

XX.

Hörstörungen nach Schalleinwirkung.

Von

E. P. Friedrich in Kiel.

Die Kasuistik verfügt über zahlreiche Fälle, in denen durch längere, regelmäßig wiederkehrende lärmende Geräusche bestimmte Hörstörungen verursacht wurden. Es handelt sich dabei um Erkrankungen, welche als Schwerhörigkeit der Kesselschmiede, als Berufsschwerhörigkeit der Schlosser, der Lokomotivführer usw. beschrieben worden sind. Trotz des Vorherrschens der Symptome, welche für eine Erkrankung des nervösen Gehörapparates sprechen, sind dabei Schädigungen des schalleitenden Apparates oft nicht mit Sicherheit auszuschließen.

Es ist weiter eine bekannte Tatsache, daß nicht nur solche regelmäßig wiederkehrende oder dauernde, sondern auch einmalige Schalleinwirkungen eine Schwerhörigkeit auslösen können, deren Sitz nach dem Ausfall der Hörprüfung allein im Labyrinth zu suchen ist.

Hierfür gilt als klassisches Beispiel die Hörstörung, welche der Komponist Robert Franz im Anschluß an den unvermuteten, heftigen, „schrillernden“ Pfiff einer Lokomotive aus nächster Nähe erlitten hatte. Schwartz¹⁾ beschreibt den Fall ausführlich. Nach jenem Unfall im Jahre 1852 trat eine völlige Taubheit für hohe Töne auf, die sich von c^3 an aufwärts erstreckte, während in der Mittellage und im Baß jeder Ton bestimmt nach seinem Werte wahrgenommen wurde.

Unmittelbar nach der Einwirkung des heftigen Schalls war eine schnell vorübergehende Betäubung vorhanden, jedoch keine Bewußtlosigkeit, kein Schwindelgefühl, keine Blutung aus den Ohren.

1) Arch. f. Ohrenh. Bd. I. S. 136.

Im Laufe der Jahre hat Franz noch e^3 und d^3 verloren, sodaß er aufwärts von d^3 am Klavier nur ein Geräusch, nämlich die mechanische Arbeit der Hämmer, das Niederdrücken der Tasten, aber durchaus keinen Ton hörte.

Die Klangfarbe des Tons hat keinen Einfluß auf die Wahrnehmung, weder Töne von Streich- noch von Blasinstrumenten sind hörbar. Nach einer späteren Bemerkung Schwartzes¹⁾ hatte sich bis 1866 dieser Verlust von c^3 um $2\frac{1}{2}$ Ton nach unten langsam fortschreitend ausgedehnt.

Neben diesem Verlust für die Perzeption hoher Töne bestand bei Franz eine Empfindlichkeit der Ohren gegen manche Schalleindrücke, z. B. gegen Geigenspiel.

Eine Einzelunterhaltung konnte Franz führen, ohne merkbar im Hören beeinträchtigt zu sein, sprachen dagegen mehrere Personen gleichzeitig, so hörte er, aber verstand nichts und wurde betäubt. Nur zeitweise und schnell vorübergehend hatte er sehr grelle und unharmonische Tonempfindungen in beiden Ohren.

Wenn man sich, ausgehend von diesem Falle, in der einschlägigen Literatur umsieht, so findet man verhältnismäßig wenige und meist nur mangelhaft untersuchte analoge Fälle vor.

Unter den einmaligen Schalleinwirkungen sind am häufigsten Schüsse verzeichnet. Blau²⁾, Lucae³⁾, Brunner⁴⁾, Bezold⁵⁾, Toynbee⁶⁾ tragen zur Kasuistik von Schwerhörigkeiten bei, die durch Schüsse aus Teschins, Pistolen, Scheibenbüchsen oder Kanonen verursacht wurden⁷⁾. Die Folgen der Schalleinwirkung bestehen in den einzelnen Fällen in verschiedenen Graden von Schwerhörigkeit, ihre Bestimmung durch genaue Stimmgabeluntersuchungen fehlt leider in den meisten Berichten. Es finden sich mannigfaltige Ohrgeräusche wie Sausen, Klingen, Pfeifen, wiederholt eine Überempfindlichkeit gegen Schall mit schmerzhafter Empfindung bei stärkeren Geräuschen. Dazu kommt bisweilen ein abnormer Klang, der bei Blau als eigentümlicher metallischer Beiklang angegeben

1) Arch. f. Ohrenh. Bd. 57. S. 220.

2) Arch. f. Ohrenh. Bd. 15. S. 225.

3) Arch. f. Ohrenh. Bd. 57. S. 226.

4) Mon. f. Ohr. 1873. S. 50.

5) Über die funktionelle Prüfung des menschlichen Gehörgangs 1897. S. 82. Nr. 15. S. 88. Nr. 7. S. 90. Nr. 15. S. 92. Nr. 17 usw., sowie Bd. II der funkt. Prüfung S. 56 usw.

6) The diseases of the ear. London 1860. S. 352—355.

7) Vrgl. auch Passow, Die Verletzungen des Hörorgans.

wird, während Brunner bei einer Patientin Klagen hörte über unreinen und unangenehmen Klang der Töne beim Geigenspiel.

Nur in einem Falle bei Bezold (l. c. 1. Band S. 82/83 Nr. 15) finden sich kürzer dauernde, zeitweilig auftretende Schwindelanfälle angegeben, während sonst Gleichgewichtsstörungen vollständig fehlen.

Bemerkenswert dürfte ferner sein, daß die Hörstörungen nach Schüssen meistens einseitig auftraten.

R. Müller¹⁾ hat den „Einfluß heftiger Geschützdetonationen auf das Ohr“ bei 51 Fußartilleristen auf dem Schießplatz untersucht, an denen er vergleichsweise vor und nach dem Schießen Hörprüfungen vornahm.

