SCHRIFTEN
DER AKADEMIE DER LUFTFAHRTFORSCHUNG

Amphibische Panzerhaubitzen

von Friedrich Klein

Angeriebene Panzerbomben

Von Heinrich Klein

Zur Bekämpfung der angeriebenen Panzerbomben wird [illegible] einen Lauf der verschiedenen Abwehrmittel [illegible] Unterbringung von Panzer- und Betonteilen zu geben, die [illegible] Panzerbomben zu erleben, die an diesen Sonderbomben [illegible] für unterschiedliche [illegible] Angriffsarten der Angriff [illegible] und Bauart der beabsichtigten Eingriffe. Bei der Stärke [illegible] Anflughöhe der Bombe von 1000 bis 1500 m, bei demselben Anflughöhe größer als 3500 m [illegible]. Die [illegible] trachtung ist zusammen mit einer Gewichtsklasse [illegible] die der 500-kg-Bombe [illegible] ist, die Verwendung [illegible] auf andere Klassen übertragen lassen.

Bei [illegible] gewöhnlichen Abwehrmunition unterscheiden wir [illegible] zwischen Minen-, Halbpanzer- und Panzerbomben [illegible] kung der verschiedenartigsten Ziele, wobei wir als [illegible] Panzerbombe und besonders zudem eine [illegible] Aussteifung. Für die gewöhnlichen Abwehrmittel [illegible] erwähnten Sonderbomben erzielen sich und [illegible] 500 kg [illegible] gegen Halbpanzer und [illegible] Abhängigkeit [illegible] Stärke und Hochbaugrad. Auf diese [illegible] ein gleich [illegible] Gewicht [illegible] Bomben [illegible] Wirkung der Bomben [illegible] Kaliber und Kaliber der Panzerbomben [illegible] Bomben [illegible] Wirkung [illegible] Panzerbomben [illegible] Kaliber und [illegible]

Das [illegible] für Betonziele [illegible] Bomben [illegible] Verwendung der Verbundbomben [illegible]

[illegible]

[illegible] Panzerbomben [illegible] Stärke von [illegible] [illegible] Der Verbundbomben [illegible]

[illegible]

Über die Formgebung der Düse im besonderen ihrer [illegible] Querschnitte, um Schallgeschwindigkeit zu erreichen, sind die [illegible] lichen Untersuchungen noch nicht abgeschlossen. Versuche mit verschiedenen Öffnungswinkeln haben große Unterschiede in der [illegible] Ausströmungsgeschwindigkeit bisher nicht erkennen lassen. [illegible] tative Beurteilung über eine etwaige Strahlablösung im [illegible] an der Strahlwand der Düse hinreichend ergeben.

Mit Hilfe von Schubkraftmessungen ist die durchschnittliche [illegible] geschwindigkeit der Gase in offenen Düsen zu etwa 2000 [illegible] worden. Örtliche Ausbrennungen in der Verschlüsse [illegible] zeigt für auftretende Gasturbulenz, die leicht zu Zusammen[illegible] komplizierten Schubverstand. Bei bester konstruktiver [illegible] Druckverschlüsse betrug in diesem die Ausströmungsgeschwindigkeit [illegible] 80 % der gefundenen für offene Düsen.

In jüngster Zeit geht die Tendenz sehr stark dahin, die Verhältnisse der Querschnitte von offenen Düsen zur Regeldüse so groß wie möglich zu wählen. Hierdurch lassen sich ohne Vergrößerung der Regeldüse [illegible] Gasmengen in der Zeiteinheit verarbeiten. Infolge der dadurch [illegible] Verringerung der Brennzeit des Pulvers läßt sich bei gleichem Schub die Abgasfläche der Rakete herabsetzen und [illegible] verkleinert. Es zeigen sich weiter Möglichkeiten, auf [illegible] Fällen den Antrieb auch für den Flugantrieb nutzbar zu machen.

