires formait en 1939 le 5 % de la production totale; en 1945, les Etats-Unis en produisirent à eux seuls 250 millions; le 60 % de toutes les bombes utilisées étaient des bombes chimiques, en majorité incendiaires. Quelques exemples récents:

b) *Bombes lumineuses:* Suspendues à un parachute, elles éclairent le but. Le type anglais courant brûle avec une intensité de 1,2 millions de bougies Hefner (= 10'000 lampes de 100 Watt). Pour la photographie de nuit, on se sert d'un type produisant un éclairage diurne (50 millions de bougies) pendant  $1/10$  de seconde.

c) *Bombes de signalisation:* Lâchées par des éclaireurs, elles permettent, grâce à différentes combinaisons de couleurs, de transmettre des ordres, et en particulier, de désigner le but à attaquer. Suspendues à un parachute et, de ce fait, emportées à la dérive par le vent, elles manquent de précision. On leur préfère souvent un type de 125 kg. contenant 60 charges lumineuses qui, à une altitude de 400—800 m., sont expulsées de la bombe et tombent en pluie au sol, où elles continuent de brûler pendant 3 minutes; elles y produisent des taches de lumière de 100 m. de diamètre, visibles même à travers d'épaisses couches nuageuses. On les combat comme des bombes incendiaires. — Ce qu'il faut surtout savoir, c'est que l'attaque ne se restreint pas à l'aire encadrée par les bombes lumineuses; fréquemment, elle s'étend plus ou moins aux environs.

d) *Les bombes à gaz:* Prohibées par des conventions internationales, elles n'en sont pas moins à la disposition de toutes les armées. Les détails de construction n'en sont pas connus. L'efficacité des toxiques est jugée très différemment par les experts. Ce qui est certain, c'est que l'emploi de bombes aériennes serait beaucoup plus efficace que celui de la munition d'artillerie.

### Bombes incendiaires des Alliés

Dénomination officielle	Poids en kg.	Matière	Forme, dimensions	Lancement	Durée de combustion	Température dégagée en °C.	Indications diverses
M 52	0,9	thermite	○	en paquets («Clusters»)	8 min.	1260 °	Sable sec; expulsion! Peu de force de pénétration.
M 54	1,8	thermite	○ 54,4 cm. tête de fer; stabilisateurs	en paquets de 34, 110, 128	3—4 min.	1870 °	Sable sec; expulsion! 1 Cluster de 110 couvre 5000 m <sup>2</sup>
M 50	1,8	Magnésium, thermite (= thermite, aluminium, nitrate de barium, pétrole)	○ 53 cm.	id.	5—10 min.	1260 °	
M 69	2,7	benzine gélantineuse	○ 48 cm. stabilisateurs	Clusters de 14, 38, 60	10 min.	6000 °	Traine derrière soi une flamme de 60 m, au max.
M 74	4,5	«Goop»: asphalte, magnésium, déchets d'huile	cylindrique	Clusters de 38			Très difficile à éteindre; éclaboussures jusqu'à 23 m.
?	13,6	méthane, benzine, thermite	cylindrique $l = 50$ cm. $\varnothing = 15$ cm.	séparément	45 sec.	énorme	Lance une flamme rougeâtre ou verdâtre de 50 cm. de diamètre et de 5 m. de longueur. Fumée noire épaisse
?	13,6	phosphore blanc, masse visqueuse	cigare. $l = 83$ cm. $\varnothing = 12$ cm. stabilisateurs	séparément			Eclaboussures dans un rayon de plus de 60 m. Pénètre dans les étages inférieurs
M 47	45,4	benzine (comme M 69)	cigare, $l = 114,3$ cm. $\varnothing = 20,3$ cm.	séparément			Eclaboussures, à 12 m. Force de pénétration considérable. Fumée noire et épaisse, Explosion forte; souvent prise pour une bombe explosive
M 76	227	«Goop»		séparément			
Bidon	227	comme M 69 (75 gallons)		séparément			1 gallon vaut environ 4,5 l.
Bidon	330	id. (110 gallons)		séparément			
Bidon	504	id. (165 gallons)	$l = 3,1$ m. $\varnothing = 0,71$ m.	séparément			Arrose un terrain de football
?	1800	?		séparément		énorme	Fumée! Lancée sur les villes, usines, fortifications. Combinée avec des bombes explosives et mitraillantes

### 7. — Bombes de ravitaillement.

Armes passives, mais importantes pour la valeur combattive d'une troupe, au point de vue matériel et moral. Leurs formes et les systèmes de fixation à l'avion sont très variables. Elles sont presque toujours munies d'un frein, parachute ou ailerons, servant à atténuer le plus possible la violence du choc à l'atterrissement.

