

Zur Pathopsychologie des Rechnens.

Von

Georg Peritz,

Leiter der Berliner Schule für Gehirnverletzte.

(Mit 6 Abbildungen.)

Jedem, der sich mit den Gehirnverletzten beschäftigt, fällt es auf, wie häufig sich bei ihnen Rechenstörungen finden. Im Gegensatz dazu ist die Literatur außerordentlich arm an Angaben über Rechenstörungen bei Gehirnkranken oder bei angeborenen Schwachsinnformen. Trotz eifrigsten Suchens habe ich nur eine ganz geringe Anzahl von Arbeiten, die sich mit Rechenstörungen beschäftigen, finden können. Oppenheim berichtet in seinem Lehrbuch, daß er einen Fall mit rechtsseitiger Hemianopsie beobachtet hat, der Rechenstörungen aufwies. Ebenso hat Bechterew, Lewandowsky und Stadelmann, Hoche und Rieger und endlich Poppelreuter in seiner Monographie über Gehirnverletzte derartige Fälle beschrieben. Sittig hat in neuerer Zeit sich ebenfalls mit dem Rechnen bei Schwachsinnigen beschäftigt. So habe ich wohl den größten Teil der Arbeiten auf diesem Gebiet aufgezählt. Als ich vor kurzem in der neurologischen Gesellschaft einen Fall von amnestischer Aphasie vorstellte, der sehr ausgesprochene Rechenstörungen zeigte, meinte Liepmann, daß sich Rechenstörungen am häufigsten der motorischen Aphasie zugesellten. Diese Ansicht hatte er auch in einem seiner drei Aufsätze aus dem Apraxiegebiet zum Ausdruck gebracht. Während die vorhin zitierten anderen Arbeiten wesentlich Fälle betreffen, bei denen Hemianopsien vorhanden waren, steht die Meinung Liepmanns, daß die motorisch aphasischen Rechenstörungen aufweisen, ohne weiteren Beleg in der Literatur. Auf Grund meiner Untersuchungen bin ich zwar nicht der Ansicht, daß die motorisch Aphasischen sehr ausgesprochene Rechenstörungen haben, wohl aber kommen solche bei Stirnhirnverletzten vor, so daß sich wohl Rechenstörungen den motorischen Aphasien zugesellen können, wenn in weiter Ausdehnung das Stirnhirn getroffen ist.

Ich glaube, daß die Untersuchung der Rechenstörungen bei Gehirnverletzten einmal Aufschluß geben können über die Hirnregionen, welche in irgend einer Weise mit dem Vorgang des Rechnens in Verbindung stehen, und zweitens uns einen tieferen Einblick in die psychischen Abläufe des Rechnens ermöglichen.

Bei der Mannigfaltigkeit meines Materials möchte ich mich in dieser Arbeit nur auf die Rechenstörungen beschränken, welche sich bei Hinterhauptschüssen finden in Verbindung mit Hemianopsien. Mein Material besteht aus vier Fällen mit rechtsseitiger Hemianopsie, einem mit linksseitiger Hemianopsie, zwei mit doppelseitiger Hemianopsie, einem Falle mit doppelter unterer Quadranten-Hemianopsie und einem mit unregelmäßiger konzentrischer Einengung. Ehe ich aber zur Mitteilung und Besprechung dieser Fälle übergehe, und die Protokolle mitteile, möchte ich vorher einen Abschnitt einschieben über die Geschichte des Rechnens und einen zweiten, der sich mit der normalen Psychologie des Rechnens beschäftigt. Ich glaube, daß es notwendig ist, sich, wenn auch nur in kurzem, über die Geschichte des Rechnens zu informieren. Schon allein die einzige Tatsache, daß unser Kopfrechnen erst seit wenigen Jahrhunderten von uns Europäern ausgeübt wird, läßt die Tatsache erklärlich erscheinen, die vielfach konstatiert worden ist, daß bei Alexien die Fähigkeit, Zahlen zu lesen, häufig nicht gestört ist. Wahrscheinlich ist durch die sehr späte Ausbildung unseres Zahlenlesens diese Funktion im Gehirn an anderer Stelle lokalisiert als das Buchstabenlesen und es hat sich infolge dieser späten Neuerwerbung keine Gemeinsamkeit zwischen diesen beiden Funktionen ausgebildet, wie man es sich eigentlich a priori vorstellt.

Auch die Einführung eines psychologischen Abschnittes erscheint mir vonnöten. Bei dem schon vorher erwähnten Vortrag meinte Geheimrat Moeli, daß beim Rechnen die akustische Komponente eine Hauptrolle spielt. Aber auf Grund der vorhandenen psychologischen Untersuchungen läßt sich zeigen, daß beim Kinde der visuelle Typus vorherrscht, ferner müssen wir uns auch über den Zahlenbegriff verständigen, denn es scheint mir, wie es sich im weiteren Verlauf der Arbeit ergeben wird, daß sich auch Störungen des Zahlbegriffes selbst bei unseren Verletzten vorfinden.

Zur Geschichte des Rechnens und der Zahl.

Als ich anfang, mich mit der Pathologie des Rechnens zu beschäftigen, habe ich einige Bücher, welche die Geschichte des Rechnens

behandeln, zur Hand genommen. Es ist das vor allen Dingen das Buch von Tropfke, Geschichte der Elementarmathematik, während ich das mehrbändige Werk Cantors nicht gelesen habe; ferner zwei kleine Abhandlungen von Löffler über Ziffern und Ziffernsysteme der Kulturvölker und von Wieleitner über den Begriff der Zahl. Ich kann diese drei Bücher nur jedem, der sich für das Thema interessiert, auf das Wärmste empfehlen.

Ich kann natürlich hier nur Ausschnitte geben, soweit sie von Interesse sind für unser Thema. Zwei Punkte sind für uns von Wichtigkeit: Erstens die Zahlwörter und die ihnen zugehörigen Größenvorstellungen und zweitens unser Ziffernsystem, das ja unter dem Namen des Positionsystems bekannt ist.

Wir sind jetzt gewohnt, von Milliarden und mehreren Milliarden zu sprechen. Am Xingu, einem Nebenfluß des Amazonenstromes, wohnt ein Volksstamm, die Bakairi, denen die über sechs liegenden Zahlen schon zu groß erscheinen. Sie fahren sich in die Haare, um etwas nicht mehr Zählbares anzudeuten. Unsere mathematisch rechnerische Entwicklung reicht etwa drei Jahrtausende zurück, bis zu den Babyloniern, und hier ist ein doppeltes Rechen-system schon frühzeitig entwickelt worden. Neben einem volkstümlichen Zahlensystem, das sicher nicht bis zu einer Million heraufreichte, gab es ein zweites System, das vor allen Dingen von den Astronomen benutzt wurde und dessen Grundzahl 60 ist, weswegen es als Sexagesimal-system bezeichnet wird. Hier bedeutet schon 60^4 12 960 000. Es ist also zu damaliger Zeit schon von gelehrten Astronomen mit sehr großen Zahlen gerechnet worden. Auch bei den Indern war das Bestreben vorhanden, zu möglichst großen Zahlen zu kommen und so hat das Sanskrit eigene Zahlenbezeichnung für alle dekadischen Einheiten bis 10^{21} , ja es finden sich Bildungen bis zu 10^{53} , die dann zu einem System zusammengefaßt, noch fünf bis sechs andere solche Systeme über sich haben.

Nach dem Mahab Harata gab es 24 mal 10^{15} Götter und Budda sollte 6 000 000 000 Söhne gehabt haben.

Während also der Versuch der Inder möglichst große Zahlen zu lilden auf religiöse Anschauung zurückzuführen ist, hat Archimedes einen rein wissenschaftlichen Zweck verfolgt, als er möglichst große Zahlen ausdrückte. Er wollte zeigen, daß die Zahlenreihe nach oben keine Begrenzung hat und suchte das in seiner sogenannten Sandrechnung (*ψαμμιτρος*) zu erweisen. Er wollte die Anzahl der Sand-

körner ermitteln, welche eine Kugel mit einem Radius von Fixsternweite enthält. Um eine solche auszudrücken, faßt er die Zahl bis zu 10^8 zu einer Oktade zusammen; 10^8 wird als Einheit einer neuen Oktade genommen, die also bis 10^{16} reicht. Die dritte Oktade geht bis 10^{24} usw. Derartige Oktaden kennt Archimedes 10^8 und nennt die ungeheure Reihe dieser Zahlen die erste Periode. Hier beginnt eine zweite Periode von schwindelnder Höhe, der noch andere folgen können. Die sich ergebende Sandkörnermenge berechnet Archimedes auf tausend Einheiten der achten Oktade in der ersten Periode. Ähnliche Gruppierungen hat auch Appolonius von Pergae vorgenommen.

Die Errechnung solcher großer Zahlen wurde aber immer nur von einigen wenigen auserlesenen Köpfen vorgenommen. Für die große Masse der Menschen war sicherlich die Zahlenreihe eine sehr beschränkte. Die Griechen und Römer, wissen wir, haben die Zahl 1000 benutzt; bei den Griechen kam auch 10 000, eine Myriade, vor. In der christlichen Zeitrechnung ist viele Jahrhunderte über diese Zahlengröße nicht hinweggegangen worden; erst im 15. Jahrhundert hat der französische Mathematiker Chuquet 10^6 und 10^{12} als Million und als Billion berechnet. In Deutschland tritt das Wort Million zuerst im Rechenbuch des Christoph Rudolph aus Gauer um 1532 auf, während es bei dem Rechenmeister Adam Riese noch in Verbindung mit 1 Million Gulden gleich 100 000 Gulden gebraucht wird. Das Wort Milliarde stammt aus der Zeit von 1550 und hatte zuerst den Sinn von einer Million. Jean Tranchant gab ihm um 1566 den modernen Sinn von 1000 Millionen. Man vergegenwärtige sich aber, daß der Begriff einer Milliarde für die meisten Menschen bis 1870 nicht existierte. Erst 1870 wurde er populär, um in heutiger Zeit ein Begriff zu werden, mit dem wir rechnen können und von dem wir uns eine gewisse Vorstellung zu machen vermögen.

Auch der Begriff der Null ist zu uns sehr spät gekommen. Er hat natürlich nur Sinn in einem Positionssystem. In Deutschland ist das Wort Null zuerst angewandt worden in den Rechenbüchern von Böchtenteyn (1514), Köbel (1515) und Grammateus (1528).