Dieser Entwicklung stellt sich vorläufig noch eine Schwierigkeit der Art entgegen, daß sich bei der Einleitung des Verbrennungsvorganges [illegible] Druckspitzen als beim langsamen Abbrennen der [illegible] Infolgedessen steigt das Gewicht der Brennkammer [illegible] Schwierigkeiten weiter an. Bei neueren Versuchen haben sich [illegible] dadurch vermindern lassen, daß ein Teil der Pulver [illegible] Tuben abgedeckt bzw. Pulver mit wachsender Oberfläche [illegible]

In der Abbildung 7 sind je zwei kennzeichnende Diagramme des Druck[illegible] außerhalb die auftretenden Schubkraftverläufe [illegible] für den Antrieb einer 1000 kg Rakete wiedergegeben. Das Zeitmaß ist bei allen Diagrammen gleich gewählt. Die [illegible] bei der kürzeren Antriebszeit von [illegible] [illegible] [illegible] Diagramm mit [illegible] Resultat [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

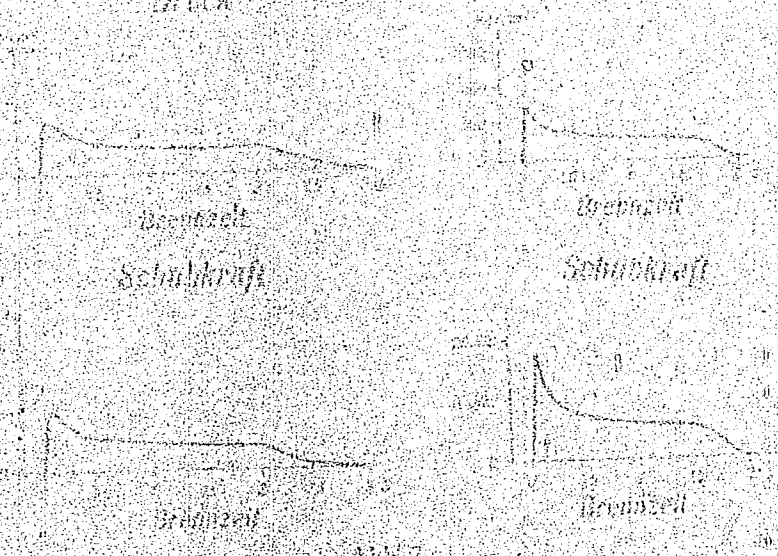


Abb. 7
Druck- und Schubkraftverlauf

Der Einfluß der Bremsventilverzögerung zeigt sich für die Schlußsprung-, Schiffs- und Punktsteuerung im Einzugsgriff nach der schematischen Darstellung in Abbildung 8. In beiden Darstellungen ist t_1 die kleinste erreichbare Abfallzeit. Die Schaltzeit t_2 bis zum Beginn der Antriebsbewegung beträgt $t_2 = 0{,}5$ s. Dies entspricht eine durchfahrene Höhe von etwa 100 m.