### 8. — Types spéciaux.

a) *Avec machine infernale*, camouflée en un objet quelconque d'apparence inoffensive; explose au toucher, ou avec un retard de 3 jours au maximum.

b) *Bombes antiavions*: Utilisées, en désespoir de cause, par les Japonais, qui les lâchaient ré-

glées à temps, au-dessus des flottes aériennes ennemis. Explosives ou incendiaires (phosphore).

c) *Bombes-fusées*: En chute normale, une bombe de 2000 kg. ne dépasse guère une vitesse de 250 m/sec. La propulsion par réaction permet de lui imprimer jusqu'à 600 m/sec. La portée et la précision du tir ainsi que la puissance de pénétration de la bombe en sont considérablement améliorés. De plus, des buts mobiles (navires, chars de combat, etc.) n'ont plus le temps de l'éviter.

d) *Bombes ailées*: Le type le plus connu est le Henschel Hs 293, un cylindre de 2 à 3 m. de long, muni de deux ailerons rectangulaires de 3—4 m. d'envergure; poids total 1200 kg. Il était transporté à une certaine distance du but, puis lâché et piloté par radio par un bimoteur Do 217 ou par un quadrimoteur He 177. La portée de ces bombes peut être augmentée par l'emploi de fusées de propulsion. — L'idée à la base de cette invention est d'abaisser les risques pour l'avion et l'équipage, en lui évitant de s'approcher à portée de la D.C.A. adverse.

e) *Bombes à pilote* japonaises «Hinraow». Lâchées à une trentaine de kilomètres avant le but, elles y étaient conduites par un volontaire qui se sacrifiait. Longues de 6 m., d'une envergure de 5 m., elles contenaient 1200 kg. d'explosif. Grâce à trois fusées de propulsion, elles atteignaient une

vitesse de presque 1000 km./h. Elles furent utilisées surtout contre des navires.

## 9. — Bombes atomiques.

Pour les questions techniques, nous renvoyons le lecteur aux indications détaillées dans *Protar* n° 2/1946. La puissance de la bombe atomique a certainement été surestimée, volontairement (guerre des nerfs!) ou non. Les photos prises à Hiroshima et Nagasaki prouvent que les bâtiments en pierre et en béton sont endommagés, mais non détruits. Les rues ne semblent pas avoir souffert; on peut en conclure que tout ce qui se trouve sous terre est resté plus ou moins intact: conduites, canalisations, abris, caves.

La bombe atomique agit par la pression atmosphérique et surtout par une chaleur énorme. C'est donc une très puissante bombe incendiaire. Le même résultat pourrait être atteint par un nombre suffisant de bombes incendiaires d'un type courant.

Les dégâts lors du second raid ont été sensiblement moins élevés que lors du premier. Ceci laisse à penser que les résultats dépendent de la configuration du terrain et de l'altitude de détonation.

Toute arme offensive nouvelle s'est vu opposer une arme défensive appropriée. Pour la bombe atomique, elle pourrait bien consister en la détection et l'explosion prématuée à grande distance par radiolocalisation.

R.

# Alarmwesen und Landesverteidigung

Von Hptm. M. Luisier

## Ueberlegungen und Anregungen

Zusammenfassende Uebersetzung aus „Protar“ Nr. 6 u. 7, 1946

Völlige Sicherheit lässt sich bei der Kleinheit unseres Landes im Verhältnis zu den heutigen (und erst recht zukünftigen) Geschwindigkeiten in der Luft durch kein Alarmierungssystem erreichen. Je nach den gegnerischen Absichten, der strategischen Lage und den Wetterverhältnissen sind zuviel unberechenbare Faktoren im Spiel. Anderseits trägt eine sinnvolle Lösung des Alarmierungsproblems dazu bei, das Vertrauen des Wachmanns zu seinen Führern und der Bevölkerung zur Armee zu stärken. Das Zweckmässigste schiene uns, möglichst nach Einfachheit und Einheitlichkeit der verwendeten Mittel zu streben.

Der Alarm bezweckt, das Ueberraschungsmoment bei einer gegnerischen Einwirkung herabzusetzen. Diese Aufgabe ist nur dann befriedigend gelöst, wenn die Warnung innert nützlicher Frist erfolgt und die ganze gefährdete Zone erreicht.

### a) Die Feststellung des feindlichen Anfluges

Die ans Wunderbare grenzenden Möglichkeiten der Radarapparate sind den Lesern dieser Zeitschrift wohlbekannt (s. «Protar» Nr. 12, 1945 und 2, 1946). In einem Umkreis von 200 km er-

lauben sie die unschlagbare Feststellung und Lokalisierung jedes Flugzeuges und jeder V-Waffe, und zwar mit überraschender Schnelligkeit und Genauigkeit. Die Verwendung des Radar im Rahmen des FIBMD drängt sich auf.

Theoretisch genügt eine einzige, zentral in erhöhter Lage aufgestellte Radarstation, um den gesamten schweizerischen Luftraum zu bewachen. Um eine möglichst frühzeitige Warnung zu gewährleisten, wird man die Stationen an die Grenzen vorverlegen müssen; der Feind soll schon im Anflug erfasst werden.

Wie viele Radarstationen wären nötig, um in jedem Fall mindestens drei Minuten vor Erscheinen der Flugzeuge alarmieren zu können? (Diese Zeitspanne dürfte, als Minimum, genügen, um sich in Sicherheit zu bringen.)

Schreiben wir der Schweiz einen Kreis mit dem Radius  $r$  um, und errichten in seinem Mittelpunkt  $O$  ein rechtwinkliges Achsenkreuz, so schneidet der Kreis diese Achsen in den 4 Punkten A B C D. Nehmen wir diese Punkte als Standorte für 4 Radarstationen mit der Reichweite  $R$  an, so geben die 4 von A B C D aus gezogenen