Als Schema für seine Untersuchungen stellte er die folgenden 4 Fragen auf:

1. objektiver Befund im äußeren Gehörgang und am Trommelfell
2. Perzeptionsdauer für c vom Scheitel aus
3. Hörfähigkeit von C_2 resp. G_2 und von a^2 durch Luftleitung
4. Hörweite für Flüstersprache.

Die Veränderungen am Trommelfell bestanden etwa in der Hälfte der Fälle in vermehrter Injektion, niemals fand sich eine Ruptur. Sie betrafen in der Hauptsache schon vorher nicht normale Trommelfelle. Die Ohren waren übrigens, wie es bei Schießübungen Vorschrift ist, durch Watte geschützt.

Der Rinne'sche Versuch fiel stets positiv aus. Die Perzeptionsdauer für c war bei 40 Mann verkürzt.

Für C_2 , G_2 und a^2 konnte keine qualitative Herabsetzung, wohl aber eine geringe quantitative konstatiert werden.

Die Flüstersprache war nur wenig, nur einmal bis auf 4,5 Meter herabgesetzt.

Sausen, Schwindel und Kopfschmerzen wurden „so gut wie gar nicht“ angegeben. Nur 4 Mann hatten Brummen im Kopf und ein Einziger klagte, daß er manchmal nach dem Schießen schwindlig sei.

Nach Müllers Meinung tragen die Mannschaften, die nur 2 Jahre dienen, durch die Schalleinwirkung äußerst selten Nachteile davon. Dauernde Schädigungen bei länger dienenden Leuten,

1) Ztschr. f. Ohr. Bd. 34. S. 323.

bleiben nach seiner Meinung nur bei solchen Ohren zurück, welche von vornherein nicht ganz normal waren.

Endlich ist 1905 eine Leipziger Dissertation von Moller „über Erkrankungen des Gehörapparates infolge starker Geräusche (besonders beim Abfeuern von Geschützen)“ erschienen. Die Arbeit stützt sich auf literarische Angaben, besonders aus den Sanitätsberichten und läßt ebenso, wie die erwähnte Arbeit von Müller eine genaue Berücksichtigung des Tongehörs für die verschiedenen Tonhöhen vermissen.

Aus seiner Arbeit sei hervorgehoben, daß er mehr Ohrerkrankungen bei Infanteristen fand und zwar häufiger nach dem Schießen mit Platzpatronen, als nach Scharfschießen. Er führt dies auf die Stellung der Schützen in mehreren Gliedern dicht hintereinander zurück. Meistens sei es nicht ein Schuß, der schon schädigend auf den Gehörapparat wirke, sondern der Reiz, welchen viele Schüsse hintereinander an einem Tage sowohl, wie während der wochenlang andauernden Schießübungen ausüben. Auch er betont, wie Müller, daß vor allem früher erkrankte Ohren eine größere Disposition zu Schädigungen nach Schießen haben.

Ganz auffallend ist und im Widerspruch mit allen sonstigen Erfahrungen steht seine Bemerkung, daß auch häufig Schwindel bestehe.

Ich habe im Laufe der letzten 6 Jahre 19 Fälle untersuchen können, in denen Patienten über eine Hörstörung klagten, die sie mit Sicherheit auf eine Schalleinwirkung beim Schießen zurückführten. Es handelte sich durchgehends um Seeoffiziere. Ihre Angaben in Bezug auf Anamnese und Hörprüfung waren zuverlässig.

Unter den Fällen finden sich alle zeitlichen Stadien vertreten, von den ganz frischen Fällen an bis zu einer Dauer von mehreren Jahren, die seit dem Unfall verstrichen war.

In 2 Fällen war der Unfall am Tage vor der Untersuchung geschehen, 1 mal 4, 1 mal 14 Tage, 1 mal einige Monate zuvor.

Der älteste Fall lag 12 Jahre zurück, während 5 mal die Zeit nicht ganz sicher zu bestimmen war, aber entsprechend dem Dienstalder der Patienten jedenfalls die letztgenannte Zeitdauer nicht bemerkenswert überschritt.

Die Arten der Gehörschädigung lassen sich gruppieren in solche durch Einzelschüsse, eine einzelne Schießübung und wiederholte Schießübungen.

Mit einer einzigen Ausnahme, in der ein Schuß aus einer Signalpistole die Hörstörung veranlaßt hatte, handelte es sich um Geschützschießen.

Die erste Gruppe, die der Einzelschüsse, betrifft außer jenem Schuß aus einer Signalpistole 6 Fälle, in denen ein Schuß aus einer Kanone unerwartet in nächster Nähe losging. Am häufigsten handelte es sich hier um Salutschüsse.

In der zweiten Gruppe wurde 8 mal eine bestimmte Übung im Scharfschießen für das Ohrenleiden verantwortlich gemacht, darunter 2 mal eine solche mit Schnelladekanonen 8,8 cm.

Nur 4 mal wurde von Offizieren, welche der Artilleriewaffe angehörten, das Schießen im allgemeinen, mit jedesmaliger Ver-

Tabellarische Übersicht über die

No.	Ursache	Zeit des Unfalls vor der Untersuchung	Flüstersprache		Rinne C und c ²	
			r.	l.	r.	l.
1	Ein Schuß ging infolge schlechten Verschlußstückes abseits, durch den Knall wurde er taub u. bekam Ohrenbrausen und Zischen im Ohre. Rechts wurde es bald besser, links ist es unverändert	1 Tag	8,00	1,5	+	+
2	Hört nach Schießübung schlecht, doch will er früher nicht ganz normal gehört haben	1 Tag	2,00	1,00	+	+
		Untersuchung 1 Jahr später	5,00	3,00	+	+
3	Nach Scharfschießen am Oberdeck, wobei er keine Watte in den Ohren hatte, ist er rechts „fast taub“, links schwerhörig	4 Tage	1,00	5,00	+	+
			nach 6 Wochen: 8,00	8,00		

schlimmerung nach dem Schießen, als Ursache der Ohrbeschwerden angegeben.