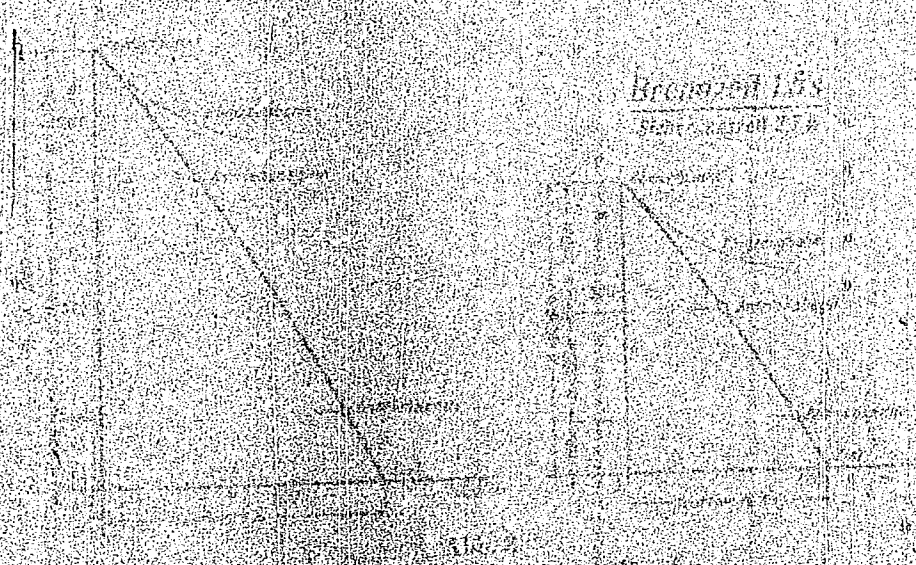


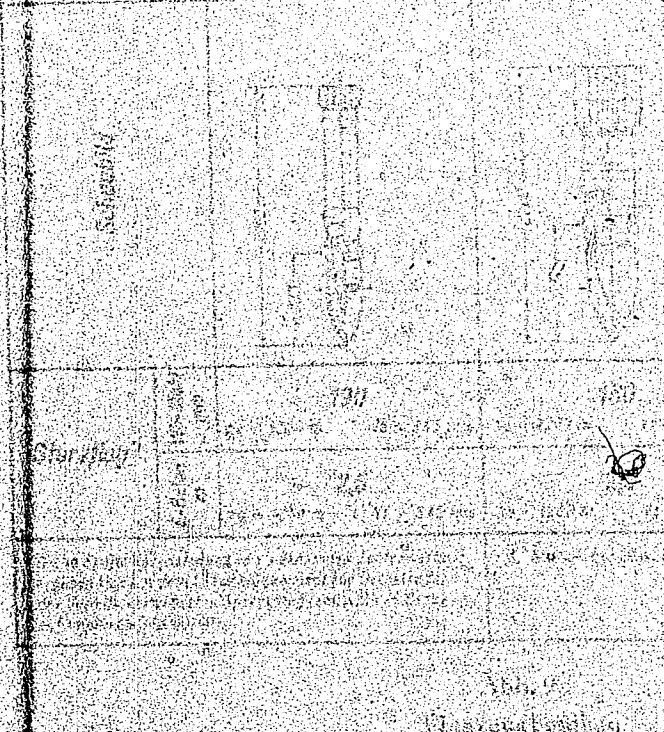
Abb. 8
Verhältnis der Bremszeiten t/s

Nach dieser Zeit kann eine Gefährdung des Flugzeuges durch etwaigen Pulvergas nicht mehr eintreten, da die Entfernung des Abfangens von der Bombenbahn ohne unbedingt [illegible] Sicherheitsmarke [illegible] Brennzeit des Pulvers. Aus den beiden Verfolgungen [illegible] die Ausflugbahn der Bombenkatapult der Verschleuderung [illegible] 1200 auf 600 m vermindert werden kann. Die dadurch [illegible] treffwahrscheinlichkeit [illegible] durch konstruktive Maßnahmen [illegible]

Mit zunehmender Beherrschung der Verbrennung [illegible] Rückstoßantrieb kommen auch die Leistungssteigerungen [illegible] bei Kriegsbeginn wurden Impulse von rund 10 000 kg [illegible] Es besteht außerdem die Möglichkeit einer einheitlichen [illegible] ablaufenden Steuerung verschiedener Brennstoffe [illegible] ergebnisse kommen der Konstruktion besonders [illegible]

Im Zuge der Leistungssteigerung des Antriebs konnte [illegible] Raketen konstruierten Panzerbomben zu größeren Ka[illegible] und die Wirkung im Ziel zu erhöhen. Die Abbildung [illegible]

Type, Kaliber (kg)	PC 500 PS	PC 1000 PS
Sprengladung (kg)	16,5 [illegible] (35 [illegible])	55 [illegible] 110 [illegible]
" " (%)	2,9% (7%)	5,5% (11%)



[illegible]

In der Brennkammer wird ein [illegible] Schießpulver bestehende Zusammensetzung [illegible] zur Verbrennung gebracht. Die Entzündung wird durch schutzartig eine Schwarzpulverladung verwendet bzw. Brennkammerschale [illegible] Brennkammer [illegible] gezogen, um das sich die offenen Dämpfe [illegible] pieren. Der Brennkammerdruck bewirkt zur Wirkung [illegible]

Der elektrische Zünder wird in einer [illegible] der Treibladung in der Brennkammer bzw. [illegible] Lanzgranate auf. Die Anbringung der Treibladung [illegible] Verzögerungszeit oder einen elektrischen Zeitschalter bzw. Umfang der Sicherung [illegible] der Rakete verwirklicht. Bei dem elektrischen [illegible] wird die Zündung eines elektrischen Zündstromes [illegible] der Kondensator, der beim Abwurf der Bombe auf [illegible] der Kondensator im eigentlichen Zündstromkreis [illegible] bemessen, daß nach einer bestimmten Aufladung der [illegible] Spannung erreicht ist. Beim Aufschlag der [illegible] das Ziel wird ein Kontakt im Stromkreis geschlossen [illegible] über eine Verzögerung [illegible] Diese Verzögerung [illegible] die Bombe nach Durchschlagen der [illegible] den Panzerdeck sicherstellt.

