

**Zeitschrift:** ASMZ : Sicherheit Schweiz : Allgemeine schweizerische  
Militärzeitschrift

**Herausgeber:** Schweizerische Offiziersgesellschaft

**Band:** 114 (1948)

**Heft:** 6

  

**Artikel:** Entwicklungstendenzen bei der Fliegerabwehr

**Autor:** Koch, W.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-21123>

### **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:** 02.05.2026

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

Schüsse, die zur absoluten Ruhe und gespannten Vorsicht zwingen, doch empfindlich die Lockerung und Entspannung, die man sonst nachts so sehr genießt. Die Geduld, stundenlang allein bewegungslos zu verharren, können wir, zum Handeln und zur Bewegung drängend, nur schwer aufbringen. Eine Frage der Mentalität.

11.3.43. Unsere Scharfschützenzüge, mit besonderen Zielfernrohrgewehren ausgerüstet, bewähren sich gut. Darüber hinaus hat jeder Infanterieschützenzug seine «privaten» Scharfschützen (mindestens zwei).

20.3.43. Wie sehr hat sich seit Kriegsbeginn das Gesicht der *Schützenkompanie* gewandelt. Die Hauptstärke überschreitet selten 50 Mann. Die Breite der Abschnitte ist ziemlich gleich geblieben. Die Feuerkraft ist erheblich stärker geworden. Mehr Maschinengewehre und Maschinenpistolen, mehr und bessere Granatwerfer, Sturmtrupps und Scharfschützen, und kaum noch Karabiner. Der normale Gewehrträger ist zugunsten der *Spezialisten* fast ausgestorben. Vervielfachte Feuerkraft und verteilte Aufgaben. Aber auch die Anforderungen, die an den einzelnen Mann gestellt werden, sind gewachsen. Er wird ständig überbeansprucht. Längst ist auch der äußerliche Anblick der «uniformierten» Infanteristen verloren gegangen. An Stelle der korrekten und einheitlichen Ausrüstung sind individuelle Abwandlungen getreten, die im allgemeinen stillschweigend gestattet werden. Die alten, erfahrenen Fronthasen haben ihre sorgfältig erprobten Geheimnisse des Munitionstransportes, der Handgranaten- und Spatenverwahrung, des Pistolentragens. Forsches Wahren des Einheitsanzuges würde hier und unter diesen Umständen Schikane bedeuten. H.

## Entwicklungstendenzen bei der Fliegerabwehr

Von Hptm. W. Koch, Instruktionsoffizier der Flab-Truppen

*Weiterentwicklung während des Krieges bis zur Gegenwart*<sup>1</sup>

Wenn man bezüglich der Wirksamkeit des im vorhergehenden Kapitel behandelten Flab-Materials bei Beginn des zweiten Weltkrieges einige Hoffnungen hegte, so sah man sich schon nach wenigen Monaten in allen Lagern vor die Tatsache gestellt, daß weder Waffen und Munition noch Geräte den gestellten Anforderungen entsprachen. Der Grund des Ver-

<sup>1</sup> Wertvolle Ausführungen über Entwicklung und Zukunftsaussichten der Waffen der Fliegerabwehr enthält auch der Artikel «Waffenentwicklung und ihr Einfluß auf die Kriegführung» von Major P. Schaufelberger im Jahrgang 1947 der ASMZ, S. 495 ff.

sagens war in erster Linie im neuen Kampfverfahren der Flieger zu suchen, das besonders in Deutschland revolutionär umgekrempelt wurde. Nicht weniger stark wirkten sich aber auch die stark gesteigerten Flugzeuggeschwindigkeiten, verbesserten Manövrierfähigkeiten der Flugzeuge aller Typen sowie die äußerst wirksame Bordbewaffnung aus. Nicht ohne Enttäuschung mußte zugegeben werden, daß die erste Runde im Kampf um Zeitgewinn zwischen Luftwaffe und Bodenabwehr eindeutig von der ersteren gewonnen worden war.