Die Ohrbeschwerden äußerten sich 18 mal in Schwerhörigkeit, dumpfem Gefühl oder Taubheit in einem oder in beiden Ohren.

8 Mal waren sie einseitig, 10 mal beiderseitig. In dem einzigen Fall, in dem Hörstörungen nicht direkt angegeben worden waren, ließ die Hörprüfung solche erkennen.

Ohrgeräusche wurden 14 Mal angegeben.

Sie wurden geschildert als Sausen, Brausen, Singen, Zischen, 3 mal war es ein Singen in der sicher festzustellenden Höhe von c^5 , 1 mal ein Gellen und Zwitschern.

Sie traten 9 mal einseitig und 5 mal beiderseitig auf.

von mir beobachteten Hörstörungen.

Stimmgabelprüfung		Ohrgeräusche	Gleichgewichtsstörungen	Weberscher Versuch	Ohrbefund
r.	l.				
C— c^5 normal	C— c^5 mäßig verkürzt	Ohrensausen und Brausen, rechts bald abklingend	Fehlen	Unbestimmt	Negativ
normal A wenig verkürzt c^4 stärker verkürzt c^5	fast bis zu Ende O stark verkürzt	Fehlen	Fehlen	Nach links	Negativ
normal C " c " " c^3 " wenig verkürzt c^4 normal c^5	normal " " " " wenig verkürzt c^4 wenig verkürzt c^5				
wenig verkürzt — 10 " c^5 (hochgradig verkürzt)	$\left\{ \begin{array}{l} C \\ c^1 \\ c^2 \\ c^3 \\ c^4 \end{array} \right.$ kaum verkürzt — 3 " c^5 (wenig verkürzt)	Sausen rechts, nach 5 Wochen zeitweise anhaltendes hohes Klingen rechts	Fehlen	Unbestimmt	Negativ

No.	Ursache	Zeit des Un- falls vor der Unter- suchung	Flüster- sprache		Rinne C und c ²	
			r.	l.	r.	l.
4	Eine Kanone ging an seiner linken Seite los, sofort Schmerz im linken Ohre	14 Tage	9,00	7,5	+	+
5	Nach dem Schießen links etwas schwerhörig, links klingendes Geräusch	Einige Monate	8,00	4,00	+	+
		Unter- suchung nach 1 Jahre:	8,00	8,00	+	+
6	Nach Schuß aus einer Signalpistole	1/2 Jahr	1,5 (4,96) 1,00 (6,17)	8,00	+	+
7	Nach Geschützschießen	1/2 Jahr	8,00	3,00	+	+
8	Nach dem Schießen zwei Tage lang schwerhörig	1 Jahr	1,00	8,00	+	+
9	Wurde beim Schießen rechts schwerhörig	1 1/2 Jahre	1,5	8,00	+	+
10	Ein Schuß ging ihm am rechten Ohr vorüber	3 Jahre	2,5	6,00	+	+
11	Eine Kanone ging dicht neben ihm los. Danach hörte er zunächst gar nicht, doch besserte es sich schnell	4 Jahre	2,5	1,00	+	+
12	Schießen, seit ca. 1 Jahre schwerhörig und Ohrensausen	6 Jahre	2,00	5,00	+	+

Stimmgabel- prüfung		Ohrgeräusche	Gleich- gewichts- störungen	Weberscher Versuch	Ohrbefund
r.	l.				
normal C — c ⁵ gleich- mäßig wenig verkürzt		8 Tage lang Ohrensausen links	Fehlen	Mittel- linie	Negativ
normal C — c ⁴ normal normal c ⁵ 0 normal C — c ⁴ normal normal c ⁵ 0		Klingen in der Höhe von c ⁵	Fehlen	Mittel- linie	Negativ
wenig ver- kürzt C — c ⁴ normal 0 c ⁵ normal		Klingen in der Höhe von c ⁵ rechts	Fehlen	Un- bestimmt	Negativ
normal C — c ⁵ normal — 2 " c ⁴ — 10 " — 7 " c ⁵ 0		Dauerndes Ge- räusch wie sie- dendes Wasser links	Fehlen	Un- bestimmt	Negativ
wenig ver- kürzt C — c ³ normal 0 c ⁴ normal — 12 " c ⁵ normal (hoch- gradig verkürzt)		Dauerndes Sausen rechts	Fehlen	Un- bestimmt	Negativ
normal C — c ³ normal — 6 " c ⁵ — 5 " (mäßig mäßig verkürzt) verkürzt)		Fehlen	Fehlen	Un- bestimmt	Negativ
wenig ver- kürzt C — c ² normal stark ver- kürzt c ³ normal 0 c ⁴ normal 0 c ⁵ normal		Sausen rechts	Fehlen	Un- bestimmt	Negativ
wenig wenig ver- ver- kürzt C — c ⁴ kürzt c ⁵ 0 bei metal- lischem Anschlag		Gellen und Zwitschern links	Fehlen	Un- bestimmt	Negativ
wenig wenig verkürzt C verkürzt sehr { c ⁴ stark stark { ver- verkürzt { c ⁵ kürzt		Sausen beider- seits in der Höhe von c ⁵	Fehlen	Un- bestimmt	Negativ (vor 6 Jahren soll ihm das rechte Trommelfell nach dem Schießen geplatzt sein)