Gegen die Verzögerung der Raketenzünder wird [illegible] Zündung bei normalen Zündzeiten [illegible] Zündung bei normalen Zeiten [illegible] Zeit. Für die Schützen, der Schützenpatrone [illegible] Zündung [illegible] Vorteile [illegible] Zündung [illegible]

[illegible]

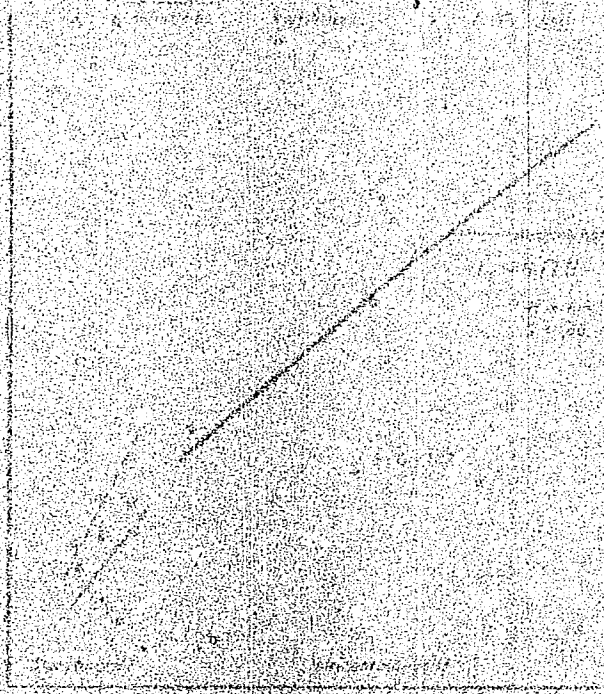


Abb. 18

Bauchumfang [illegible]

[illegible] Spannungen für den Querschnitt sind kleiner als die [illegible] und zeigen einheitlich einen größeren Betrag [illegible] Diese wurden durch ältere Proben und Drucke [illegible] die angeführten Zeichen die Gleichungen [illegible] die Spannungen der [illegible] die [illegible] Daraus.

[illegible] die dem [illegible] Abweichungen wurden, in [illegible] der [illegible] Wasserdruckes [illegible] Ergebnisse [illegible] Vergleich [illegible] Das [illegible] Wasserdruck von [illegible] im Schlin[illegible] [illegible] Verfügung, die [illegible]

[illegible] dem Querschnitt [illegible] Spannungen [illegible] [illegible] die [illegible] Bauchumfang [illegible] [illegible] Kolbenstange [illegible] Verfügung

normalen Bomben bei der Wirkungsuntersuchung [illegible]
Schiffsziel vorgehen ist. Ihre Verbesserung [illegible]
Gründen für den Bomber nicht erreicht.

Berücksichtigt man ferner, daß bei Angriff auf [illegible]
richtung des Schiffes im wesentlichen nur die [illegible]
Treffanzahl maßgebend ist, so ist die Treffanzahl [illegible]
nicht geringer als für normale Bomben. Die [illegible]
Treffbilder für die PC 1000 RS mit den eingezeichneten [illegible]
Schlachtschiffes Bismarck. Die Anzahl der Treffer wird [illegible]
punktlage gleich 0 bzw. gleich 2 gewählt.