Es waren besonders die *großen Geschwindigkeiten*, die erkennen ließen, daß die technische Beweglichkeit aller Waffen und Geräte ungenügend war und man einem plötzlich auftauchenden Ziel nicht mehr zu folgen vermochte. Nicht weniger schlimm wirkte sich als Überraschungsmoment der *Stukaflug* aus. Wenn auch nach Überwindung der ersten Schockwirkung dieser Einsatz sich für die deutsche Heeresleitung als kostspielig und später als untragbar erwies, so waren unumstritten große Anfangserfolge zu verzeichnen, und es war in einzelnen Fällen immer und immer wieder mit solchen Angriffen zu rechnen.

Auf Grund dieser Tatsache war eine grundlegende Anpassung des Materials an die Bedürfnisse nicht zu umgehen. Studienkommissionen bestehend aus Wissenschaftlern, Technikern und Offizieren wurden mit der Aufgabe betraut, Waffen, Geräte und Munition so zu verbessern, daß sie als wirksame Abwehrmittel gegen raschfliegende Flugzeuge angesprochen werden könnten. Grundsätzlich verspricht man sich eine *Steigerung der Erfolgsaussichten* durch:

1. Verbesserung der technischen und taktischen Beweglichkeit der Geschütze.
2. Steigerung der Reichweite und Feuergeschwindigkeit der Geschütze.
3. Bessere Zielerfassung und Vermessung.
4. Erhöhung der Wirkung am Ziel.
5. Verbesserung der Ausbildung.

#### A. Waffen

a. *Klein- und Mittelkaliberwaffen*. Das Sperrschießverfahren muß im Prinzip auch für die Zukunft beibehalten werden, weil eine Umstellung auf das Verfolgungsschießen aus technischen, taktischen und nicht zuletzt wirtschaftlichen Gründen einfach nicht in Frage kommt. Die sich daraus ergebenden Konsequenzen, wie Fehler in der Bestimmung von Distanz, Geschwindigkeit und Flugrichtung (= Fehler in der Vorhalterrechnung) können durch vergrößerte Feuerkraft und Anfangsgeschwindigkeit (Verkleinerung der Geschosßflugzeit) nur teilweise kompensiert werden. Immer-

hin verspricht man sich vom Zusammenbau einzelner Waffen zu Zwillingen, Drillingen, Vierlingen und Mehrlingen zufolge der günstigeren Streuverhältnisse einigen Erfolg (deutscher Rheinmetall-Vierling 20 mm, russischer 37 mm Drilling auf Vierradlafette, amerikanischer 12,7 mm Vierling usw.) Daß es sich durch die Einführung der *Mehrlingswaffe* nicht etwa darum handeln kann, die Waffenzahl und damit die Bedienungsmannschaft in einer Einheit zu reduzieren, scheint wohl klar zu sein, denn durch die vergrößerte Feuerkraft der einzelnen Waffen sollen neben den individuellen Zielfehlern und der Waffenstreuung die durch das Schießverfahren auftretenden Fehler zum Teil kompensiert werden.

Eine Verbesserung der technischen Beweglichkeit kann durch Einbau einer elektrischen, einer Weg-Geschwindigkeitssteuerung oder durch Aufhängung der Waffen im Schwerpunkt (deutscher Rheinmetall-Vierling 20 mm) erzielt werden, wobei das Hauptgewicht für elektrische Steuerung auf große Empfindlichkeit, kurzen Bremsweg und einfache Bedienung zu legen ist. Eine Steigerung der taktischen Beweglichkeit wird durch Montage der Waffen auf Motorfahrzeuge (in der Regel als Selbstfahrlafette) erreicht. (Deutsches 3,7-cm-Selbstfahrgeschütz Pak-Flak, amerikanisches 37-mm-Geschütz zusammen mit zwei 12,7 mm Mg. auf Lastwagen M3 montiert, amerikanischer 40mm Bofors-Zwilling auf Tankchassis M 19 usw.)