No.	Ursache	Zeit des Unfalls vor der Untersuchung	Flüstersprache		Rinne C und c ²	
			r.	l.	r.	l.
13	Stand beim Schießen mit 8,8 cm Schnelladekanone erhöht hinter dem Geschütz	7 Jahre	5,00	5,00	+	+
14	Ein Schuß, die Hörfähigkeit hat rechts im letzten Jahre abgenommen	12 Jahre	4,00	1,00	+	+
15	Losgehen einer Kanone	Viele Jahre	4,00	4,00	+	+
16	Durch Schießen als Artillerieoffizier	Mehrere Jahre	4,00	7,00	+	+
17	Schießen	Mehrere Jahre	6,00	2,5 Zischlaute schlechter	+	+
18	Schießen, zunehmende Schwerhörigkeit	Mehrere Jahre	5,00	5,00	+	+
19	Nach Schießen mit 8,8 cm Schnelladekanonen	Mehrere Jahre	1,5	1,00	+	+

Stimmgabel- prüfung		Ohrgeräusche	Gleich- gewichts- störungen	Weberscher Versuch	Ohrbefund
r.	l.				
normal C—c ² normal wenig wenig verkürzt c ⁴ verkürzt hochgrad. hochgrad. verkürzt c ⁵ verkürzt		Sausen tritt nur nach Schießen auf	Fehlen	Un- bestimmt	Negativ
normal C—c ³ normal mäßig hochgrad. verkürzt c ⁴ verkürzt — 15 " — 30 " mäßig hochgrad. verkürzt c ⁵ verkürzt (— 5 ") (— 10 ")		Sausen links	Fehlen	Nach links	Negativ
normal C—c ¹ normal wenig {c ² } wenig ver- {c ³ } ver- kürzt kürzt wenig 0 c ⁴ verkürzt 0 c ⁵ 0		Ohrensausen beiderseits	Fehlen	Un- bestimmt	Negativ
0 c ⁴ wenig verkürzt wenig stark verkürzt c ⁵ verkürzt		Fehlen	Fehlen	Un- bestimmt	Negativ
Tiefere Töne gut gehört, normal c ^d hoch- gradig herabges.		Fehlen	Fehlen	Nach rechts	Negativ
Tiefere Töne gut gehört, stark mäßig verkürzt c ⁴ verkürzt 0 c ⁵ sehr stark ver- kürzt		Fehlen	Fehlen	Un- bestimmt	Negativ
normal C—c ³ normal bei metalli- {c ⁴ sehr schem Anschlag stark verkürzt c ⁵ sehr stark verkürzt		Feines Zischen beiderseits in großer Ruhe	Fehlen	Un- bestimmt	Negativ

In vorstehender Tabelle sind die Fälle chronologisch angeordnet. Darnach scheint es mir nützlich zu sein die Fälle in drei Rubriken zu bringen und die dem Alter nach zusammengehörigen Fälle gemeinsam zu besprechen.

Es resultieren darnach 3 Gruppen. Dieselbe umfassen:

1. Fall 1 bis 4. Frische Fälle vom 1. bis zum 14. Tage
2. Fall 5 bis 9. Ältere Fälle von mehreren Monaten bis 1 1/2 Jahren.
3. Fall 10 bis 14. Fälle von 3 bis 12 Jahren.

Fall 15 bis 19. Fälle mit unbestimmter Zeitdauer, die jedoch die Zeitdauer von 12 Jahren mit Sicherheit nicht überschritt.

Gruppe I.

Unter den 4 frischen Fällen findet sich zweimal eine einseitige über die ganze Tonreihe gleichmäßig verteilte Schwerhörigkeit, einmal tritt neben einer über alle Tonlagen gleichmäßig verteilten sehr geringen beiderseitigen Schwerhörigkeit eine stärkere Herabsetzung für c^5 hervor. Fall 2 endlich läßt gegenüber einer sehr leichten Verkürzung für tiefe Töne eine sehr beträchtliche für hohe feststellen, wobei c^1 auf einer Seite ganz ausfiel, während c^5 beiderseits sehr verkürzt wahrgenommen wurde.

Die Flüstersprache war in den 3 frischesten Fällen sehr stark herabgesetzt mit Überwiegen der einen Seite, auf der eine Schwerhörigkeit von etwa 1 Meter bestand. Der vierte Fall zeigte eine nur geringe Herabsetzung der Hörschärfe.

In 2 Fällen konnte nach 1 Jahre resp. nach Wochen eine Nachprüfung vorgenommen werden, welche, ohne daß eine Behandlung der Ohren stattgefunden hatte, eine beträchtliche Besserung der Hörschärfe nicht allein für Flüstersprache, sondern auch für Stimmgabeltöne erkennen ließ. (Fall 2 und 3).

Gruppe II.

Bei diesen Fällen — es handelt sich bemerkenswerter Weise stets um einseitige Schwerhörigkeit — besteht eine Hörschärfe für Flüstersprache auf 4 Meter, 3 Meter, 1,5 Meter und 2 Mal auf 1 Meter.

Die Prüfung für die Perzeption verschiedener Stimmgabelhöhen ergibt in klarer Weise eine Schädigung der hohen Töne gegenüber einem normalen oder fast normalen Verhalten für tiefe Tonlagen.

3 Mal werden die tiefen und mittleren Tonlagen bis zu Ende gehört. Nur 2 Mal sind sie um ein geringes, kaum meßbares Maß herabgesetzt. Dagegen kontrastiert der dreimalige völlige Ausfall von c^5 wie der einmalige von c^4 und die hochgradige Herabsetzung von c^5 im letzten Fall. Die Störung für die hohen Töne betrifft 3 Mal ausschließlich das eine stark erkrankte Ohr, nur 2 Mal ist auch das andere, für Flüstersprache normale Ohr für c^5 und resp. c^4 in leichtem Grade schwerhörig.