Von den Ägyptern nimmt man an, daß sie den Begriff der Null als Zahlwort hatten, während unser Zahlwort Null von den Indern stammt. Der Fortschritt, den wir im Rechnen in den letzten Jahrhunderten gemacht haben, beruht auf der Einführung der indischen Ziffern und des sogenannten Positionssystems. Es würde zu weit führen, wollte ich die verschiedenen Ziffern und Ziffernsysteme der Kulturvölker

hier anführen: wie ein Teil von ihnen nach dem Beispiel der Phönizier zugleich ihr Alphabet als Ziffern benutzten, wie die Ägypter hieroglyphische Zahlzeichen hatten, die sie allerdings später gegen andere vertauschten, die aber im Gebrauch durchaus nicht einfacher und übersichtlicher waren, als die ersteren. Diese Unübersichtlichkeit teilt auch das griechische und römische Ziffernsystem mit dem ägyptischen. Wenn man sich etwa die Addition von $1\ 130\ 650 + 10\ 229$ in römischen Ziffern vorstellt $\overline{X} \overline{CXXXDCL} + \overline{XCCXXIX}$, so sieht man erst, wie schwierig und unbeholfen eine solche Rechnung war. Infolgedessen benutzten die Römer zum praktischen Rechnen nicht ihr Ziffernsystem, sondern verwandten ein Rechenbrett, Abacus benannt, auf welchem senkrecht gegen den Rechner Spalten eingeritzt waren, und mit den Stufenzahlen I, X, C bzw. V überschrieben waren. In diese Spalten wurden so viele Steinchen oder Metallknöpfchen hineingelegt, als Einer, Zehner und Hunderter vorhanden waren. Je nach der Übung gelang durch Hin- und Herschieben die Rechnung schneller oder langsamer. Noch im 16. Jahrhundert bediente man sich des Abacus in Deutschland. So wird es verständlich, daß auch noch im Mittelalter, wo die römischen Ziffern allgemein bis ins 13. Jahrhundert benutzt wurden, die Fertigkeit im gemeinen Rechnen als etwas Großes galt und erst auf der Hochschule erlernt werden konnte. Erst den Indern war es vorbehalten, ein Ziffernsystem zu erfinden, welches durch seine Einfachheit das Rechnen ermöglichte, und das auf der Position mit der Grundzahl 10 beruht. Dadurch vermochten sie alles Rechnen auf Operationen mit Einern zurückzuführen. Nur eines blieb ihnen aber zu lösen vorbehalten. Alle Völker hatten bei ihrem Rechnen keine Möglichkeit, die Null auszudrücken, mit Ausnahme der Babylonier. Die Inder haben den Nullbegriff ausgebildet und ihn praktisch verwandt. Erst durch diese Erfindung war das Positionssystem vollendet und für den praktischen Gebrauch verwendungsfähig. Die Bekanntschaft des Abendlandes mit diesem System wurde durch die Araber vermittelt und zwar durch das Hauptrechenbuch der Araber, das von Muhammed Ibn Musa Alchwarizmi aus dem Anfang des 9. Jahrhunderts stammte. Infolgedessen wurden die Anhänger dieser neuen Rechenmethode Algorithmiker genannt, durch Verstümmelung des Namens Alchwarizmi, dessen Namen man vollkommen vergaß. Um die Bedeutung des Gedankens zu verdeutlichen, alle Zahlen mit neun Ziffern darzustellen, denen man einen absoluten und einen Stellungswert gibt, und zu denen man das Nichts

durch ein besonderes Symbol ausgedrückt, hinzufügte, möchte ich hier eine Zusammenfassung hinstellen, die Löffler in dem von mir oben angegebenen Buch gibt.

„Wir modernen Menschen sind an die elementaren Rechenmethoden so gewöhnt, daß wir uns einen anderen Zustand gar nicht denken können und oft das Zifferrechnen als mechanische Beschäftigung gering achten.

Diese Meinung ist ein Irrtum; denn diese einfachen Rechenmethoden sind die Früchte der Bemühungen von unzähligen Geschlechtern seit Jahrtausenden. Da nämlich der Handel, die Verwaltung, die Steuererhebung, die Festsetzung des Kalenders usw. schon in den ersten Anfängen der Kultur ohne die Elemente des Rechnens unmöglich sind, so waren die Menschen von Anfang an darauf angewiesen, wenigstens die vier Grundrechnungsarten zu vollziehen. Dies geschah zumeist mit Hilfe von Steinchen usw. oder im Kopf, und bei größeren Rechnungen wurde das Gedächtnis unterstützt, indem man die Zahlen mit den Fingern darstellte; es entwickelte sich bei allen Völkern das früher erwähnte Fingerrechnen. Aber auch dieses Hilfsmittel konnte auf die Dauer nicht genügen, da eine Person zur selben Zeit nur immer eine einzige Zahl darstellen konnte. Im Anschluß an jenen alten Gebrauch von Steinchen entwickelte sich deshalb bei den meisten alten Kulturvölkern ein instrumentales Rechnen mit Hilfe eines Rechenbrettes, bei dem dieser Nachteil überwunden war. Das Linienschema wurde vielleicht ursprünglich jedesmal vor dem Gebrauch auf eine mit Staub oder Sand bedeckte Tafel gezeichnet. Später wurde ein besonderes Brett aus Holz oder Metall hergestellt und mit Einschnitten versehen. Allerdings verzichtete man dabei gänzlich auf die Verwendung von Zahlzeichen und kehrte zu der rohen Darstellung der Zahlen durch Marken, Steinchen usw. zurück. Addition und Subtraktion vollzogen sich auf einer solchen „Rechenbank“ (daher unser „Bankhaus“, „Bankrott“ usw.) natürlich leicht; das instrumentale Multiplizieren und Dividieren gestaltete sich sehr schwierig, und da man im Verlauf der Rechnung alle überflüssigen Marken entfernte und schließlich nur das Resultat auf der Tafel hatte, war jede Prüfung der Rechnung ausgeschlossen. Der von Gerbert und den Abazisten benutzte Abakus bedeutete zwar einen entschiedenen Fortschritt, da auf ihm wieder eigentliche Zahlzeichen benutzt wurden, wodurch sich die Anzahl der Rechenmarken bedeutend verminderte; aber die zuletzt erwähnten Nachteile bestanden immer noch trotz der sinnreichen Divisionsmethoden Gerberts. Er

erleichterte jedoch im frühen Mittelalter, wo wegen der geringen Verbreitung der Schreibkunst niemand an ein schriftliches Rechnen in unserem Sinne dachte, die Einführung der indischen Ziffern und Rechenmethoden. Durch diese wurde alles Rechnen auf ein Operieren mit Einern oder höchstens Zehnern zurückgeführt, und unsere Kinder lernen und begreifen heute Rechenmethoden, die im Altertum den größten Geistern Schwierigkeiten bereiteten und noch im Mittelalter dem Hochschulstudium vorbehalten waren. Dieser Fortschritt ist allein dem Positionssystem und insbesondere der Erfindung der Null zu danken. Daß allerdings auch ohne die Null das Positionsprinzip, wenn auch mit großen Nachteilen, durchgeführt werden kann, haben wir bei dem sumerisch-babylonischen Sexagesimalsystem gesehen. Zur höchst möglichen Kürze, absoluten Klarheit und idealen Einfachheit wird aber diese Methode erst durch die Erfindung der Null erhoben, mit deren Hilfe die Zahlenreihe bis zu jeder beliebigen, begrifflich und anschaulich ganz unvorstellbaren Höhe fortgeführt werden kann.“

Will man sich aber ein ganz klares Bild machen von der langsamen und späten Entwicklung des Rechnens bei den verschiedenen Völkern, so muß man auch sich wenigstens kurz vor Augen führen, was bis zum 16. Jahrhundert im Rechnen bei den meisten Völkern geleistet wurde. Nur die Inder machten hiervon eine Ausnahme. Für sie galt das Ausziehen von Kubikwurzeln noch als elementare Rechenoperation. Dagegen waren noch im Anfang des 16. Jahrhunderts die Anforderungen, die in Deutschland an das Rechnen gestellt wurden, außerordentlich gering. Auf den Universitäten erstreckte sich der Unterricht nur bis zur Bruchrechnung, oder der Regeldetri. Ein Rechenbuch des Georg v. Peurbach (1423—1461), Professor an der Universität Wien, welches nach dem Zeugnis des Grammateus (Rechenbuch von 1518) „gemacht sei für die jungen studenten zu Wien“, enthält etwa dasjenige Rechenpensum, das heutzutage ein zehnjähriges Kind beherrscht. Man stelle sich dagegen vor, daß heutzutage selbst in der Volksschule das Bruchrechnen als selbstverständlich betrieben wird.

Diejenige Art des Rechnens, die bei allen Völkern geübt wurde, ist das Addieren, denn das eins und eins und eins des Zählens ist ja schließlich nichts anderes, wie Addieren. Unsere heutige Art des Zusammenzählens stammt, wie fast alle Methoden des Rechnens, von den Indern. Auch das Subtrahieren ist wohl allen Völkern bekannt, man braucht bloß, um sich davon zu überzeugen, die Bildung der Zahlwörter bei den Naturvölkern anzusehen. So bilden nach Krämer,

die Ostmikroniesier die Zahl acht, indem sie sagen, Ralik Rataker, zwei nimm weg (soll heißen von Zehn); neun gleich zwei nimm weg, plus eins. Auch die Subtraktionsmethoden, die wir kennen, stammen von den Indern. Das Multiplizieren ist erst spät erfunden worden. Weder kannten die Ägypter eine eigene Multiplikationsmethode, noch haben die Griechen, die die vorhandenen Methoden verbesserten, eine solche gehabt. Dagegen besaßen alle diese Völker eine Methode, die man unter dem Namen Duplatio erfaßt. Sie verdoppelten solange die zu multiplizierende Zahl, bis der Multiplikator weniger eins erreicht war, und addierten dann noch einmal den Multiplikandus hinzu. In ähnlicher Weise gingen Ägypter und Griechen beim Dividieren vor. Diese Methodik wurde Mediatio genannt. Eine sehr umständliche Methode des Dividierens gibt noch Alchwarizmi, auf Grund indischer Überlieferungen, an, die als Überwärtsdividieren bezeichnet wird. Tropicke sagt mit Recht, daß sie in ihrer arabischen und mittelalterlichen Form eine so schwülstige und unübersichtliche Anhäufung von Ziffern darstellte, daß man sich nicht wundern kann, daß der für einen guten Rechner galt, der ihrer Meister war. Unser modernes Unterwärtsdividieren wird zum erstenmal in der von Luca Paciolo (1494) herausgegebenen Summa beschrieben. In Deutschland tritt der neue Algorithmus zuerst im Rechenbuch des Apian von 1532 auf. Er nennt sie einen besonderen Brauch, wiewohl darinnen gar keine andere Geschwindigkeit gespürt wird. Doch hat seine geringe Achtung darin ihren Grund, daß er sie falsch oder wenigstens unpraktisch darstellt.

Während die Methoden des Multiplizierens und Dividierens sehr lange in unvollkommener Weise gehandhabt wurden und erst spät zu der Vervollkommnung gebracht wurden, wie wir sie ausüben, hat man sich frühzeitig mit Brüchen beschäftigt. Bei den Babyloniern finden wir ein Bruchsystem, bei dem der Stammnenner aus dem Sexagesimalsystem genommen ist, ihre Brüche stellen 60 und Potenzen von 60 als Nenner dar, genau so wie wir bei Dezimalbrüchen nach 10 und Potenzen von 10 rechnen. Für uns erscheint das, die wir nicht damit zu rechnen gewohnt sind, außerordentlich umständlich und schwierig. Wahrscheinlich aber konnten die Astronomen der Babylonier ihre Brüche genau so gut übersehen, wie wir die unseren. Bei den Ägyptern finden wir eine andere Methode, die aber wohl demselben Grunde entspringt, der uns bei unseren Dezimalrechnungen und die Babylonier bei ihrem Sexagesimalsystem leitete: sie hatten das Streben,

sich die Brüche in möglichster Klarheit und Übersichtlichkeit darzustellen. Die Ägypter aber wählten, um sich Klarheit zu verschaffen, nicht die Methode, die wir haben und die darin besteht, alles auf einen Stammnenner zu bringen, sondern sie betrachteten ihre Brüche als solche, die stets den Zähler 1 hatten. So setzten sie

$$\frac{3}{7} = \frac{1}{3} + \frac{1}{14} + \frac{1}{42}$$

Unsere Methode der Bruchrechnung ist gewiß dieser Methode vorzuziehen, aber man sieht, daß die Ägypter gegenüber der Multiplikation und Division die Methode des Bruchrechnens außerordentlich gut ausgebildet hatten. Ebenso hatten die Römer, trotzdem sie sonst keine guten Mathematiker waren, sich eine brauchbare Methode des Bruchrechnens eronnen, das auf der Basis 12 beruht. Es ging aus von ihrem Gewicht und Münzsystem, dem As, hat sich aber später zu einer vollkommenen Bruchrechnung erweitert und man hat mit dieser Methode noch bis ins 12. Jahrhundert hinein im ganzen nördlichen Europa gerechnet.