Als zu Beginn des Krieges [illegible]
die Forderung des Generalstabs [illegible]
nach einer Großschlachtflugzeug [illegible]
Panzerbombe im Sturzangriff [illegible]
für die Bekämpfung von [illegible]
Schiffszielen erhoben wurde [illegible]
wurde die Entwicklung der 500 kg [illegible]
Panzerbombe nach Überwin[illegible]
dung der Schwierigkeiten für [illegible]
den Antrieb in Fahrt gekommen [illegible]
Um nun überhaupt eine [illegible]
same Abwurfmunition für [illegible]
Schlachtziele zur Verfügung zu [illegible]
haben, ist zu dem damaligen [illegible]
Zeitpunkt an die Schaffung [illegible]
von Großladungsbomben von [illegible]
500 kg und mehr Sprengstoff [illegible]
gehalt herangegangen worden, [illegible]
unter Voraussetzung, die wir[illegible]
kungsvolle Bekämpfung dem[illegible]
gepanzerter Schiffsziele durch [illegible]
Abmessung der Unterwasser[illegible]
detonation mit Sicherheit zu [illegible]
erreichen. Unter reichlichen [illegible]
Chemisch-Physikalischen Versuchsanstalt und Zusammen[illegible]
führung der Sprengbehälter für Versuche haben [illegible]
Bomben mit einer Sprengladung in der Größenordnung [illegible]
unzureichender Höhe der Schußwirkung eine relative [illegible]
Sprengwirkung erzielt werden kann. Der Unterschied [illegible]
zu erhaltenen Beobachtungen wurde bei der Anwendung [illegible]
[illegible] mit 2,5 [illegible] gegeben. Zerlegungsversuche [illegible]

[illegible] die Wirkungsfläche für eine Großladungsbombe, auf der anderen [illegible] die durchschnittliche Deckfläche für eine 500-kg-Phosphorbombe, so [illegible] dem Ergebnis, daß die angetroffene Phosphorbombe der Großladungsbombe [illegible] Unterwasserwirkung erheblich überlegen ist, wie [illegible] Abbildung 16 deutlich [illegible]

[illegible] FC 500 RS [illegible] Zeitzünder

[illegible] SC 1000 [illegible] Zeitzünder

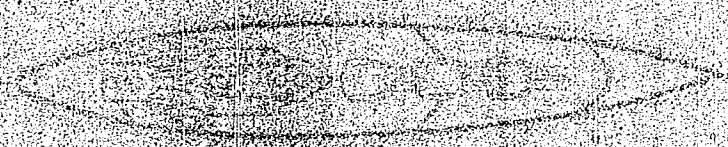


Abb. 16

Wirkungszahl

[illegible] die Zerstörungsfläche für die Schichtschutz der [illegible] bei [illegible] der beiden verschiedenen Bombenarten [illegible] ergibt sich hierbei, daß die wirksame [illegible] Verdämmung bei der Phosphorbombe [illegible] der Großladungsbombe beträgt. Stellt man in Rechnung, [illegible] Phosphorbomben doppelten Wert der normalen [illegible] noch eine erhebliche Überlegenheit [illegible]

[illegible]

[illegible]

angefahr 0,85 m. Die Detonation bei dem Schrischschuß innerhalb der Panzerplatte im Schiffsinnern erfolgt, verschiebt sich der Sprengpunkt bei dem leichteren Kreuzer auf eine Entfernung von rund 1 m unterhalb des Schiffsbodens. Eine Abstimmung des Zünders auf verschieden starke Panzerziele bedeutet eine sehr weitgehende Konstruktionsverfeinerung, die zwar verwirklichen läßt, aber einen verzögerungsabhängigen Zünder erforderlich macht. Deshalb werden auch hierfür die Panzerbrunken nur für den Durchschlag schwerster Panzerziele abgestimmt. Interessant erscheint es noch, auf den Unterschied in der Bekämpfung bei verschiedenen angenommenen Zielen einmal hingewiesen zu haben.