Gruppe III.

Den 5 Fällen, welche vor 3 bis 12 Jahren den Unfall erlitten, ist im Gegensatz zu der vorigen Gruppe eine beiderseitige Herabsetzung der Hörschärfe gemeinsam, die allerdings nicht immer höhere Grade erreicht.

Sie zeichnen sich ferner durch eine sehr bedeutende Verkürzung in der Perception der hohen Töne aus, regelmäßig c^5 , einigemale außerdem auch c^4 . Die mittleren und tiefen Tonlagen werden dagegen, sogar bei stärkerer Schwerhörigkeit für Flüstersprache, mehrere Male noch ganz normal gehört.

Der zweite Teil dieser Gruppe umfaßt 5 Fälle, in denen der Zeitpunkt des Unfalls zwar nicht mehr mit Sicherheit festzustellen war, in denen er aber jedenfalls nicht länger als 12 Jahre zurücklag.

Die Resultate der Prüfung mit Flüstersprache und Stimmgabeln stimmen so sehr mit denen der vorhergehenden 5 Fälle überein, ein, daß sie auch klinisch mit ihnen vereinigt werden müssen.

Allen Gruppen gemeinsam ist der positive Ausfall des Rinneschen Versuchs, der mit C und c^2 geprüft wurde.

Bei der Prüfung des Weberschen Versuchs wurde nur 3 Mal eine Lateralisation des Stimmgabeltons festgestellt, die einmal nach der gesunden Seite, zweimal nach der stärker schwerhörigen Seite angegeben wurde.

Über Ohrgeräusche, welche 14 Mal gefunden wurden, wurde am regelmäßigsten in den frischeren Fällen geklagt. Sie fehlen am häufigsten in der letzten Gruppe von Fällen mit unbestimmter Zeitdauer. Ein Mal verschwand das Sausen und trat nur nach Schießübungen vorübergehend wieder auf.

Die Ohrgeräusche, deren Charaktere bereits früher angegeben wurden, traten sofort nach der Schalleinwirkung am stärksten hervor. Sie nehmen dann allmählich ab und können schließlich nach einigen Tagen ganz verschwinden.

Das anfangs stärkere Sausen geht zuweilen in ein leises feines Singen über, daß nur bei besonderer Aufmerksamkeit in ruhiger Umgebung gehört wird.

Die Höhe dieses Singens wurde dreimal mit Sicherheit als der Tonhöhe von c^5 entsprechend angegeben.

Gleichgewichtsstörungen, Übelkeit oder Erbrechen finden sich niemals unter den Beschwerden angegeben, welche die Untersuchten nach der Schalleinwirkung empfanden. Die Prüfung auf Gleichgewichtsstörungen (Romberg, Drehschwindel, Nystagmus) war stets resultatlos.

Die otoskopische Untersuchung ließ niemals Veränderungen des Trommelfells erkennen, die mit dem Unfall in Verbindung gebracht werden konnten.

Diese chronologische Aneinanderreihung der Fälle läßt nun für die einzelnen Gruppen gewisse charakteristische Symptome erkennen:

1. Die 4 frischen Fälle von Verletzungen, welche vom 2. bis 14. Tage nach der Verletzung untersucht wurden, zeigen eine gleichmäßige geringe Herabsetzung der Hörschärfe durch die ganze Tonreihe hindurch mit Bevorzugung, aber nicht völligem Ausfall der höchsten Töne (c^5).

2. Die 5 Fälle, deren Ursache mehrere Monate bis $1\frac{1}{2}$ Jahre zurückliegt, zeigen bei nur einseitiger Schwerhörigkeit für Flüsterversprache einen Ausfall oder wenigstens eine sehr starke Verkürzung für die Perzeption von c^5 , daneben aber eine konstante Schädigung von c^4 . Für alle anderen Tonlagen aber besteht ein noch sehr gutes Hörvermögen.

3. In den mehrere Jahre oder eine unbestimmte Zeit zurückliegenden 10 Fällen wird der Charakter der Hörstörung wiederum beherrscht durch den Ausfall von c^5 und c^4 . Dabei können die tieferen und mittleren Lagen zwischen der Kontra- und dreigestrichenen Oktave noch vollkommen normal gehört werden.

Während die Hörschärfe für Flüsterversprache in den Fällen der vorigen Gruppe bei einseitiger Lokalisation einen stärkeren Grad erkennen ließ, tritt hier ein anderer Typus hervor. Jetzt beherrscht eine beiderseitige Schwerhörigkeit das Bild. Die Fälle erinnern in diesem Stadium an die Erkrankungen von Berufsschwerhörigkeit bei Schmieden und gewinnen einen progredienten Charakter.

Wenn aus den bisherigen Angaben hervorgehen dürfte, daß eine vergleichende Untersuchung der Hörstörungen nach ihrer

Dauer eine Differenzierung des Charakters der Erkrankung ergibt, so wirft sich nunmehr die Frage auf, ob die Art der Schalleinwirkung das Krankheitsbild beeinflusst.

Wie bereits angegeben wurde, kommen für die Ätiologie meiner Fälle mit einer einzigen Ausnahme, in der es sich um einen Schuß aus einer Signalpistole handelte, Kanonenschüsse in Frage. Man könnte nun versucht sein eine Trennung vorzunehmen in Fälle, denen ein einzelner Schuß und in solche, denen eine Schießübung zu Grunde lag.

In meinen Fällen konnte ich nicht finden, daß die Qualität der Hörstörung je nach der Ätiologie Differenzen zeigte.