Ob die Inder ihr dezimales Positionssystem auch nach rückwärts zu Dezimalbrüchen fortsetzten, ist nicht bekannt. Als der Erfinder der Dezimalbrüche gilt Simon Stevin, doch scheint Rudolf im Jahre 1530 schon Dezimalbrüche benutzt zu haben.

Auf eine Frage möchte ich hier noch eingehen, die ich bei Wieleitner erörtert finde, nämlich die, ob die Völker, bei denen die Bruchrechnung ausgebildet wurde, Brüche als Zahlen auffaßten. Von Diophant ist es bekannt, daß er die positiven ganzen Zahlen wie die Brüche als Zahlen auffaßte. Von den Ägyptern und Babyloniern wissen wir nicht, was sie sich dachten, wenn sie mit Brüchen multiplizierten, dividierten usw. „Man muß jedenfalls sagen, daß alle Völker einen gewissen Teil unseres ganz allgemeinen Zahlenbegriffes durch die Brüche als erfüllt erkannten, den Teil eben, den sie zu benutzen wußten. Wenn ein Schreiner sagt, ein Tisch sei $\frac{3}{4}$ m breit, so hat er doch einen Teil des Begriffes der Zahl $\frac{3}{4}$, wenn er auch nicht versteht, was mit $\frac{3}{4}$ multiplizieren bedeutet. Daß bei einer solchen Multiplikation etwas kleineres herauskommt als die multiplizierte Zahl, machte einigen Verfassern von Rechenbüchern noch im 16. Jahrhundert begriffliche Schwierigkeiten.“

Ich habe diese geschichtliche Entwicklung des Rechnens hierher gesetzt, um zu zeigen, wie langsam und wie spät sich die einfachsten

Rechenmethoden, deren wir uns heute täglich und ohne große Schwierigkeiten bedienen, ausgebildet haben. Das Rechnen galt für die Menschen bis zum 16. Jahrhundert für eine Kunst, die nur wenigen besonders begabten Menschen zu Gebote stand, während der größte Teil der Menschen wohl nicht über die einfachsten Additions- und Subtraktionsmethoden hinauskam. Diese Tatsache macht es vielleicht verständlich, warum wir bei den Gehirnverletzten so leicht Rechenstörungen vorfinden. Der noch nicht so sehr konsolidierte Besitz des Gehirns ist von den verschiedensten Stellen in Unordnung zu bringen. Vielleicht aber vermag man auch infolge dieser späten Entwicklung die einzelnen Komponenten, welche bei der Bildung des Zahlbegriffes und bei der Ausübung der Rechenfunktion von Wichtigkeit sind, besser zu isolieren, als es bei anderen psychischen Prozessen möglich ist.

Daß ein Unterschied besteht zwischen dem schriftlichen und dem Kopfrechnen wird uns nachher die Betrachtung unseres Krankmaterials sehr deutlich vor Augen führen. Wahrscheinlich haben alle primitiven Völker nur im Kopf gerechnet unter Zuhilfenahme der Finger oder der einzelnen Glieder der Hand oder aber von Schnüren, die geknotet waren oder Vorrichtungen, in denen Kerben angebracht waren. Die Bedeutung des Kopfrechnens, so wie wir es üben, ist jedoch sehr spät erkannt und in den Schulen ausgebildet worden. Nur die Inder mit ihrer Staub- oder Sandmethode waren gute Kopfrechner. Die Teilresultate, die der indische Rechner im Kopf erhielt, wurden auf weißen mit farbigem Sande (Staub) bedeckten Tafeln notiert, um beim Weiterschreiten in der Rechnung ausgelöscht und durch die fortgeführten Zahlen ersetzt zu werden. Der erste, der methodische Übungen im Kopfrechnen forderte, war Tartaglio (1500—1557). Er verlangte sogar, daß die Ausbildung im Kopfrechnen bis zum Einmaleins bis zur 40 fortgeführt werde. Doch erst in der Mitte des 18. Jahrhunderts wurde dem Kopfrechnen in der Schule der Platz eingeräumt, der ihm zukommt. Dagegen stellt Hübsch im Jahre 1748 das Kopfrechnen hinter das schriftliche Rechnen, in dem er seinen Wert allein für das praktische Leben sieht.

Die Psychologie des Rechnens und der Zahlen.

Wollen wir uns Klarheit verschaffen über die psychologischen Vorgänge beim Rechnen und über die Bedingungen, welche zur Ausbildung der Zahlgebilde und des Zählens führen, so stehen uns zwei

Wege offen. Der erste ist der, daß wir uns die Zahlen und die Zahlgebilde der Naturvölker ansehen, der zweite, daß wir die Kinder beim Rechnenlernen methodisch untersuchen. Beide Wege sind eingeschlagen worden. Vielleicht führen die Untersuchungen an den Gehirnverletzten auf einen dritten Weg, mit Hilfe der Pathopsychologie die normale Psychologie des Rechnens aufzuklären. Mit den Zahlen und Zahlgebilden der Naturvölker beschäftigt sich Wertheimer in einer außerordentlich geistreichen und interessanten Arbeit über das Denken der Naturvölker. Ich werde sie hier bei meinen Ausführungen über das Rechnen bei den Naturvölkern zugrunde legen.

Es soll natürlich hier nicht ein vollkommenes Kapitel über die Psychologie des Zählens und des Rechnens gegeben werden. Vielmehr kommt es mir darauf an, hier zu zeigen, welche sinnlichen Komponenten bei der Ausbildung des Zahlbegriffes, des Zählens und des Rechnens in Betracht kommen. Gerade schon die Auswahl, die ich für den ersten Teil meiner Arbeit über die Pathopsychologie des Rechnens getroffen habe, die Rechenstörungen bei den Hinterhauptschüssen, weist mich darauf hin zu untersuchen, welche Rolle die Anschaulichkeit beim Rechnen spielt. Dafür bietet nun die Arbeit Wertheimers ein außerordentlich großes und wertvolles Material. Bei den Naturvölkern ist der abstrakte Zahlbegriff kaum vorhanden. „So kann es vorkommen, daß Leute Geld, Baumstämme usw. zählen, Dörfer z. B. aber nicht zählen können. Überhaupt eine Zahlenfassung oder Operation ausführen, ohne daß deren Sinn in der lebendigen Wirklichkeit wurzelt, ja von den natürlichen Verhältnissen direkt gefordert wird, liegt Naturvölkern im allgemeinen ganz fern, ist ihnen nahezu unmöglich. Stellt man ihnen Aufgaben, so zeigt sich oft sehr deutlich, wie wirklichkeitsabstrakt wir zu denken gewohnt sind, wie sie dagegen mit ihrem Denken im Wirklichen wurzeln, da sie nicht gewohnt sind, Material aus dem Leben herausgeschnitten, als „geschlossenes System“ aus aller Wirklichkeit herausgehoben zu denken: so kommt es gelegentlich dazu, daß die geforderte wirklichkeitsabstrakte Operation nicht erzwungen werden kann oder mag infolge der Präponderanz einer zentralen Wirklichkeitsbeziehung: z. B. in dem Fall des Indianers, dem man bei Gelegenheit von Sprachstudien u. a. den Satz zu übersetzen gab „der weiße Mann hat heute sechs Bären geschossen“. Er war nicht dazu zu bewegen, ihn zu übersetzen, weil es nicht möglich sei, daß der weiße Mann an einem Tag sechs Bären erlege.“ Auch Kinder denken vielfach in der gleichen Weise, noch weit vom Abstrakten

entfernt. Und an einer anderen Stelle sagt Wertheimer, es läßt sich geradezu der Grundsatz formulieren, wo keine natürliche Beziehung, kein lebendiger konkret-relevanter Konnex in dem Gebilde besteht oder durch die konkrete Situation gefordert ist, existiert zunächst auch kein logischer Konnex, kein logisches *Commercium* ist möglich, im Gegensatz zu der Art unseres Denkens, welches logisch in Richtungen geht, wie „alles ist zählbar, alles ist durch Undverbindungen verbindbar“.

Die Naturvölker suchen zuerst Gruppen zu vereinigen und zwar Gruppen, die zusammengehören. Ich möchte mir aber hier die Bemerkung erlauben, daß alles Rechnen in den einfachen Rechemethoden ein Gruppieren ist; wir versuchen entweder neue Gruppen zu bilden, zu ihnen aufzusteigen oder aber aus einer Gesamtheit heraus eine neue niedere Gruppe zu bilden. Denn der Sinn des Rechnens ist doch im wesentlichen der, uns eine Übersichtlichkeit über die Menge der Dinge zu verschaffen, die uns umgeben. Diese Gruppenbildung, die in Form, Anordnung und Organisation zueinander Beziehung haben, erstreckt sich z. B. auf den Begriff des Paares, es ist das vielleicht noch keine Zahl, sondern mehr ein Mittelding, mehr ein Zahlenanalogon. So geben zwei Augen, zwei Balken, Daumen und Zeigefinger, zwei Kämpfer verschiedene Zweigegebilde. Sie können dasselbe Zweigegebilde ergeben, nicht aber ebenso Mutter und Sohn, oder Herr und Pferd. Drei Boote von uns und zwei des Besuches sind bei Naturvölkern nur unter bestimmten Umständen fünf, z. B. bei gemeinsamer Kriegsfahrt.

Dieses absolute Festhalten am Anschaulichen zeigt sich auch bei der Bildung der Zahlworte der Naturvölker. So bedeutet zehn im Konde Zusammenschlagen der Hände, in der Korasprache Darreichen der Hände; oder bei Kerben, Knotenschnüren, längere Kerbe, Querkerbe, größerer Knoten. Zur Bildung höherer Zahlen werden ebenfalls derartige sinnliche, anschauliche Gebilde benutzt, wie z. B. zwei Hände. Auf Grund dieser Entwicklung bildet sich bei den Naturvölkern eine verschiedene Zählungsart für verschiedene Gegenstände. Sie haften durchaus am Material, wie es ja bei uns auch noch derartige Material-Zahlgebilde gibt: Ein Ries Papier, eine Mandel Eier, ein Gros Federn. In Nordtogo, Kposo gibt es außer dem Dekadischen für Kaurirechnung ein besonderes System. Die Neu-Lauenburgsprache hat abweichende Zählweisen für Früchte, Muschelgeld, Eier, Tiere, Men-

schen. Die Moánuinsulaner haben verschiedene Zahlen von eins bis neun:

1. Schema bei Kokosnüssen und anderen Früchten,
bei Muschelgeld usw.,
2. Schema (andere Zahlworte) bei Menschen, Geistern, Tieren,
Kleidungsstücken,
3. Schema bei Bäumen, Kanoes, Dörfern,
4. Schema bei Häusern,
5. Schema bei Stangen, Pflanzungen.