Auszug aus

[illegible]

[illegible]

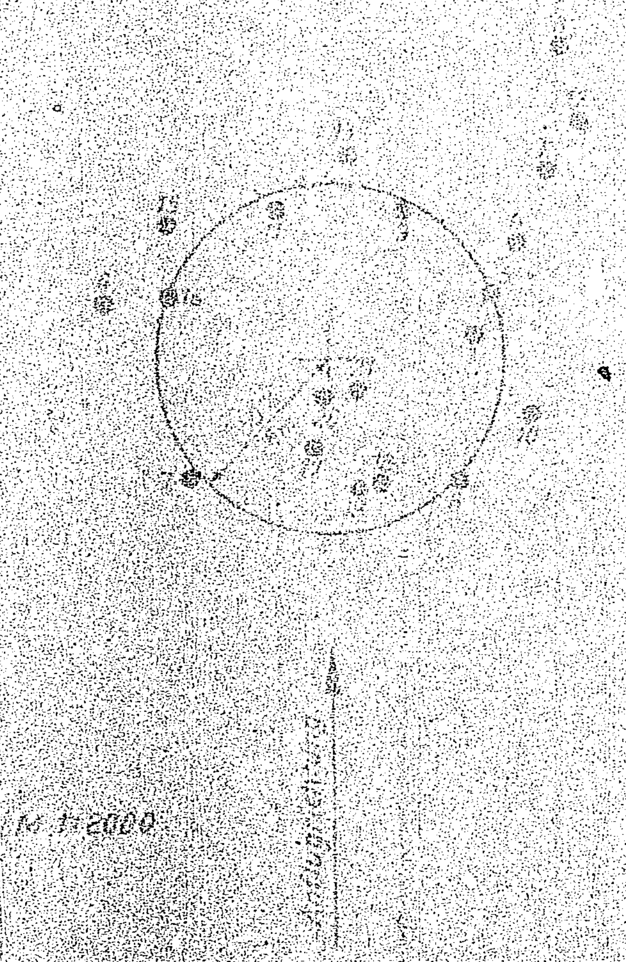


Abb. [illegible]

[illegible] PC 1000 [illegible] Nordbreite [illegible]

[illegible] Herrn [illegible] für diese Ausführungen, die für uns [illegible] der Dinge auch einmal von der anderen Seite [illegible] worden, daß wir [illegible] mit den [illegible]

[illegible] Vortrag über [illegible] von Herrn Klein [illegible] Bemerkungen machen, die sich auf Arbeiten [illegible] Interesse in Braunschweig [illegible]

[illegible]

[illegible]

a) die Entwicklung eines stabilisierten und ferngelenkten Flugkörpers [illegible] mit Rückstoßantrieb, der von einem Trägerflugzeug aus gestartet wird, [illegible] Stabilisierungseinrichtungen besitzt und durch Fernsteuerung [illegible] im geneigten Flug auf das beliebige Ziel am Boden hingelenkt wird;

b) die Entwicklung eines ebensolchen Flugkörpers, der vom Boden aus gestartet und durch Fernsteuerung auf ein Ziel in der Luft hingelenkt wird.

Beide Arbeiten sind auf Veranlassung der Forschungsabteilung des RLM in Angriff genommen worden. An der Aufgabe a) wird seit Kriegsbeginn, an der Aufgabe b) seit knapp einem Jahr gearbeitet.

Von den zahlreichen Problemen, die bei diesen Entwicklungsarbeiten [illegible], möchte ich nur folgende kurz andeuten: automatische Stabilisierung und die [illegible] Unterdrückung der sehr lästigen Flugzeugschwingungen, Einfluß des [illegible] auf die Flugmechanik, Stabilitätsverhältnisse bei extremen Fluglagen (z. B. bei senkrechtem Aufstieg), Entwicklung geeigneter Antennenformen, Einfluß des Strahls [illegible] auf die Empfangsverhältnisse usw. Nur ein Teil dieser Probleme konnte bisher [illegible] gelöst und praktisch erprobt werden. Ich möchte heute nicht über die [illegible] uns bearbeiteten Projekte berichten, sondern nur auf solche Einzelheiten eingehen, die mit dem Vortrag von Herrn Klein in unmittelbarem Zusammenhang stehen. Vielleicht kann später einmal, wenn die Entwicklung [illegible] abgeschlossen [illegible], ein zusammenfassender Bericht darüber gegeben werden, so wie Herr Klein [illegible] über die Entwicklung der ungesteuerten Pulverrakete berichtet hat.