Die Reichweite der Geschütze ist kalibermäßig beschränkt und kann bei Klein- und Mittelkaliberwaffen nicht wesentlich verbessert werden. Eine Verbesserung der Wirkung am Ziel verspricht man sich durch die Erhöhung des Sprengstoffgewichtes oder durch Verwendung von Brandgeschossen. (Nach deutschen Meldungen soll die Wirkung frappant gewesen sein.)

b. *Schwere Flabwaffen.* Ähnlich wie bei den Klein- und Mittelkaliberwaffen kann durch Einbau einer elektrischen Nachlaufsteuerung eine stark verbesserte technische Beweglichkeit des Geschützes erzielt werden.

Eine Steigerung der Reichweite durch Vergrößerung des Kalibers sowie Vergrößerung der Anfangsgeschwindigkeit  $V_0$  ist nur auf Kosten der Mobilität möglich und zufolge der Materialbeanspruchung an gewisse Grenzen gebunden. Wenn auch in gewissen Fällen über das Kaliber von 15 cm hinausgegangen wurde, handelt es sich um ausgesprochene Versuchsobjekte ohne praktische Bedeutung.

Durch Verwendung von *unterkalibrierten* Geschossen können die Geschößflugzeiten wesentlich reduziert werden, was sich günstig auf die Vorhalterrechnung auswirkt. Das Unterkalibergeschoß kommt in zwei Hauptausführungen zur Anwendung: die Flansch-Granate und die Treibspiegel-Granate. Die Sprengladung beträgt zirka 400–500 g. Die Granaten

werden von einem kaliberstarken Geschößträger im Lauf geführt, welcher nach Verlassen des Rohres abfällt.

Beim Unterkalibergeschoß für die deutsche 8,8 cm Flak (8,8/7,0 cm) betrug die Flugzeitverkürzung auf 10 000 m zirka 45 Prozent; 8,8 cm Flak 37 etwa 33 Sekunden, 8,8/7,0 cm Flak 40 rund 17–19 Sekunden.

Ohne die bis anhin behandelten Verbesserungsmöglichkeiten der schweren Flak-Waffen bagatellisieren zu wollen, ist man sich darüber einig, daß eine bedeutende Steigerung der Wirkung nur durch eine *Steigerung der Wirkung am Ziel* erreicht werden kann.

Es wurden Versuche mit *Brandgranaten* und Minengeschossen durchgeführt. Die ersteren (deutsche 8,8 cm Flak-Brandschrapnell) waren trotz unzulänglicher Brandwirkung zufolge zu kleiner Brandmasse der Füllkörper insofern wirkungsvoll, als bei durchgeführten Versuchen an der Kanalküste die für einen Abschuß erforderliche Durchschnittsschußzahl von 800–900 Schuß auf etwa 400 herabgedrückt werden konnte; zur Erzielung eines Brandes waren sogar nur ungefähr 180 notwendig.

*Minen* wurden versuchshalber als Füllkörper der Schrapnellgeschosse verwendet, jedoch wegen zu geringer Wirkung als Flakmunition nicht weiter in Erwägung gezogen. (12,8 cm Flak: 6 Minenfüllkörper à 240 g; 12,8 cm Flak: 12 Minenfüllkörper à 120 g; 8,8 cm Flak: 6 Minenfüllkörper à 60 g.)

Durch die Verwendung von Brand- und Minengranaten war eine gewisse Verbesserung der Wirkung am Ziel erreicht worden, die jedoch im Hinblick auf die immer noch geringen Abschußzahlen als ungenügend bezeichnet werden mußten. Das Problem lag nicht in erster Linie darin, die Munition wirksamer zu gestalten, sondern sie so nahe ans Ziel zu bringen, daß Detonationsdruck und Sprengwirkung voll ausgenützt werden können.

Wenn man bis anhin von 25 m Zielnähe sprach, so ergaben die neuesten Versuche mit modernen gepanzerten Bombenflugzeugen, daß eine wirksame Beschädigung oder gar Zerstörung nur innerhalb der 10–5 m Grenze erreicht werden konnte, wobei die Langschüsse grundsätzlich als wirkungslos ausfielen. Diese Feststellung ließ erkennen, daß die zur Verfügung stehenden Feuerleitgeräte den Präzisionsanforderungen nicht mehr gewachsen waren. Eine Lösung konnte somit nur im verbesserten Feuerleitgerät einerseits, im gelenkten oder selbstsuchenden Geschöß andererseits gefunden werden. Während über Feuerleitgeräte und gelenkte Geschosse an anderer Stelle noch berichtet wird, lohnt es sich, über Geschosse mit *Nah- und Annäherungszünder* einige Worte zu verlieren.