Die Küstenbewohner der nördlichen Gazellenhalbinsel haben außer einem allgemeineren, sehr umständlichen Schema, eigene Zählweisen für:

1. Eier, Tiere, und zwar zu je 4, 8, 12, 15, 20 usw.,
2. Früchte, die zu Bündeln gebunden werden, Bündel von 4, 8,
6, 12, 120,
3. kleinere Stücke Muschelgeld, je 6,
4. feine Bambusstreifen, zu 8, 16, 24 usw.

Bei der Ausbildung eines Zahlsystems kann es dann zu den mehrfachsten Kombinationen kommen, wobei das eine Schema plötzlich das andere durchbricht usw., es können aber zwei verschiedene Materialgebilde auch vollkommen ohne Übergang und Verbindung ihr Zahlschema beibehalten.

Alle diese Zahlgebilde zeigen eine außerordentliche Abhängigkeit von den im Raum vorhandenen Objekten. Aber selbst, wo es zu einem richtigen Zahlssystem, bis zu hundert kommt, ist die Abhängigkeit vom Gegenständlichen durchaus sichtbar. Der Eweer zählt bis höchstens 20, und zwar bilden ursprünglich die 20 Körperteile, Finger und Zehen die natürliche Grundlage. Von 20 ab hilft er sich durch Addieren und Multiplizieren weiter. Es handelt sich da also um ein Zahlssystem, das von Körperteilen, vom sinnlichen Gegenstand abhängig ist. Ein weiteres Beispiel dieser Gebundenheit ersieht man aus dem Zählen der Basuto; das Zehnerprinzip wird im Nordbasuto auf die Zehner und Hunderter in folgender Weise angewandt: wird über 100 gezählt, so zählt ein Mann an seinen Fingern die Einer, ein zweiter die Zehner, ein dritter ebenso die Hunderter. In Folge dieses Zählens in wirklicher und biologisch realer Basis kommt es auch nicht beim Abzählen zum Unendlichwerden der Zahlenreihe. Ich habe weiter oben schon darauf hingewiesen, wie spät selbst die verschiedenen Kulturvölker die Frage nach der Unendlichkeit der Zahlenreihe aufgeworfen haben; am frühesten sind die Inder an dieses Problem herangetreten.

Die Antwort eines Eingeborenen, dem die Zahl 100 am Beispiel von Schweinen begrifflich gemacht werden soll, lautet dagegen: „so viel Schweine gibt es ja gar nicht“ (nach einer mündlichen Mitteilung von Thurnwald).

Endlich macht Wertheimer darauf aufmerksam, daß oft ein Datum eine Art quasiörtlicher Prädetermination im Gebiet der Zahlen hat. So erscheint 101 gleich bei 100; oder 299 ist „bei 300“, und ist nicht etwa $1 + 1 + 1 + 1 \dots + 1 + 1 + 1 + 1$. Oder 50 erscheint psychologisch gelegentlich als Mitte von 100 gemeint und 51 etwas über die Mitte hinaus. Und schließlich führt das weiter zur Fünfreihe der Andamanesen: eins, das andere oder der Nachbar, das Mittlere, das Vorletzte, das Letzte.

So erscheint dann die Anschauung Wertheimers über die Entwicklung des Zählens bei den Naturvölkern vollkommen berechtigt, die dahin lautet: „genetisch ist es wahrscheinlich, daß nicht das Zählen in erster Linie, sondern natürliche Gruppen und Haufengebilde innerhalb der in Frage kommenden wirklichen biologischen Verhältnisse entstehen; nicht Begriffe wie 1 und kontinuiertes plus — Eins sind wahrscheinlich das primäre, sondern die Begriffsanalogen individuelleren Gebilde, obwohl nicht unbedingt im Sinne einer Mehrheit von Gleichen, sondern zunächst als gegliederte Ganze.“

Zur Psychologie des Zählens und Rechnens beim Kinde.

Wir können nicht erwarten, daß uns bei dem Erkennen der Entwicklung des Zählens und Rechnens unserer Kinder nur annähernd ähnliche Möglichkeiten geboten werden, wie bei den Naturvölkern. Unsere Kinder wachsen unter uns auf, die wir ein hochentwickeltes Zahlensystem besitzen, und kein Jahrhundert hat soviel im Kopfrechnen und auch im schriftlichen Rechnen geleistet, als das unsere. Aber selbst wenn wir dieses Moment unberücksichtigt lassen, so wissen wir doch noch herzlich wenig darüber, wie sich beim Kinde das erste Zählen entwickelt. Gelegentlich liest oder hört man einmal eine Bemerkung darüber, daß ein drei- oder vierjähriges Kind gewisse Zahlanaloge gebraucht hat, so etwa daß es konstatiert, daß auf dem gedeckten Tisch Messer und Gabel für Mutter, Vater und für es selbst liegen, oder etwa noch ein Paar mehr. Prayer will in seinen Beobachtungen an seinem Kind schon sehr frühzeitig das Auftreten von Zahlbegriffen beachtet haben. Im allgemeinen stimmen aber alle Be-

obachter überein, daß der Zahlbegriff und das Zählen beim Kinde sich außerordentlich spät entwickelt.

Wann also die ersten Zahlbegriffe beim Kinde auftreten und wann das Kind zum Zählen kommt, sind Fragen, die nicht mit Sicherheit vorläufig beantwortet werden können. Eckhardt hat Versuche angestellt über das Zahlverständnis der Schulkreuzkinder. Da findet sich dann die Tatsache, daß sich eine große Anzahl von Kindern unter den Schulkreuzkindern finden mit verhältnismäßig weit entwickeltem Zahlenverständnis. Bei den meisten Kindern reichte das Zahlenverständnis über zehn hinaus. Eine ganze Anzahl konnte bis 100 zählen und auch damit schon operieren und einige Rechenkünstler brachten es sogar bis auf 1000. Sie zeigten eine besondere Begabung für das Rechnen, was sich auch in späteren Jahren bei ihnen erhielt.

Psychologisch soll uns die Zahl mit den numerischen Verhältnissen der Anschauungsdinge bekanntmachen. Die in der Arbeit von Wertheimer enthaltenen Daten haben schon gezeigt, wie stark bei den Naturvölkern die Entstehung des Zählens an die Anschauung gebunden ist. Auch beim Kinde ist es der Fall. Pestalozzi war es vornehmlich, der das Wesen der Zahlen als Element der Anschauung betrachtete. Er hat darauf seine ganze Methode des Rechenunterrichtes aufgebaut. Wie die oben zitierten Versuche von Eckhardt beweisen, bringen die Kinder schon Zahlenbegriffe mit in die Schule. Sie können schon zählen und haben das meistens spielend erlernt im Gebrauch mit ihren Spielsachen und den Gegenständen des täglichen Lebens. Seitdem Pestalozzi so entschieden eingetreten ist für das Erlernen des Zählens und des Operierens mit Zahlen durch die Anschauung, ist der Streit nie beendet worden, ob allein die Anschauung, das visuelle Moment das Ausschlaggebende beim Zählen und Rechnen ist oder nicht. Der Streit geht immer darum, ob Anschauungsmethode oder Zählmethode die zu wählende Methode beim Unterricht ist, d. h. mit anderen Worten, ob beim Kinde der visuelle Typus oder der akustische vorherrscht. Eckhardt gibt darüber Zahlen. Er findet unter 52 Schülern 25 Proz., die nicht visuell sind, 36,5 Proz., die visuell neben anderen Sinneselementen das Rechnen ausführen und 38,5 Proz., die beim Rechnen visuelle Vorstellungen bevorzugen. Man sieht also, wie stark das rein visuelle Moment vorherrscht und daß bei mehr als 75 Proz. der Kinder das optische Moment beim Rechnen in Betracht kommt. Später beim Erwachsenen tritt beim Rechnen die optische Komponente sehr stark in den Hintergrund. Durch das fleißige

Üben des Kopfrechnens in der Schule wird uns das Einmaleins, das eins und eins und eins von eins so geläufig, daß es vollkommen mechanisiert wird. Es handelt sich dann um rein mechanisch assoziative Vorgänge. Beim Kind aber ist das Zählen genau so wie bei den Naturvölkern an die Anschauung gebunden und die Sonderung der einzelnen Objekte, die schließlich zur Zahlvorstellung führt, geschieht sehr spät. Anfangs sind die Zahlvorstellungen genau so wie übrigens alle anderen Individualvorstellungen beim Kinde, nur Vorstellung der Anzahl von Objekten und Vorgängen, die sich erst ganz allmählich in abstrakte Begriffe verwandeln. Es geschieht hier ganz genau dasselbe wie bei den Naturvölkern. Wahrscheinlich würde das Kind genau so wie die Naturvölker jedes der Objekte, mit dem es viel zu tun hat, nach einem anderen Zahlssystem zählen. Nur der Verkehr mit den Erwachsenen und die Erziehung lassen das Kind diese Stufe schnell überschreiten und bringen es dazu, den Zahlbegriff als etwas variables zu erfassen, der nicht an das Objekt gebunden ist. Aber die Vorstellung, daß alles zählbar ist, entwickelt sich sicherlich sehr spät. Anfangs wird Ungleichartiges niemals aneinandergereiht und langsam tritt dann erst bei kleinen Anzahlen das Verständnis dafür ein, daß die Dinge zählbar sind, auch wenn sie nicht gleichartig sind. Hier mag die Gleichheit der Zahlworte, das sprachliche Moment von großer Wichtigkeit sein. Die ersten Zählversuche, die das Kind vornimmt, geschehen gewöhnlich in der Form eins, noch eins, noch eins, noch eins. So beschreibt das Prager bei seinem Kinde im Alter von 2 Jahren und 5½ Monaten bei dem Versuch, seine 9 Kegel zu zählen, während es vorher zwar die Zahlworte wiederholen konnte, sie nicht aber mit einer Anzahl von Objekten verband. Strümpell will schon im 19. Monat ein Zählen von Objekten beobachtet haben mit Benennung der Zahl. Über das allmähliche Fortschreiten der Abstrahierung des Zahlbegriffes vom Objekt hat Ruschke Beobachtungen angestellt. Er unterscheidet vier Stufen der Abstraktion: Erstens sinnliches Rechnen an Klötzchen und dann überhaupt an Objekten; zweitens bildliches an Punkten, Strichen usw.; drittens sinnbildliches an Ziffern; viertens rein innerliches, Kopfrechnen. Die Methode Pestalozzis läßt die Kinder, die rechnen lernen sollen, an Strichen, die sich immer um eins vermehren, das Rechnen zuerst üben; doch gibt Eckhardt an, daß die Kinder schon nach dem ersten Schuljahr dieser visuellen Stütze nicht mehr bedürfen. Sicherlich aber reproduzieren sich viele Kinder noch sehr lange, nachdem sie sich von der Anschauungsmethode entwöhnt