Herr Klein hat bei der Erörterung der Treffwahrscheinlichkeit [illegible] Bombe und ihrer Beeinflussung durch den Raketenstrahl [illegible] unter anderem gesagt, daß die [illegible]-Raketenbombe im Vergleich zur normalen Bombe im Windkanalversuch eine relativ geringe Stabilität ergeben hat. [illegible] steht in einem gewissen Widerspruch zu Windkanalmessungen, die wir selbst [illegible] durchgeführt haben. Es sind uns auch Windkanalversuche der [illegible] bekannt[1], über die auf der Hochgeschwindigkeitstagung [illegible] vorgetragen wurde und die mit unseren Versuchen recht gut übereinstimmen. Bei [illegible] Versuchsreihen wurde der Antriebsstrahl durch einen [illegible]. Es zeigte sich, daß die [illegible] Heckform für die Stabilität [illegible]. Bei [illegible] Messungen handelte es sich um ein Modell mit [illegible] verhältnismäßig starken Verjüngung des Hecks. Der Einfluß des Strahls [illegible] in einer Rückverlegung des Druckmittelpunktes [illegible]

[illegible]

---

[1] [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] Die Sprengpatrone ohne Pulverladung [illegible] [illegible] Wasser bei der Torpedo- und Minenspreng[illegible] [illegible] die [illegible] Unterbrechung [illegible] [illegible] Wenn also die Mag[illegible] [illegible] Kriegsdolle, deren Bauart von der gleichen Geschwindigkeit [illegible] Kriegsschiffe kommen will und die verhältnis[illegible] [illegible] sollen, dann wird man sich entschließen [illegible] Panzerbomben [illegible] [illegible] Die neue Bombe wird von Flugzeugen [illegible] [illegible] Alternative. Es [illegible] die bei Europa [illegible] [illegible] zu werden, wo Bauten und [illegible] zu zerpulvern. Für die [illegible] Schulschiffe und aber [illegible] der Torpedotreffer [illegible] Es wäre jedenfalls ein Fortschritt, wenn das heute [illegible] [illegible] Wirkung [illegible]

[illegible] Geschwindigkeiten und stetig [illegible] [illegible] Panzerprojektile [illegible] und die Sprengwirkung [illegible] [illegible] Vorteil der [illegible] Panzer[illegible] [illegible] der einzelnen Sprengbombe. Durch den Treibsatz lässt sich die [illegible] [illegible] Auweichbewegungen [illegible] werden. Das Prinzip [illegible] [illegible] die Möglichkeit, beim Abwurf von den [illegible] [illegible] Bombenflugbahn so zu erschließen, daß [illegible] Visiergenauigkeit [illegible] Wirkungsgrad der [illegible] Flak [illegible] werden kann. [illegible] Fliegende Wolkenkratzer. Die [illegible] Abwurfmöglichkeit bei gleichem Abzugsbereich [illegible] [illegible] Geschwindigkeiten [illegible] Praxis reichlich Wasser in den Wein. Aber [illegible] [illegible] von Herrn Kleu [illegible] Gesichtspunkten nur eine Wunder[illegible] [illegible] Entwicklung und keine [illegible] Mangel der Pra[illegible]

[illegible]

[illegible] Pulverrückstände [illegible] [illegible] Frage: Ist es sich nicht durch Drahtbürste [illegible] [illegible] oder beseitigt?

[illegible]

Klein: Wenn man auf die Größe der [illegible] Grade [illegible] und die Abwurfhöhe berücksichtigt, dann [illegible] eine Bombe, die etwa einem Gewicht von 1400 bis 1500 kg [illegible] forderten Zerstörungswirkung zu erzielen. [illegible] eine Sprengladung von rund 50 kg [illegible] es ist dann richtiger, eine [illegible] aufwand erforderlich, zu wählen und so die Sprengladung [illegible]

[illegible]: Die gestellte Frage ist offenbar nicht ganz [illegible] immer noch die weitere Frage hinzu, welche Sprengladung [illegible] liegung haben muß.

Runge: Ich würde gern noch etwas wissen über [illegible] nicht angestrichenen und einer angestrichenen Bombe aus etwa [illegible] fällt die angestrichene Bombe, wie lange fällt die nicht angestrichene?