Der *Nahzünder* spricht an, wenn sich das Geschöß innerhalb einer gewissen Grenze vom Ziel befindet. Der Vorteil dieses Zünders gegenüber

dem Uhrwerkzünder liegt darin, daß unrichtig gemessene Distanzen, die sich in erster Linie als Tempierfehler auswirken, unberücksichtigt bleiben. Man weiß heute, daß besonders in Deutschland und U.S.A. Versuche mit Nahzündern durchgeführt wurden, die auf ganz verschiedenen Grundlagen beruhen.

Von 1939–45 sollen beispielsweise etwa 40 verschiedene Verfahren von Nahzündern versucht worden sein, die auf Akustik, Optik, Ultrarot-Strahlung, Ultraviolett-Strahlung, – Magnetismus, Elektro-Statik und Hochfrequenz basierten.

Während es in Deutschland mehr oder weniger bei den Versuchen geblieben ist, konstruierten die Amerikaner einen Nahzünder, der unter dem Namen *proximity fuze* oder *radar fuze* heute allgemein bekannt ist. Dieser Zünder eignet sich besonders gut für Flugabwehrschießen, weil er in Bodennähe nur unzuverlässig arbeitet. Der Zünder ist am Kopf der Granate unter einem Plastic-Schirm untergebracht und mit einer kleinen Radar Sendempfangsanlage ausgerüstet. Die während des Krieges gemachten Erfahrungen waren sehr befriedigend. Besonders gute Dienste soll der Radar-Zünder bei der Schlacht um England und anlässlich der Abwehr der V 1 geleistet haben.

Der *Annäherungszünder* sucht sich sein Ziel innerhalb einer gewissen Grenze selbst. Über Versuche mit Annäherungszündern weiß man zu berichten, daß in Deutschland kurz vor dem Zusammenbruch die Vorarbeiten für eine serienmäßige Herstellung abgeschlossen waren. Daß die Siegermächte von diesen Vorarbeiten zu profitieren wußten, scheint außer Zweifel zu sein.

*c. Raketen.* Wenn es sich beim Problem der Raketen für die Fliegerabwehr vorläufig auch um absolute Zukunftsmusik handelt, ist es doch interessant, zu untersuchen, warum man die Rakete als Flabgeschoß wünscht und wie man sich deren Einsatz vorstellt.

Wie bereits erwähnt, bietet eine Vergrößerung der Reichweite eines Geschützes durch Steigerung von Kaliber und Anfangsgeschwindigkeit die allergrößten Schwierigkeiten, sei es hinsichtlich der Beanspruchung des Materials oder der Verminderung der technischen und taktischen Beweglichkeit zufolge überdimensionierter Gewichte. Die Rakete, gleichgültig, ob es sich um eine Pulver- oder Flüssigkeitsrakete handelt, umgeht diese Schwierigkeiten, indem sie von einem verhältnismäßig leichten Abschußgerät und mit der Anfangsgeschwindigkeit = 0 abgeschossen wird. Diese Raketen sollen entweder vom Boden aus gelenkt werden können (*guided missiles*) oder als Kleinkaliberraketen, die von besonderem Vielfachgeräten abgefeuert werden, zufolge der großen ballistischen Streuungen mit Selbst-



- diese Raketenwerfer würden ähnlich den schweren Flab-Waffen in Bataillonen zusammengefaßt, um die Feuerkraft wesentlich zu vergrößern.