haben, die Zahl vor ihr Auge, sehen entweder den schreibenden Lehrer oder auch die schon geschriebene Zahlenreihe vor sich. Eickhardt selbst hat an sich die Beobachtung gemacht, daß er vor sich die Zahlenreihe sieht und daß sich beim Rechnen die Zahlen, mit denen er operieren soll, aus der Zahlenreihe heraus und über dieselbe stellen. Bei meinen Versuchen, mir Klarheit zu verschaffen über die Fähigkeit, optisch gegebene Zahlen allein durch Anschauung zu lernen, habe ich Individuen gefunden, welche drei untereinander gestellte dreistellige Zahlen nur allein durch Anschauen sich sehr gut merken konnten und nicht nur die drei Reihen reproduzierten, sondern auch die Zahlen dieses sogenannten Zahlenkarrés in der Diagonale von rechts oben nach links unten oder von links oben nach rechts unten mit Leichtigkeit reproduzierten. Alle diese Menschen gaben mir aber immer an, daß sie nach dem Verdecken der vorgelegten Zahlen dieselben noch vor sich geschrieben sähen und sie in der angegebenen Richtung deswegen so leicht reproduzieren könnten, weil sie sie einfach visuell ablesen. Es sind das natürlich die besonders stark visuell veranlagten Menschen. Beim Rechnen selbst kommt wohl allgemein beim Erwachsenen weder das bewußt Visuelle, noch das bewußt Akustische in Betracht. Der Prozeß ist vielmehr so mechanisiert, daß er rein akustisch motorisch verläuft. Nur unter bestimmten Umständen treten noch visuelle Bilder bei Erwachsenen auf, besonders, wenn es sich um schwierigere Aufgaben handelt, wobei diese Bilder das Verstehen der Zahlen und Aufgabe unterstützen. Botju Schanoff hat bei seinen Versuchen an zehn Erwachsenen verhältnismäßig oft visuelles Vorstellen von Zahlen festgestellt. Auch Frings hat ähnliche Resultate erzielt. Beim Geübten geht der ganze Prozeß akustisch-mechanisch vor sich. Das kleine Einmaleins wird ohne Hilfsoperation momentan reproduziert. Beim Ungeübten dagegen sind die Assoziationen noch nicht so fest verkettet, so daß der Prozeß nicht rein akustisch-motorisch verläuft. Hier werden Hilfsoperationen ausgeführt. Es treten rechnerische Hilfen als Hilfsassoziationen auf. Das Gleiche kann man natürlich auch beim Geübten beobachten, wenn er Aufgaben aus dem Einmaleins jenseits der Zehn lösen soll. So z. B. beim Rechnen: 12×25 , wobei die Hilfsassoziation $4 \times 25 = 100$, $12 = 3 \times 4$, 3×100 , also gleich 300 gemacht wird. Hierbei treten nicht selten visuelle Hilfen auf, so daß die Zahlen, die im Gedächtnis behalten werden, auch optisch erschaut werden. Doch ist es sicherlich nicht so selten, daß auch die Zahlen durch ein innerliches Sprechen oder

Hören festgehalten werden. Es mag hier gleich darauf hingewiesen werden, daß die Bereitschaft, in den 4 Spezies zu rechnen, nicht bei allen 4 Spezies gleich ist. Da wir in der Schule das Einmaleins beim Kopfrechnen am intensivsten üben, so ist auch die Fähigkeit, es zu reproduzieren, am größten. Wir haben es fast immer parat und liefern die Resultate fast momentan. Nur in der untersten Klasse ist für das Schulkind das Multiplizieren ein schwierigerer Prozeß als das Addieren. Später, wenn durch Übung und Memorieren die Multiplikation in ihren Elementen erst quantitativ bezwungen ist, ändert sich das Verhältnis: das Multiplizieren wird im Ablauf immer rascher gegenüber dem Addieren. Ranschburg hat derartige Versuche bei Kindern angestellt. Er fand auch, daß für die schwachen Rechner die Division in allen Klassen die schwierigste Aufgabe war, während die guten und mittelmäßigen Rechner einen rascheren Verlauf der Division gegenüber der Subtraktion aufwiesen. Ich mache auf diesen Punkt hier besonders aufmerksam, weil er auch bei der Beurteilung unserer Versuche von Wichtigkeit ist.

Während beim Erwachsenen, wie wir schon oben betonten, das Rechnen im wesentlichen akustisch-motorisch fast mechanisch vor sich geht und nur bei schwierigen Aufgaben eine visuelle Hilfe zutage tritt, kann man, beim Schätzen optischer oder akustischer Reize beim Erwachsenen häufig noch akustische oder visuelle Hilfen beobachten. Das Schätzen von akustischen oder optischen Eindrücken ist beim Erwachsenen anders zu beurteilen als beim Kinde. Beim Kinde könnte man aus solchen Versuchen gewisse Schlüsse über die Entstehung der Zahlauffassung ziehen. Beim Erwachsenen ist diese Art Schätzung wesentlich eine Prüfung der sogenannten Überschaubarkeit. Es zeigt sich nämlich, daß wir durchaus nicht imstande sind, über eine gewisse Anzahl optische oder akustische Reize mit einmal zu erfassen. Hier besteht eine ziemliche Beschränktheit und zwar ist diese Beschränktheit für optische Reize größer als für akustische. Optisch sind wir nach Cattell nur imstande, 5—6 räumliche und etwa 17 zeitliche Eindrücke zu erfassen. Beim Kinde ist dies Vermögen noch geringer als beim Erwachsenen. Es beträgt hier nur 3—4 räumliche Eindrücke. Freemann stellte weiter fest, daß größere Gruppen räumlicher Elemente leicht auf Kinder verwirrend wirken. Akustisch vermögen wir bis zu 15 Metronomschlägen zu schätzen. Ich habe diese Methode bei allen meinen Kranken angewandt, um mir ein Bild zu machen, ob die Patienten noch überhaupt die Fähigkeit der Zahlauffassung be-

sitzen. Dabei zeigte es sich (ich will hier noch nicht vom Pathologischen sprechen), daß die Abschätzung akustischer Reize bei manchen Menschen bei weitem genauer geschieht, als die optischer Reize und zwar deswegen, weil sie imstande sind, sich die akustischen Reize nachträglich zu reproduzieren und sie bei der Reproduktion zu zählen. Gewöhnlich geht diese Reproduktion mit einem rhythmischen Kopfeigen einher. Man sieht diese Art des Schätzens bei Menschen, die dem akustischen Typus angehören, und bei denen besonders das Rhythmusgefühl ausgeprägt ist. Es geht das unter Umständen soweit, daß solche Menschen schon sofort nach dem Hören der Metronomschläge angeben können, ob die Zahl der Schläge eine gerade oder ungerade war. Optische Reize werden, wenn sie als Haufengebilde präsentiert werden, nur schlecht geschätzt. Doch spielen sicherlich beim Schätzen Gestaltsqualitäten eine Rolle. Besonders deutlich wird dies, wenn man die Haufengebilde immer mehr vergrößert. Dabei tritt dann auch noch bei größeren Haufengebilden bis zu 15 und 18 Kugeln ein verhältnismäßig gutes Schätzen ein. Ich will mich hier nicht auf die Frage einlassen, ob aus der Art des Schätzens ein Schluß auf den Auffassungstypus zu ziehen ist. Günstiger stellt sich die Schätzung gruppierter Elemente. Hier können mit Leichtigkeit mehrere gleiche Gruppen geschätzt werden. Man kann z. B. 4 Gruppen von 7 Kugeln, die in Sternform geordnet sind, sehr gut richtig abschätzen. Auf jeden Fall geben uns diese Versuche in pathologischen Fällen die Möglichkeit zu untersuchen, ob eine Zahlauffassung noch vorhanden ist.

Fassen wir die Ergebnisse der psychologischen Untersuchung bei Kindern und Erwachsenen zusammen, so ergibt sich, daß das Zählen und Rechnen seine wesentliche Grundlage in der Anschauung hat. Wir sahen, daß beim Kinde der optische oder der gemischt optische Typus überwiegt. Später tritt dann an die Stelle des visuellen Typus ein akustisch-motorischer infolge der Mechanisierung des Assoziationsvorganges durch intensive Übung. Doch treten immer wieder bei schwierigen Aufgaben die früheren Typenformen in die Erscheinung. Besonders wird das von den Menschen betont, welche dem visuellen Typus angehören. Daß das Visuelle bei sehr vielen Menschen eine große Rolle spielt, geht auch daraus hervor, daß wir eine gewisse räumliche Vorstellung beim Nennen bestimmter Zahlen haben, so z. B. daß 7 in der Zahlenreihe nicht weit von 10 ab ist, noch stärker tritt es aber wohl bei den meisten Menschen auf bei Zahlen wie 99 oder 999,

die meistens lokalisiert werden als dicht bei 100 oder dicht bei 1000.

Die Eigenschaften, welche erforderlich für das Rechnen sind, bestehen einmal in einem guten Zahlengedächtnis, dann in der Fähigkeit, Beziehungen der Zahlen untereinander zu haben, ferner in der Überschaubarkeit, so daß die zu rechnenden Zahlen noch erfaßt werden und nicht verwirrend wirken und endlich in der allgemeinen Eigenschaft der Konzentrationsfähigkeit.

Der Zahlbegriff.

Ich habe es bis jetzt vermieden eine Definition des Zahlbegriffes zu geben, da ich ja nicht die Absicht habe, eine philosophische Abhandlung hier zu schreiben. Es wird sich aber nicht vermeiden lassen, hier die Definitionen verschiedener Philosophen, Mathematiker und Psychologen über den Zahlbegriff zu geben, da an unserem pathologischen Material mehrfach die Frage auftauchen wird, ob wir es im speziellen Fall nur mit Störungen in den optischen oder akustischen Sinnesqualitäten zu tun haben, oder ob darüber hinaus schon eine Störung vorhanden ist, die den Begriff selbst antastet, also eine Störung der Stereopsyche im Storchschen Sinne.

Ich gebe hier eine Anzahl Zitate der verschiedenen Definitionen des Zahlbegriffes, die ich einer Arbeit von Paul Schwarz, Rektor in Hohensalza, über das Wesen der Zahl entnehme.

Pythagoras sieht die Zahl als etwas an, das neben, über und hinter den Dingen existiert.

Aristoteles hält die Zahl für ein Attribut der Dinge und außerdem für die Voraussetzung der Zeit.