Weder in Bezug auf die Art der Hörstörung, noch auf ihre Stärke und Dauer fand sich ein Anhaltspunkt, der auf eine verschiedene Wirkungsweise der verschiedenen Schalleinflüsse hinweisen konnte.

Der einzige Schluß, den ich ziehen zu können glaube, ist der, daß nach einmaligem Schuß gewöhnlich eine einseitige Schwerhörigkeit eintritt.

Da die Hörprüfung erkennen läßt, daß ganz bestimmte Gebiete des schallpercipierenden Apparates durch den Knall geschädigt sein müssen, lag es nahe zu glauben, daß die Qualität des Schalls oder Knalls von Einfluß auf den Hördefekt sein könne. Mein Material ist zu klein und enthält zu wenig Einzelheiten über die Art der Schüsse um der Frage näher treten zu können, ob die Art der Geschütze und die Anwendung gewisser Pulversorten die Hörstörung beeinflusst. Jedenfalls scheint bei den verschiedenen Geschützen die Höhe des Knalls eine sehr wechselnde zu sein.

Meine Ohruntersuchungen ließen außer einem Wechsel in der Stärke des Hörausfalls für c^4 und c^5 keine Verschiedenheiten in dieser Hinsicht erkennen.

Welcher Art aber kann diese Schwerhörigkeit sein, welche sich klinisch als Cochlearisschwerhörigkeit ohne Beteiligung des vestibularen Apparates diagnostizieren läßt?

Es hat natürlich nicht an Untersuchungen und Erklärungsversuchen für die Schwerhörigkeit nach Schalleinwirkung gefehlt. Auf sie einzugehen ist es unnötig, nachdem Wittmaack¹⁾ in seiner Arbeit über „Schädigung des Gehörs durch Schalleinwirkung“

1) Ztschr. f. Ohrenh. 54. H. 1.

experimentell eine degenerative Neuritis des N. cochlearis, seines Ganglion und seiner Endigungen im Corti'schen Organ nachgewiesen hat.

Wittmaack stellte seine Versuche so an, daß er Meer-schweinchen verschiedenartigen Schalleinwirkungen aussetzte und sie nach kürzerer oder längerer Zeit — längstens nach 250 Tagen — tötete, um eine Untersuchung der Gehörorgane vorzunehmen.

Eine dauernde gleichmäßige Schalleinwirkung durch eine elektrische Glocke, die über dem Käfig angebracht war, ließ an den nach 5 bis 60 tägiger Behandlung getöteten 6 Versuchstieren keine Änderung erkennen.

Als darnach die Versuchsanordnung so eingerichtet wurde, daß der Hammer einer elektrischen Glocke gegen den blechernen Boden des Käfigs aufschlug und dadurch der Schall den Tieren sowohl durch Luft- wie craniotympanale Leitung zugeführt wurde, fanden sich bemerkenswerte degenerative Prozesse im Bereiche des N. cochlearis und seiner Endigungen. Dabei wurde die Zuleitung des Schalls teils kontinuierlich, teils periodisch vorgenommen.

Eine dritte Versuchsanordnung bestand endlich darin, daß die Tiere einmaligen kurzdauernden, intensiven Schallwirkungen in Gestalt von Pfiff oder Knall durch Schießen aus einer Jagdbüchse ausgesetzt wurden.

Es sei gestattet in den Hauptzügen die Veränderungen wiederzugeben, welche Wittmaack an seinen Tieren fand.

1. Nach einmaligem Pfiff oder Knall zeigten die Tiere die leichtesten degenerativen Veränderungen. Nach 8—10 Tagen war der Prozeß meistens schon abgelaufen. Das Höhestadium erreichte der Prozeß schon nach zweimal 24 Stunden. Die einzelnen Teile des Neurons ließen auch im Höhestadium des Prozesses meist nur die Veränderungen leichteren Grades erkennen. Sie gingen schon nach kurzer Zeit völlig zurück. Die Zellen, welche deutliche Veränderungen gezeigt hatten, erholten sich meist wieder völlig. Die einzigen dauernd zurückbleibenden Veränderungen bestanden in Adhäsionen der Membrana tectoria auf der Papilla basilaris und in Verklebung der Reißnerschen Membran mit dieser.

2. Mittelschwere Erkrankungen treten ein nach Zuführung des Schalls durch Luft- und Knochenleitung mit ca. halbtägigen Unterbrechungen, sowie bei einem Teil der Tiere, die mit Pfiff oder Knall behandelt worden waren. Zuweilen fanden sie sich auch nach einmaligem Pfiff oder Knall, meist indessen nach

wiederholtem Pfiff. Der Nerv regenerierte sich in seinen Fasern und Zellen, dagegen blieben die Veränderungen im Cortischen Organ und an den Membranen dauernd bestehen.

3. Die mit mehrmaligem Pfiff behandelten Tiere zeigten die schwersten Grade des degenerativen Erkrankungsprozesses. Derselbe war irreparabel.

Für die Beurteilung des degenerativen Prozesses ist nach Wittmaacks Untersuchungen die Art seiner Verteilung in der Schnecke von Wichtigkeit, denn es wurden nicht sämtliche Windungen der Schnecke befallen, sondern meist zeigte sich ein bestimmter Bezirk wesentlich stärker befallen, als die übrigen Gebiete der Skala. Und zwar ist es Wittmaack aufgefallen, daß „durchgehends bei den mit mehrmaligem Pfiff aus derselben Pfeife behandelten Tieren immer derselbe ganz bestimmte Bezirk der Skala, der dem Übergang der untersten in die zweitunterste Windung entsprach, bei weitem am intensivsten befallen war, während die übrigen Bezirke wesentlich geringfügigere Veränderungen, wenn auch keineswegs völlig normales Verhalten zeigten.“ Dabei ist der Übergang von den am stärksten befallenen zu den weniger stark befallenen Partien stets ein allmählicher.