*b. gegen hochfliegende Bomber-Massenangriffe.*

Das Problem liegt in ausreichender Sprengstoff-Sättigung des Luftraumes, welchen eine Luftarmada zu durchfliegen versucht;

- das gelenkte Geschöß muß imstande sein, im Zielbereich eine angemessene Atom-Explosion auszulösen.
- die Geschößansprache soll durch Radarzünder erfolgen;
- die Geschosse sollen in großen Mengen abgefeuert werden können;
- das Geschöß soll einen großen Aktionsradius besitzen;
- das Geschößgewicht muß klein gehalten werden können;
- das Geschöß wird vom Boden aus mit Radarkegel und Leitstrahl nach einem Punkt über der Mitte der Bomberformation dirigiert, von wo aus es sich in ausweitender Spirale abwärts bewegt und der Radarzünder die Atomexplosion auszulösen hat;
- die Bodeninstallationen sollen stationär sein.

Die im Rahmen der totalen Kriegführung zur Durchführung gelangten Versuche mit *gelenkten Geschossen* waren bei Kriegsende in Deutschland am weitesten fortgeschritten. Daß sowohl die USA. als auch Sowjetrußland dies anerkennen, ergibt sich aus der Tatsache, daß in White Sands (New Mexico) und in den baltischen Staaten unter Beiziehung deutscher Wissenschaftler mit Hochdruck am Raketen- und Großraumraketenproblem gearbeitet wird.

Wenn auch im Moment noch keine positiven Resultate vorliegen, so ist in absehbarer Zeit damit zu rechnen, daß das schwere Flab-Geschütz nach und nach durch die Großkaliber-Rakete verdrängt werden wird.

*B. Frühwarn- und Feuerleitgeräte*

Zu den brennendsten Problemen des Flabschießens gehören die frühzeitige Meldung sich nähernder Flugzeuge sowie eine möglichst frühe Erfassung und Vermessung derselben. Wenn mit Hilfe von mehr oder weniger guten Kommandogeräten, Scheinwerfern und Horchgeräten die Lösung dieser Aufgaben als äußerst schwierig, teilweise sogar als unlösbar zu bezeichnen waren, so änderte sich dies mit der Erfindung des *Radar* schlagartig.

Es würde zu weit führen, an dieser Stelle das Prinzip des Radars entwickeln zu wollen. Für Interessenten steht bereits gute Literatur zur Verfügung.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Vergleiche beispielsweise Hallows «Radar» (Franke Verlag, Bern)

Was uns hier besonders interessiert, ist die Verwendung des Radars für das Flab-Schießen.

*Frühwarnung.* Während bis anhin sich nähernde Flugzeuge erst auf kurze Distanz festgestellt werden konnten, ist mit dem *Early warning* als vorgeschobenem Auge ein Blick weit in Feindesland hinein möglich. Wenn auch in gewissen Fällen eine Zielerfassung stark erschwert werden kann, ist eine Überraschung im Großen doch beinahe unmöglich geworden. Der Großraum-Radar übernimmt die Funktion des Fliegerbeobachtungs- und Meldedienstes mit dem großen Vorteil, daß die Lage eines Flugzeuges oder Verbandes direkt an den Feuerleitradar übergeben werden kann, ohne den Umweg über ein kompliziertes Funk- oder Telephonnetz nehmen zu müssen.

*Feuerleit-Radar.* Durch die Verwendung von Radargeräten für die Feuerleitung einer schweren Flab-Bttr. sind sowohl Scheinwerfer und Horchgeräte als auch Telemeter in Wegfall geraten.

In den USA. und in England ist man heute im Begriff, auch die Meßarbeit des Kdo.-Gerätes dem Radar zu überlassen und K.G. nur noch für die Verrechnung und Übertragung der ballistischen Daten einzusetzen. Wissenschaftler arbeiten intensiv an einem Radar-K.G. (ähnlich des bei uns entwickelten Feuerleitgerätes), das als das Zukunfts-Standardfeuerleitgerät der schweren Flab bezeichnet wird. Wenn auch tagsüber die Werte für Seite und Elevation durch die K.G. eher genauer ermittelt werden können als durch die Radars, so trifft dies für die Distanzmessung in keiner Weise zu. Radar mißt auch auf große Distanzen unverhältnismäßig viel genauer, was sich in der Vorhalteberechnung besonders in geringeren Tempierfehlern positiv auswirkt. Handelt es sich aber um ein Nachtschießen, so kann ein feindliches Flugzeug so frühzeitig erfaßt und vermessen werden, daß der maximale Wirkungsbereich einer Waffe ausgenützt werden kann und grundsätzlich eine Batterie viel früher zum Einsatz kommt.