Der Scholastiker Suarez behauptet, „daß die Zahl aus der Teilung der kontinuierlichen Quantität entstehe; sie sei nicht eine besondere Art von Wesen oder Akzidentien, sondern die Sammlung solcher. Doch wird die Zahl von uns vorgestellt, als habe sie eine Essenz, weil von ihr Eigenschaften ausgesagt werden. Indessen macht der Mensch nicht die Zahl, sondern erkennt sie, und zwar vermittelt der Sinne. Das Zählen ist eine Fähigkeit der Seele, eine Menge von Einheiten in der Weise einer Zahl vorzustellen.“

Descartes: „Ordnung und Zahl sind nichts von den gezählten und geordneten Dingen Verschiedenes, sondern eine Weise, unter welcher wir sie betrachten; wenn wir darauf sehen, daß der Substanz Variationen innewohnen, so nennen wir diese Attribute; solche sind

auch Ordnung und Zahl.“ — „Die Zahl ist, in abstracto betrachtet, eine Weise zu denken; sie gehört zu den Universalien, sie entspringt aus der Unterscheidung der Dinge.“

Spinoza unterscheidet Erkenntnis mittels der Einbildung und der Vernunft; außerdem noch intuitives Wissen. Die Zahl rechnet Spinoza der intuitiven Erkenntnis zu und sieht sie als Hilfsmittel an, richtig zu denken, weil sie ein Maß schaffe.“

Hobbes sagt: „Die Zahl, absolut gesetzt, setzt unter sich gleiche Einheiten voraus, aus denen sie hergestellt wird; es kann indessen kaum anders gedacht werden, als daß diese Einheiten durch Division eines Kontinuums in gleiche Teile entstehen.“

Locke läßt die Zahl durch intuitive Anschauung entstehen, vermöge welcher die einzelnen Einheiten zu neuen Einheiten zusammengefaßt werden, die voneinander scharf unterschieden sind. Einheit selbst ist eine Idee, die uns durch jedes Objekt außen, durch jede Idee innen zugeführt wird; jeder Gedanke führt sie mit sich; sie ist die innerlichste und universalste Idee, die wir haben. Darum findet die Zahl Anwendung auf Menschen, Engel, Dinge, Handlungen, Gedanken, auf alles, was existiert oder vorgestellt wird.“

Newton: „Unter Zahl verstehen wir nicht so sehr eine Menge von Einheiten, sondern das Verhältnis einer Größe zur anderen Qualität derselben Art, die als Einheit genommen wird. Ist die Größe unbekannt oder unbestimmt, so pflegen wir sie durch einen Buchstaben zu bezeichnen.“

Leibniz: „Als Eines wird gedacht, was wir in einem Akt oder zugleich denken; das abstrakte Eins ist die Einheit; das Ganze, das aus den Einzelnen abstrahiert ist, oder die abstrakte Ganzheit ist die Zahl. Die Teile eines Ganzen oder die Einzelnen zusammengenommen, bilden die Einheit. Das Wort all, ganz bedeutet eben die Zusammenfassung. — Die Zahl ist eine adäquate Idee, d. h. eine solche, die so deutlich ist, daß alles, was in ihr vorkommt, deutlich ist.“ — Leibniz sieht sonach das Wesentliche der Zahl darin, daß sie Ganzheit = Einheit ist.

Berkeley: „Die Zahl ist nichts, was realiter in den Dingen selber existiert, sondern sie ist ganz das Geschöpf des Geistes, entweder eine Idee an sich oder eine Kombination von Ideen betrachtet, der er einen Namen geben will und sie so für eine Einheit gelten läßt. Einheit selbst ist keine primäre, sondern eine abstrakte Idee. Die Ziffern

und das Zahlensystem sind Erfindungen zur Entlastung des Gedächtnisses und Erleichterung der Rechnung.“

Hume: „Der Ausdruck Einheit ist bloß eine fiktive Benennung, die der Geist anwendet auf eine Quantität von Objekten, die er sammelt; eine solche Einheit kann ebensowenig allein existieren wie die Zahl. Eine Einheit aber, die für sich allein existieren kann, wie sie notwendig ist für die Zahl, muß vollkommen unteilbar und unfähig sein, in kleinere Einheiten aufgelöst zu werden.“

Nach Stuart Mills Ansicht beruht der Zahlbegriff auf Erfahrung; die mathematischen Axiome sind Erfahrungswahrheiten; reine Mathematik gibt es nicht; die Zahlen müssen stets Zahl von etwas sein; auch die Wahrheiten der Mathematik sind nur hypothetisch.“

Schopenhauer sieht die Zahl „als eine Form der menschlichen Wahrnehmungen an, die in der Außenwelt nicht existiere“.

Herbart tritt Kant entgegen, der die Zahl auf die Zeit zurückführte: „Wenn aber auch eingeräumt werden könnte, daß die Zahlen durch sukzessive Addition der Einheiten entstünden, so würde daraus noch ganz und gar nicht folgen, daß irgend etwas von Zeitbestimmung oder Sukzession in der Vorstellung der Zahl enthalten sei. Vielmehr fordert die Zahl die vollkommenste Simultanität und löscht die Sukzession des Durchzählens, wodurch man bis zu ihr gelangt sein mag, gänzlich aus. Die Zahl hat mit der Zeit nichts mehr gemein als hundert andere Vorstellungen, die auch nur allmählich konnten erzeugt werden.“

V. v. Volkmann: „Die Vorstellung der Zahl ist bedingt: 1. durch das Gegebensein einer Reihe, deren Glieder qualitativ gleich sind oder als gleich gedacht werden; 2. durch das Hervortreten und Festgehaltenwerden der Vorstellung eines einzelnen Gliedes; 3. durch die Abmessung der Reihe mittelst des festgehaltenen Reihengliedes; 4. durch die Zusammenfassung der Messungen in ein Ganzes.“

F. A. Lange führt die Entstehung des Zahlenbegriffes auf die räumliche Anschauung, Vogt auf die zeitlichen Auffassungen zurück.

Kants Definition des Zahlbegriffes lautet: „Das reine Schema der Größe als eines Begriffs des Verstandes ist die Zahl, welche eine Vorstellung ist, die die sukzessive Addition von Einem zu Einem (gleichartigen) zusammenfaßt. Also ist die Zahl nichts anderes als die Einheit der Synthese des Mannigfaltigen einer gleichartigen Anschauung überhaupt, dadurch, daß ich die Zeit selbst in der Apprehension der Anschauung erzeuge.“

Den eben angeführten, der Schwarzschen Arbeit entnommenen

Definitionen über den Zahlbegriff möchte ich noch einige andere anfügen. So ist nach Pestalozzi das Wesen der Zahl ein Element der Anschauung, genauer das Mehr und Minder in allen Anschauungen. Der Nachdruck liegt hierbei auf dem Begriff des Verhältnisses, Zahl ist für ihn eine Verhältnisvorstellung (Verhältnisbegriff), durch welche das Verhältnis einer Vielheit (das Mehr oder Minder) zur Einheit ausgedrückt wird, oder mittels dessen jede einzelne Zahl als eine bestimmte Vielheit der Einheit dargestellt wird. Bergson gibt in seiner Abhandlung über Zeit und Freiheit eine Erklärung des Begriffes der Zahl: Man definiert die Zahl im allgemeinen als eine Kollektion von Einheiten oder präziser ausgedrückt, als die Synthese des Einen und des Vielen. Jede Zahl ist nämlich eine Einheit, da man sie sich durch einen einfachen Intuitionsakt des Geistes vorstellt und ihr einen Namen gibt; doch diese Einheit ist die einer Summe, sie umfaßt eine Mannigfaltigkeit von Teilen, die sich getrennt betrachten lassen.“ Bergson geht aber dann weiter und zeigt, daß jede klare Zahlvorstellung ein Sehen im Raume einschließt. Unwillkürlich haftet jeder der von uns gezählten Momente an einem räumlichen Punkt und unter diesen Bedingungen allein bilden diese Einheiten eine Summe. Gewiß ist es möglich, die sukzessiven Momente der Zeit unabhängig vom Raum zu denken; wenn man aber dem aktuellen Zeitpunkt die vorangegangenen hinzufügt, wie es geschieht, wenn Einheiten addiert werden, so operiert man nicht mit diesem Zeitpunkt als solchen, sind sie doch auf immer dahingegangen, sondern vielmehr mit der dauernden Spur, die sie uns im Raum auf ihrem Weg durch ihn zurückgelassen zu haben scheinen. Und an einer anderen Stelle sagt Bergson: „Würden wir nicht die Zahl bereits im Raume lokalisieren, so gelänge es ihr jedenfalls nicht, sie dahin zu schaffen. Wir müssen uns also von Anfang an die Zahl durch eine Nebeneinanderreihung im Raume vorgestellt haben.“

Noch weiter und inhaltsreicher scheint mir die Definition des Zahlbegriffes zu sein, die Wertheimer in seiner oben mehrfach zitierten Arbeit gibt. Hier kommt vor allen Dingen am deutlichsten heraus, daß jede Zahl ein Funktionsbegriff ist, der reichhaltiger oder ärmer sein kann. So wird sich z. B. für einen Ingenieur, der gewohnt ist, mit dem Rechenschieber zu arbeiten, mit dem Zahlbegriff auch der logarithmische Wert verbinden. Oder ein Beispiel, das Wertheimer anführt: „Es ist eine der wichtigsten Künste im Rechnen in einen Haufen, in eine Gruppe kleinere hineinschauen zu können. Im kaufmännischen Rechnen kommt es oft besonders darauf an, eine Zahl

möglichst praktisch in diesem Sinne anfassen zu können, z. B. in Ergänzung zu bequemen, runden Zahlen einerseits, in verschiedener Faktorenzerlegung andererseits. Diese Fähigkeit ist bei manchen Rechnern besonders ausgebildet. Und so kommt er dann zu der Definition: „Es ist nicht so, daß alles sinnvolle Zählen nur in der Hinzufügung in einer 1 mehr besteht, wie der viel benutzte lockische Satz besagt. Prädeterminationen, Einheitsfassungen und Gliederungen der besprochenen Art kommt bei dem Zählen eine Hauptrolle zu. Der Begriff der Einheit zusammen mit dem wiederholten Begriff des plus 1 liefert in Wirklichkeit durchaus nicht die Zahlbegriffe. Jemand mag nach diesem Prinzip sehr weit zählen können und dennoch keinen Begriff haben von den Zahlen, die er da zählt. Weiß man nichts als: Diese Zahl ist nun 1 mehr als die vorhergehende und diese wieder 1 mehr als die vorhergehende und so fort, so ist damit irgendein Begriff der wirklichen Anzahl nicht gegeben. Es muß erst ein, wenn auch recht approximatives Haufengebilde oder Mengenbewußtsein von der Menge der schon zugefügten plus 1, plus 1 und . . . eintreten; ich muß eine ungefähre Vorstellung haben, wie weit die betreffende Zahl von der Zahl 1 oder den kleinen Anzahlen entfernt ist, oder besser ich weiß, wie die betreffende Zahl zu bestimmten ausgezeichneten, gekannten Mengen, Anzahlen liegt. Am besten ich kann die Zahl in bekannte ausgezeichnete Mengen (Anzahlen) eingliedern, oder sie selbst in solche teilen. Ohne gebildemäßige Mengenfassung oder Bereitschaft solcher quasi örtlicher Bestimmtheiten, wenn auch ganz approximativer Art ist kein sinnvoller Begriff von der Anzahl vorhanden.“

Der Zahlbegriff ist also ein sehr inhaltsreicher. Wenn wir die Zahl 6580 hören oder vor uns sehen, so ordnen wir sie in die ganze Zahlenreihe ein, sehen, ob wir es mit einer Primzahl oder einer teilbaren Zahl zu tun haben, konstatieren, daß es eine ganze positive Zahl ist, daß sie durch 10 teilbar, und es wird Menschen geben, bei denen der Zwang besteht, jede Zahl auf ihre Teilbarkeit 3, 7 oder 11 zu untersuchen, die auch an dieser Zahl diese Prozesse vornehmen. Soweit wäre der Zahlbegriff durch die gegebene Definition erfaßt. Dagegen bleibt noch eine weitere begriffliche Bestimmung übrig. Es ist das die Frage, gehört zum Begriff der Zahl 6580 auch der Vorstellungskreis, der sich mit der Schreibung der Zahl 6580 beschäftigt, also daß wir wissen, an welcher Stelle jede Ziffer zu setzen ist, daß wir ferner wissen, daß 6580 durch 4 Ziffern zu schreiben ist, daß wir nicht etwa schreiben 6000, 500, 80. Gewiß können wir den Zahlbegriff

haben, ohne die Möglichkeit zu besitzen, Zahlen schreiben zu können. Es ist ja nur daran zu erinnern, daß bis zum 15. Jahrhundert der größte Teil der Menschen Europas noch in römischen Ziffern geschrieben hat. Allerdings ist das kein stichhaltiger Einwand, denn der Zahlbegriff, wie er in früheren Jahrhunderten bestanden hat, hat sich noch immer erweitert. Wie lange ist es her, daß wir Dezimalbrüche kennen, und ebenso ist der Begriff der negativen Zahl noch nicht sehr alt.