Eine andere Beteiligung der Schneckenwindungen fand sich bemerkenswerter Weise bei den mit kontinuierlicher Schalleinwirkung behandelten Tieren, wo eher die mittleren, zuweilen auch die oberen Windungen etwas stärker befallen waren. Das gleiche fand sich häufiger bei den mit einmaligem Knall behandelten Tieren.

Die Degeneration ist demnach wahrscheinlich in ihrer Lokalisation abhängig von dem Charakter und der Höhe des Geräusches resp. des Tons, der die Schädigung bewirkt. Ein Pfiff verursacht eine Degeneration in den der Perzeption der hohen Töne dienenden unteren Windungen, ein Knall und ein hämmerndes intensives Geräusch durch Aufschlagen des Metall-Klöppels auf eine blecherne Platte führte zur Degeneration in den mittleren und oberen Windungen.

Diese am Tierexperiment erhobenen Befunde werden durch meine klinischen Befunde in der überraschendsten Weise bestätigt. Eine einmalige Einwirkung durch einen Kanonenschuß bewirkte (Fall 1, 4, 6, 10, 11, 14, 15) eine Hörstörung, die, wie bereits erwähnt wurde, klinisch als Cochlearisschwerhörigkeit (im weiteren Sinn) diagnostiziert werden mußte. Die anfänglich allgemeinere, mehr oder weniger starke Herabsetzung

für die verschiedenen Tonhöhen und für die Sprache geht bald zurück und läßt eine dauernde Schwerhörigkeit mit Defekten im Hörfeld zurück; die Defekte weisen nach dem Befallensein der hohen Tonlagen in der 4. und 5. Oktave darauf hin, daß ihre Ursache in Schädigungen der basalen Schneckenwindung zu suchen ist.

Der teilweise Rückgang der anfänglich starken Schwerhörigkeit für Flüstersprache und die Wiederherstellung der Perzeption für die tieferen und mittleren Stimmgabeltöne (Fall 2, 3, 5) weist auf die Möglichkeit einer Regeneration der durch Überreizung geschädigten nervösen Elemente hin. Der dauernde Funktionsausfall, den alle meine Fälle von Schußtrauma für c^5 resp. c^4 erkennen ließen, erklärt sich entsprechend den Befunden am Tierexperiment aus der Irreparabilität der degenerierten Zellen des Cortischen Organs.

Ob bei diesem Prozeß wirklich der Ruptur der Reißnerschen Membran eine Rolle zuzusprechen ist, scheint mir noch des Beweises zu bedürfen und ebenso bedarf die Frage nach der Art und Weise der funktionellen Folgen einer solchen Ruptur der Aufklärung.

Wiederholte Schalleinwirkungen bei Schießübungen, besonders bei solchen mit Schnelladekanonen 8,8 cm bewirkten unter meinen Fällen meistens stärkere und ausgedehntere Hörstörungen, die sowohl dauernde als auch entsprechend der Häufigkeit der wiederholten Schädigung progressive Schwerhörigkeit im Gefolge hatten.

Die Fälle würden der 2. und 3. Gruppe der erkrankten Wittmackschen Tiere entsprechen.

In allen meinen Fällen ist die starke Herabsetzung der Hörschärfe für Flüstersprache auffallend, die oft in keinem Verhältnis zur Herabsetzung der Hörschärfe für die verschiedenen Tonhöhen steht. Um nur einiges herauszugreifen, so fand sich eine Hörfähigkeit von 1—3 m für Flüstersprache in Fällen (z. B. Nr. 7, 9, 14), wo die Töne von C— c^3 normal perzipiert wurden. Diese Erscheinung, welche darauf beruhen dürfte, daß wohl die einfachen Tonreize, nicht aber die komplizierten akustischen Schallqualitäten perzipiert werden, steht auch im Einklang mit einem anderen Symptom, über das meine Patienten fast durchgehend klagten: Sie bemerken eine besonders starke Herabsetzung des Hörvermögens in der allgemeinen Unterhaltung, so daß sie in Gesellschaften gänzlich hilflos sind, während sie dem Gespräch

eines einzelnen bei angespannter Aufmerksamkeit bequem folgen können.

Dieser so wichtige funktionelle Ausfall, dessen Ursache vielleicht in Störungen der Assoziationsbahnen zwischen Cochlearis und den die Klangbilder vermittelnden nervösen Zentralorganen liegt, ist bekanntlich eine Eigentümlichkeit von verschiedenen Formen nervöser Schwerhörigkeit, — ich möchte dabei auch an die Altersschwerhörigkeit erinnern.

Wie die klinische Untersuchung entsprechend den niemals darauf gerichteten Klagen der Patienten keine Gleichgewichtsstörungen erkennen ließ, so hat auch Wittmaack in seinen Untersuchungen stets den N. vestibularis, seine Ganglien und die von ihm innervierten Sinnesapparate (Maculae und Cristae acusticae) völlig intakt gefunden. Es ist bedauerlich, daß zur Stütze dieser physiologisch so wichtigen Tatsachen kein einziges diese Behauptung beweisendes Präparat unter die sonst so zahlreichen Abbildungen Wittmaacks aufgenommen worden ist.

Wenn ich nunmehr rekapituliere, daß in meinen Fällen von Schießschwerhörigkeit eine Läsion des in der unteren Schneckenwindung befindlichen Sinnesapparats angenommen werden muß, so muß die Frage aufgeworfen werden, ob der Knall gerade die nervösen Elemente, welche seiner Perzeption dienen, vernichtet hat, oder allgemeiner gesprochen, ob aus einer Degeneration bestimmter Bezirke ein Schluß auf ihre Bedeutung für eine bestimmte akustische Funktion gezogen werden muß.