*Abschirmen von Radar beim Erfassen tieffliegender Ziele.* Daß auch dieses neue Gerät neben seinen vielen großen Vorteilen gewisse Eigentümlichkeiten aufweist, über die man bei seinem Einsatz orientiert sein muß, zeigt folgendes: Die Erfassung tieffliegender Flugzeuge mit Radar bedingt die Kenntnis zweier eigentümlicher Erscheinungen. Bei der ersteren handelt es sich um eine *Bodenstörung*, welche sowohl am Distanz- als auch am Azimut- und Höhenoszilloskop auftritt, wenn der Radarstrahl unter einem Winkel von  $60^{\circ}$  und weniger arbeitet. Diese Störungen treten besonders in flachem Gelände tieffliegender Staaten auf, wo Städte und Dörfer mehrheitlich auf Bodenerhöhungen gebaut werden. In solchem Gelände verursachen die «Echos» von Objekten wie Häuser, Fabriken, Wassertürme, Kamine und Hügel beträchtliche Störungen. Die zweite Erscheinung be-

steht darin, daß der Radar die *Bodenreflexionen des Flugzeuges* übernimmt, anstatt das Echo vom Flugzeug selbst zu melden. Letzteres erfolgt hauptsächlich dann, wenn es sich um nasses Gelände handelt und das reflektierte Echo stark genug wird, um von Radar erfaßt werden zu können.

Die Elevation des Parabolides, die sich nach dem reflektierten Echo richtet, nimmt mit sich näherndem Flugzeug ständig ab und erreicht schließlich den Elevations-Stoppunkt, womit das Flugzeug verloren geht. Diese Störung kann schwerwiegende Folgen haben bezüglich Gefährdung der eigenen Truppen, besonders bei Nacht sowie in bezug auf die feindliche Feuerwirkung.

Die zweckmäßige Methode, um Bodenstörungen und Reflexionen zum Verschwinden zu bringen, ist die Abschirmung des Radars von den Störquellen. Die beste Abschirmungsmethode würde darin bestehen, den Radar in eine untertellerförmige Bodenvertiefung zu stellen in einem Gelände, wo sich der Horizont innerhalb der 1000-m-Grenze befindet und der Bodenkamm unter einem Winkel von zirka  $20 \text{ }^{\circ}/_{00}$  erscheint. In einer solchen Stellung wäre die Bodenstörung vom Radarstrahl abgeschirmt und demgemäß auch vom Oszilloskop. Diese natürliche Abschirmung ist in den seltensten Fällen anwendbar, besonders dann nicht, wenn taktische Erwägungen oder große Feuerdichte die genaue Lage des Radar vorschreiben und einen Stellungsbezug außerhalb einer limitierten Fläche verunmöglichen. Unter diesen Umständen kommt nur die *künstliche* Abschirmung in Frage. Durch Bodenstörungsdiagramme, die mit Hilfe des Parabolids bis zu  $0^{\circ}$  Elevation erstellt und sorgfältig studiert werden, kann festgestellt werden, ob eine künstliche Abschirmung notwendig ist, und wenn ja, für welche Azimute. Die Tendenz des Radars, Bodenreflexionen des Flugzeuges zu verfolgen, kann durch Beobachtung des Parabolids verhältnismäßig leicht festgestellt werden. Wenn die Bodenstörungen vom Radar abgeschirmt sind, verschwinden im allgemeinen auch die durch reflektierte Echos verursachten Störungen. Ein einfaches Drahtnetz genügt, um die Bodenstörungen auf eine Zehntelsamplitude zu reduzieren; ein Röhrennetz wird sie beinahe ganz zum Verschwinden bringen.

(Schluß folgt)