Ebensowenig, wie wir aber zur Sprache das Schreiben und Lesen rechnen, so können wir auch nicht die Art Zahlen zu schreiben, zum Zahlbegriff rechnen. Hier scheint es sich vielmehr um einen gesonderten Begriff, den Ziffernbegriff zu handeln. Um uns über diese Frage Klarheit zu verschaffen, müssen wir uns darüber verständigen, was denn eine Ziffer ist. Wenn wir eine Zahl in Buchstaben ausschreiben, etwa Eintausendfünfhundert, so stellt das für uns genau so ein Wort dar, wie jedes andere und ist nur für den verständlich, der die deutsche Sprache beherrscht. Ganz anders ist es aber, wenn ich diese Eintausendfünfhundert in Ziffern ausdrücke. Ich habe anstelle des Wortes Symbole gewählt, die für jeden Europäer verständlich sind. Diese Symbole entsprechen ungefähr den Bildersprachen der Ägypter, und jedes Volk ist bis jetzt dazu gekommen, sobald es zu rechnen versuchte, an die Stelle der Zahlworte bestimmte Zeichen und Bilder zu setzen. Dieses Symbol hat natürlich nur dann seine Bedeutung, wenn wir damit ein Wort oder eine Vorstellung verbinden, denn sonst bleibt es für uns ein Rätsel, wie die Ziffern der Keilschrift, bis man ihre Bedeutung gefunden hatte. Zu den Ziffersymbolen gehört also das geschriebene und gesprochene Zahlwort. Damit hätten wir einen Komplex von Vorstellungen, der als Ziffernbegriff zu erfassen wäre. Für die Menschen, die mit lateinischen Ziffern schrieben, war er damit erschöpft. Wollte ein Römer 1526 schreiben, so schrieb er MCCCCXXVI. Ganz anders liegen die Dinge bei uns. Hier ist der Begriff reichhaltiger geworden. Wir haben von den Indern das Positionssystem übernommen. Wir haben nur Symbole von 1 bis 9 und die 0, und wissen, daß die Ziffern je nach ihrer Stellung eine verschiedene Bedeutung haben. Also verbinden wir, wenn wir das Zahlwort Eintausendfünfhundertsechszwanzig hören, sofort die Vorstellung damit, daß wir es mit einer vierstelligen Zahl zu tun haben, bei der die Eins von links nach rechts an erster Stelle steht, dem eine Fünf folgt, dann eine Zwei und eine Sechs. Bei uns Deutschen kompliziert sich dieser Ziffernbegriff noch erheblich dadurch, daß bei uns die Zahlworte zwischen Zehn und Hundert, bei

Zufügung der Einer nicht so ausgesprochen werden, wie das Positionssystem es erwartet, und wie es die meisten Völker tun, also Zwanzig und Eins, Zwanzig und Zwei, sondern Einundzwanzig, Zweiundzwanzig usw. Es zeigt sich also hier meines Erachtens nach noch deutlicher, daß wir es mit einem besonderen Begriff zu tun haben, dem Ziffernbegriff. Derartige Unstimmigkeiten finden wir bei allen Völkern, so bei den Italienern, ihr undeci, duodeci, tredici, bei den Franzosen ihr soixant-dix, quatre vingt und quatre vingt-dix. Meines Erachtens ist das Verhältnis zwischen Ziffernbegriff und Zahlbegriff gleichzusetzen dem Verhältnis von Wortbegriff und Objektbegriff.

Untersuchungsmethodik des Rechnens.

Um mir ein Bild zu verschaffen über die Art und Ausdehnung der Rechenstörung bei den Gehirnverletzten, habe ich ein bestimmtes Untersuchungsschema angewandt. Zuerst findet eine Inventaraufnahme des gesamten Zähl- und Rechenbesitzstandes statt. Jeder muß zuerst zählen und das Einmaleins mit der Zwei oder Fünf aufsagen. Es handelt sich dabei um einfaches Reihensprechen, das durchaus nichts mit dem Ziffern-, Zahlen- und Rechenverständnis zu tun hat. Wie mechanisch dieser Vorgang ist, sieht man häufig daran, daß Patienten wohl bis zwanzig zählen können, nicht aber mehr die Reihenfolge des Abc beherrschen. Das Zählen von eins bis hundert gehört zu den festesten und sichersten Beständen unseres Gedächtnisses. Danach mußten die Patienten bestimmte Zahlen lesen, nachsprechen, kopieren und nach Diktat aufschreiben, und zwar wurden immer Zahlen aus der Zahlenreihe ein bis zehn Millionen gewählt. Dem folgt dann eine Anzahl Rechenaufgaben aus den vier Spezies, die dem Sommerschen Schema entstammen. Die Lösung der Aufgaben wird notiert und ebenso die dazu verwandte Zeit, die mit einer Fünftelsekunden-Stoppuhr gemessen wird, wie überhaupt alle meßbaren Aufgaben mit der Stoppuhr gemessen wurden.

Um nun die aufgedeckten Störungen näher zu analysieren, werden eine Anzahl Versuche gemacht, die die Merkfähigkeit sowohl für Worte wie für Zahlen feststellen soll. Es werden einmal fünf Worte, das zweitemal sechs Worte genannt, die die Patienten behalten sollen. Dem gegenüber werden den Patienten fünf-, sechs-, sieben-, achtstellige Ziffern genannt, in Gruppen zu je drei, die sie wiederholen sollen. Ferner werden ihnen optisch Ziffern, die auf Holztäfelchen sich befinden, geboten, die sie eine bis drei Sekunden betrachten und dann wiederholen

müssen. Endlich wird ihnen ein Ziffernkarree, welches neun Ziffern in drei Reihen angeordnet enthält, vorgelegt, das sie eine Minute lang betrachten müssen, ohne dabei die Zahlen leise zu sprechen, um sie sich einzuprägen. Ich habe zu dem Zweck ihnen anbefohlen, die Zunge gegen den Gaumen zu legen. Es genügt das jedoch nicht immer, da die Patienten der Aufforderung, die Zunge an den Gaumen zu legen, nicht nachkommen. In solchen Fällen lasse ich dann das Wort Rhabarber immer wiederholen. Es hat aber auch das seinen Nachteil insofern, als Menschen, bei denen die Konzentrationsfähigkeit gestört ist, selbst die mechanische Wiederholung des Wortes Rhabarber nicht zugleich mit dem Merken der Zahl vereinigen können. Meistens gehört dazu noch eine besondere Übung. Die Betrachtung des Ziffernkarrees ist ein guter Prüfstein zur Feststellung des visuellen Typus, besonders wenn man sich noch die Ziffern in den Diagonalen aufsagen läßt. Bei nicht Geübten ist das nur möglich, wenn sie die Ziffern sich optisch vorstellen können und wenn sie die Ziffern gewissermaßen abzulesen vermögen. Um die Konzentrationsfähigkeit zu prüfen, habe ich die Leute das sogenannte Bummispiel ausführen lassen. Es besteht das darin, daß sie von eins bis fünfzig zählen und jedesmal statt sieben oder statt eine Zahl zu sagen, in der sieben oder ein Multiplum von sieben vorkommt, auf den Tisch klopfen und Bumm rufen. Ferner gebe ich ihnen zehn Zeilen eine kleinen Erzählung, aus denen sie alle r und l unterstreichen müssen, und in einem anderen Stück alle großen Buchstaben (Bourdon-Probe). Diese beiden Prüfungen geben ein gutes Bild für die Störungen der Konzentrationsfähigkeit, die ja beim Rechnen für die richtige Lösung der Aufgabe nicht gestört sein darf. Um mich nun endlich zu überzeugen, wie weit die optische Vorstellung von Zahlen und geometrischen Gebilden intakt ist, stelle ich gewisse Fragen: Welche Zahlen von eins bis zehn nur aus geraden Strichen, welche Zahlen aus einem oder mehreren Kreisen bestehen. Was ist ein Quadrat? Welches Gebilde entsteht, wenn ich von einem Rechteck ein, zwei, drei, vier Ecken abschneide? Dieser Frage geht sehr häufig die Aufgabe voraus, mir ein Kreuz, einen Kreis, ein Dreieck und ein Viereck aufzuzeichnen. Schließlich stelle ich an die Patienten die Anforderung, sich einen Würfel oder ein Stück Zucker vorzustellen und mir zu sagen, wieviel Ecken, Flächen und Kanten diese Gebilde haben. Dem kann sich auch noch die Frage nach den Formen der Kegelschnitte anschließen, ebenso wie einige ganz schwierige Anforderungen an das optische Vorstellungsvermögen: Was stellt eine Drei dar, dessen vordere

beide Öffnungen durch eine senkrechte Linie geschlossen wird; oder welcher große lateinische Buchstabe entsteht, wenn ich bei einem großen H den Mittelstrich ausradiere und die beiden senkrechten durch einen Strich von links oben nach rechts unten verbinde, oder aber welche Zahlworte in der Reihe von eins bis zehn fangen mit denselben Buchstaben an? Während sechs und sieben von dem akustischen Typus sofort benannt werden, wird zwei und zehn als mit demselben Anfangsbuchstaben anfangend nur von Visuellen richtig erkannt.

Ich glaube, daß auf diese Weise die Rechenfähigkeit eines Patienten ziemlich gut analysiert wird, wenn auch noch bestimmte Fragen genauer studiert werden müssen: besonders die Frage, ob die Merkfähigkeit nur für Zahlen oder im allgemeinen gestört ist; ebenso die zweite Frage, ob die häufig zu beobachtende Verlangsamung darauf zurückzuführen ist, daß der Sinn der gestellten Aufgabe nur schwer erfaßt wird, oder aber, ob der innere assoziative Rechenmechanismus gestört ist. Diese beiden Punkte bedürfen noch einer genaueren Prüfung.

Zum Schluß möchte ich noch, ehe ich nun das Material mitteile, darauf hinweisen, daß ich Fälle, in denen nur die sprachliche Komponente, die Unfähigkeit, die Zahlworte auszusprechen, unberücksichtigt gelassen habe. Es kam mir nur darauf an, die Störungen des Rechnens, des Ziffern- und Zahlenbegriffes bei Hinterhauptschüssen zu untersuchen.