Wie ich früher mitteilte, scheint Wittmaack geneigt zu sein, eine Verbindung zu konstruieren zwischen der Art der schädigenden Schalleinwirkung und der Lokalisation der Degeneration.

Meine Untersuchungen gestatten darüber keinen Schluß. Wenn auch die Qualitäten der einzelnen Schüsse nach Höhe, Intensität und Reichhaltigkeit der in ihnen enthaltenen Geräusche sehr mannigfaltige sind, so handelt es sich doch stets um einen Knall, der dem Beobachter beträchtlich tiefer erscheint, als die Tonlage der ausgefallenen Töne c^4 oder c^5 . Wenn man außerdem mit Sicherheit meinen Befunden entnehmen muß, daß gewisse Schüsse (z. B. die stark knatternden Schüsse der Maschinengewehre oder die heftig dröhnenden Salutschüsse) besonders schädlich wirken, so muß man nach allem zum Schluß kommen, daß besondere Momente physikalischer oder trophischer Art dazu führen müssen, daß gerade die basalen Schneckenbezirke durch Schüsse geschädigt werden. Da die Schüsse Geräusche darstellen, in

denen bestimmte Obertöne keine sehr bemerkenswerte oder sich gleichbleibende Rolle zu spielen scheinen, so scheinen mir die von Wittmaack anatomisch festgestellten Degenerationen in der Schnecke ein Beweis mehr dafür zu sein, daß die Geräusche in der Schnecke zur Perzeption gelangen. Die Degeneration kann nur dort eintreten, wo die Überreizung stattfindet. Auf einen Reiz, sei er schwach oder stark, kann eben nur der sensitive Apparat reagieren, der seine Perzeption vermittelt. Hätte die Schnecke nichts mit der Wahrnehmung von Geräuschen zu tun, so würde sie durch solche auch keine Schädigung erleiden können. Die Möglichkeit aber, welche man noch als Entgegnung beibringen könnte, daß nur die Obertöne im Knall die Schädigung der Schnecke bewirken, während das Geräusch des Knalls im vestibularen Apparat zur Perzeption gelangt, scheint mir bei Berücksichtigung der Tatsache, daß der vestibuläre Apparat klinisch und histologisch intakt gefunden worden ist, hinfällig zu sein.

Wenn man nun meine Resultate mit denen vergleicht, welche durch die Untersuchungen an Fußartilleristen auf dem Schießplatze gewonnen worden sind, so tritt ein scharfer Gegensatz in der Intensität der Hörstörung für Flüstersprache in die Erscheinung. Ein Vergleich mit dem funktionellen Ausfall der hohen Töne ist leider nicht möglich, weil die Müllerschen Prüfungen, in denen mit a^2 als höchste Stimmgabel untersucht wurde, ungenügend sind.

Für die Flüstersprache zeigten meine Fälle sicherlich eine beträchtlich stärkere Herabsetzung, die oft bis zu einem Meter herabgeht, während bei Müller als niedrigste Hörschärfe nach den Schießübungen 4,5 m angegeben wurde.

Wenn man nun die Versuchsanordnung und die Resultate der Wittmaackschen Untersuchungen betrachtet, so kann man sich des Gedankens nicht erwehren, daß diese Differenz zwischen Müllers und meinen Untersuchungen in ihnen ihre Erklärung findet. Es handelt sich um die verschiedenen Ergebnisse, welche Wittmaack gewann wenn er den Tieren den Schall allein durch Luftleitung (elektrische Glocke) oder durch Luft und Knochenleitung zugleich (elektrisch getriebener Hammer, der gegen den metallenen Boden des Käfigs schlug) zuführte. Auf dem Schießplatz wird der Schall dem Artilleristen ausschließlich durch Luftleitung zugeteilt, an Bord des Schiffes aber findet die Übertragung außer durch Luft auch durch Knochenleitung statt.

Wie die Versuchstiere, denen der Schall durch die tönende Fußplatte des Käfigs zugeführt wurde, die stärksten Grade von

Degeneration des Sinnesorgans in der Schnecke zeigten, — wie es bekannt ist, daß unter den Berufsschwerhörigkeiten diejenigen die schwersten sind, welche bei Kesselschmieden entstehen, die sich im Innern des durch Hammerschläge erschütterten Kessels befinden, — so unterliegen auch die Artilleristen an Bord neben der direkten Schalleinwirkung durch Luftleitung den Erschütterungen des Schusses, welche das ganze Schiff in Mitschwingungen versetzen. Sie werden sich dadurch auch auf craniotympanalem Wege dem Gehörorgan mitteilen.

Da für die Schiffsartillerie die „Schießschwerhörigkeit“ eine sehr bedeutende Rolle spielt, so gewinnen die vorstehenden Untersuchungen auch eine praktische Bedeutung, indem sie vielleicht den Weg zu einer geeigneten Prophylaxe angeben können. Wenn es wirklich zutreffen sollte, daß die craniotympanale Vermittelung des Schalls vom Schiff aus der hauptsächlichste Grund für die Schießschwerhörigkeit wäre, so hätte hier die Prophylaxe einzusetzen. Es würde zu empfehlen sein, Versuche darüber anzustellen, ob eine schalldämpfende Lage (etwa aus Filz), die bei den Geschützständen als Bodenbelag oder an den Stiefeln der Mannschaften angebracht werden könnte, im Stande wäre, die schädlichen Einwirkungen des Geschützschießens an Bord zu verringern.