Klein: Wir können es so sagen: Wenn beide Bomben [illegible] angestrichene Bombe aus 1000 m Höhe unter sonst gleichen Bedingungen [illegible] dann, so wird die erstere auf eine Endgeschwindigkeit von [illegible] auf eine solche von rund 300 m/s kommen. [illegible] Wahrheit, welche Bombenarten miteinander verglichen werden.

Runge: Das ist die Endgeschwindigkeit. Mir kommt es [illegible] Fallzeit an, also auf die Zeit zwischen Abwurf und Einschlag der Bombe.

Klein: Man kann das leicht ausrechnen. Wir haben [illegible] durchschnittliche Geschwindigkeit von 150 m/s. [illegible] von 1000 m eine Fallzeit von rund 6 s. Bei der [illegible] durchschnittliche Geschwindigkeit von 250 m/s, [illegible] der 1000 kg angestrichenen Bombe ist sie etwas größer [illegible] Bombe etwas kleiner. Die letztere hat also infolge der [illegible] Geschwindigkeit von 250 m/s auch eine kleinere Fallzeit.

[illegible]: Ich möchte noch einmal nach der [illegible] das [illegible] gleichmäßig [illegible] oder ist der [illegible] erzielt?

Klein: Für die Bestimmung der [illegible] welche [illegible] Auswahl von Bombenabwurfanlagen berücksichtigt [illegible] worden. Man kann [illegible] [illegible] diese Fehlergröße [illegible] [illegible]

[illegible]: Der [illegible]

[illegible]: Die [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

[illegible]

[illegible] Zu der Frage von Herrn [illegible]: Ich glaube, der Vorteil der [illegible] wird in der Zukunft von noch größerer Bedeutung werden als bisher. Wir müssen damit rechnen, daß die Abwehr den Angreifer immer mehr abdrängen wird. Wenn es jetzt noch möglich ist, im Sturzflug aus 1500 m Höhe abzuwerfen, so wird das in späterer Zukunft nicht möglich sein. Wir haben bei verschiedenen Angriffsverfahren erlebt, daß sie zuerst möglich waren, nach einiger Zeit aber durch die immer stärker werdende Abwehr [illegible] wurden. Das [illegible] Verfahren, aus [illegible] Bomben auf Handelsschiffe zu werfen, ist praktisch unmöglich geworden, weil die Verluste zu groß geworden sind. Wenn wir in naher Zukunft mit [illegible] Abwurfhöhe rechnen müssen, dann können wir mit [illegible] auf einen Zeitgewinn von ungefähr 5 bis 6 sek. [illegible], und das ist doch recht erheblich.

[illegible] Nach meiner Auffassung wird sich auch in Zukunft die Bekämpfung der sich im Sturzangriff befindlichen Flugzeuge sehr schwierig gestalten. Sowohl die [illegible] wie auch die leichte Flak haben bisher keine [illegible]. Ich habe selbst nie erlebt, daß eine Ju 87 im Sturz abgeschossen wurde. [illegible] ist mir ein derartiger Fall auch von [illegible] Seite nicht bekannt. Die Schwierigkeiten für die Flak, im Sturzangriff befindliche Flugzeuge wirksam zu bekämpfen, werden auch in nächster Zeit kaum behoben sein. [illegible] nach dem Abwurf [illegible] 3000 m [illegible] in Zukunft [illegible] und damit die Trefferprozente ganz wesentlich absinken.

[illegible]: „Über dem Anflug".

[illegible] Herr [illegible] sehr wohl die Gefahr für die Ju 87 [illegible]. Die Kriegserfahrungen zeigen auch, daß [illegible] Ju 87 nach dem Abfangen [illegible] abgeschossen werden. [illegible] die Ju 87 ihre Bomben [illegible] und damit ist der Kampfauftrag erfüllt.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Wagner: Ich möchte [illegible]

Klein: Ich muß zu der Frage von Herrn Wagner [illegible]

Wagner: Vielleicht könnte man durch Gestaltung der Sprengladung [illegible]

Klein: Jedenfalls [illegible]

Wagner: Soweit ich [illegible]

Klein: Also wir [illegible]

Wagner: Ich [illegible]

Klein: Die Frage [illegible]

Wagner: [illegible]

Klein: [illegible]

Wagner: Also [illegible]

[illegible]