I. Hinterhauptschüsse mit rechtseitiger Hemianopsie.

Pat. Sch. wurde am 20. XI. 1916 verwundet und zeigte außer einer vollkommenen Sprachstörung nur eine leichte Fazialisschwäche und eine Erweiterung der rechten Pupille. Ende Dezember wird festgestellt, daß er seinen Namen sagen, auf Aufforderung die Zunge zeigen und die Hand geben kann. Er kam dann nach Berlin in ein Lazarett. Dort wurde konstatiert, daß er einzelne Worte undeutlich und paraphasisch nachsprach, daß er aber Gegenstände erkennen konnte, Worte wurden aus der Erinnerung nicht gefunden. Einfache Befehle wurden richtig ausgeführt, komplizierte nicht.

Am 24. III. 1917 wurde er in die Schule für Gehirnverletzte aufgenommen. Es wurde eine rechtsseitige Hemianopsie konstatiert, auch Nachsprechen gelang nicht. Spontan konnte er nur seinen Namen schreiben, nach Diktat konnte er nichts schreiben, beim Abschreiben malte er jeden einzelnen Buchstaben ab. Zahlen kann er schreiben, doch kann er sie nicht lesen. Für Geschriebenes und Gedrucktes besteht eine vollkommene Alexie. Im großen und ganzen werden Befehle richtig verstanden, doch kommt es hin und wieder vor, daß ein Befehl nicht erfaßt wird.

Die Alexie bessert sich im Verlaufe des Unterrichts, allmählich lernt

er auch nach Diktat schreiben, aber spontan kann er nicht schreiben, ebensowenig wie er spontan sprechen kann. Nur hin und wieder kommen einzelne Worte oder Satzbruchteile heraus, z. B. ne, das kann ich nicht (fehlt sagen). Es besteht eine ausgesprochene amnestische Aphasie.

Rechenstörung. Pat. zählt, nachdem man ihn zuerst an den Fingern bis 50 hat zählen lassen, ohne Nachhilfe. $3 + 3$ kann er nicht rechnen, ebenso nicht $1 + 2$. Dagegen gelingt es an den Fingern, $2 + 2 = 4$ zu rechnen; danach vermag er auch $2 \times 2 = 4$ zu rechnen. Doch liegt die Möglichkeit vor, daß hier die Aufgabe nicht richtig verstanden wurde und eine Perseveration von $2 + 2 = 4$ vorlag.

Am 6. VI. Pat. rechnet mit Hilfe der Finger $2 + 2 = 4$, $2 + 3 = 5$, $3 + 2 = 5$, $1 + 3$ zuerst 5, dann 4. Multiplizieren gelingt nicht, auch nicht 2×3 . Dabei haftet er immer an $2 + 3$. Auch das Erwecken der Reihe 1×2 , 2×2 , 3×2 gelingt nicht.

Am 10. VI. Pat. vermag das Einmaleins mit der 5 aufzusagen unter Zuhilfenahme der Hände, indem die eine oder beide Hände so oft bewegt werden, bis das Resultat erreicht ist.

Es gelingt auch ihn jetzt in der Weise zählen zu lassen, daß er von 20 rückwärts unter Überspringen je einer Zahl zählt und vorwärts bis zu 30, indem er je 2 Zahlen überspringt.

Zahlenlesen gelingt. Er kann zwei- und dreistellige Zahlen lesen, vierstellige Zahlen vermag er, sobald man ihn auf das Wort „tausend“ gebracht hat, ebenfalls zu reproduzieren.

Rechnen an Fingern. $3 + 5$, $10 + 5$, $7 + 3$ gelingt.

Zahlen lesen:

Von 1—20 geht fließend, ebenso rückwärts. Das Überspringen von je einer Zahl geht ebenfalls gut.

6 liest er richtig

8 +

1 +

28 +

59 liest 58

100 +

138 liest 130, dann 138

112 +

170 +

1390 liest 100, dann 300, verbessert sich 1390

1134 +

1000 +

1457 stockt sehr

1517 +.

Das einzige Resultat seines schriftlichen Rechnens ist folgendes:

$$1 \times 4 = 4$$

$$1 \times 5 = 5$$

$$1 \times 6 = 6$$

$$2 \times 4 = 8$$

$$2 \times 5 = 10$$

$$2 \times 6 = 12$$

$$3 \times 4 = 12$$

$$3 \times 5 = 20$$

$$3 \times 6 = 18$$

$$4 \times 4 = 16$$

$$5 \times 5 = 25$$

$$4 \times 6 = 24$$

$$5 \times 4 = 20$$

$$6 \times 5 = 30$$

$$5 \times 6 = 30$$

$6 \times 4 = 24$	$7 \times 5 = 35$	$6 \times 6 = 36$
$7 \times 4 = 28$	$8 \times 5 = 40$	$7 \times 6 = 42$
$8 \times 4 = 32$	$9 \times 5 = 45$	$8 \times 6 = 48$
$9 \times 4 = 36$	$10 \times 5 = 50$	$9 \times 6 = 54$
$10 \times 4 = 40$		$10 \times 6 = 60.$

Pat. zeigt verschiedene Störungen des optischen Gedächtnisses: So vermochte er ein Dreieck und ein Viereck nicht aufzuzeichnen, auch nicht ein Kreuz; dagegen auf die Aufforderung, ein eisernes Kreuz zu zeichnen, malte er ein einfaches Kreuz hin. Einen Kreis konnte er zeichnen. Er erkannte ein aufgezeichnetes Kreuz, auch ein Viereck. Ebenso wurden Gegenstände und Abbildungen von Gegenständen richtig erkannt. Endlich fand sich bei ihm eine Farbenstörung, die sich auf blau, grün und gelb erstreckte, während er schwarz, weiß und rot sowohl in der Erinnerung hatte, wie auch dann richtig erkannte, wenn man ihm die Farben zeigte.

Die Röntgenuntersuchung ergab einen handteller großen Defekt, zirka vier Querfinger oberhalb des Warzenfortsatzes auf der linken Schädelseite. Von diesem Defekt aus gehen nach mehreren Seiten Sprünge und Risse im Knochen.

Ich habe diesen Fall schon vorgestellt, indem ich es damals offen ließ, ob es sich um einen Fall von transkortikaler Aphasie oder amnestischer Aphasie handelt. Der Mann hatte anfangs eine sensorische Aphasie. Allmählich trat aber ein fast vollkommenes Sprachverständnis ein. Was nun die Rechenstörung bei Sch. anbetrifft, so war sie nicht durch die Aphasie bedingt. Er konnte alle Zahlworte aussprechen; denn das Lesen der Zahlen gelang bis zu den Tausendern. Gerade dieser Fall zeigte die Eigentümlichkeit, worauf ich schon in der Einleitung aufmerksam gemacht hatte und die schon von den verschiedensten anderen Autoren, so auch von Bonhöffer, konstatiert worden ist, daß bei vorhandener Alexie das Zahlenlesen nicht gestört ist. Ich habe es weiter oben darauf zurückzuführen versucht, daß das Zahlenlesen und -schreiben eine Fähigkeit ist, die viel später erworben worden ist, als das Lesen und Schreiben von Worten. Während er nur imstande war, einsilbige Worte nachzusprechen, bei zwei- und mehrsilbigen Worten aber paraphrasische Störungen auftraten, konnten ähnliche Störungen bei den Zahlworten nicht festgestellt werden. Er war imstande, bis 50 zu zählen, und nachdem er es einmal geübt hatte, konnte er es ohne Nachhilfe auch ohne an den Fingern zu zählen ausführen. Ebenso gelang es ihm, rückwärts zu zählen und vorwärts und rückwärts unter Überspringen einer oder sogar zweier Zahlen zu zählen. Während also anfangs genau so wie für Geschriebenes und Gedrucktes auch für Zahlen eine Alexie bestand, schwindet diese sehr bald und er ist imstande, wenigstens in Form des Reihensprechens zu zählen. Ein

ähnliches Verhältnis besteht zwischen der amnestischen Aphasie bei ihm und seiner Fähigkeit, vierstellige Zahlen richtig auszusprechen. Das eigentliche Rechnen war aber im höchsten Grade bei ihm gestört. Er konnte nur mit Hilfe der Finger rechnen, und zwar waren die schwierigsten Aufgaben, die er ausführen konnte, $10 + 5$ und $7 - 3$. Darüber hinaus kam er nicht. Multiplikationen konnte er nicht ausführen. Das einzige Mal, wo es scheinbar gelang, hat es sich wohl um eine Perseveration gehandelt. Erst sehr viel später glückte es ihm, das Einmaleins mit der 5 aufzusagen; doch ebenfalls hier nur mit Hilfe der Hände, endlich auch das Einmaleins mit der 4 und der 6; doch nur in der Weise, daß er es aufschrieb und es wie ein kleiner Junge wieder lernte. Er hatte also nicht nur das Einmaleins, das ja im wesentlichen eine Gedächtnisleistung ist, vergessen, sondern konnte auch nicht mehr im umfangreicheren Maße addieren oder subtrahieren. Nur wenn es ihm anschaulich an den Fingern demonstriert wurde wie bei kleinen Kindern, gelang das Addieren und Subtrahieren in einem Umfange bis zu 15; also erst die Zuhilfenahme einer optischen Komponente ermöglichte ein geringes Rechnen. Es bestand aber auch bei ihm eine Störung des optischen Formengedächtnisses. So konnte er aus dem Kopfe ein Dreieck und Viereck nicht aufzeichnen, auch nicht ein Kreuz. Erst als man ihn aufforderte, ein eisernes Kreuz zu zeichnen, malte er ein einfaches Kreuz hin. Ein wirkliches eisernes Kreuz vermochte er, trotzdem er es selbst besaß, nicht hinzuzzeichnen. Endlich fand sich bei ihm eine psychische Farbenschwäche. Das Wesentlichste also bei ihm ist neben der aphasischen Störung eine schwere Störung seines optischen Gedächtnisses.

Pat. D. wurde am 10. X. 1916 verwundet und will angeblich 14 Tage bewußtlos gewesen sein. Pat. hat keine Erinnerung an die Tage vor der Verwundung, weiß auch nicht, wann er wieder zur Besinnung gekommen ist. Pat. konnte nicht sprechen, die rechte Seite war gelähmt.

Aufnahmebefund:

1,69 cm groß, kräftig gebaut, gute Muskulatur, Haut und Schleimhäute von normaler Farbe. Herz, Lunge, Urin: o. B., auch die übrigen Organe ohne Befund.

Gang: Der rechte Fuß wird noch leicht ungeschickt aufgesetzt, sonst keine Besonderheiten. Sehnenphänomene beiderseits lebhaft, am rechten Fuße leicht erschöpfbarer Fußklonus. r. Babinski plus. Kremasterreflex vorhanden. Bauchdeckenreflex fehlt der rechte untere. Die Sehnenphänomene am rechten Arm sind gesteigert. Grobe Kraft im rechten Arm und Bein herabgesetzt: In der rechten Hand besteht eine leichte Störung der Tiefensensibilität und eine stereognostische Störung.

Nadelstiche werden am rechten Bein bis zum Knie nicht wahrgenommen, ebenso im rechten Arm und in der rechten Hand bis zum Ellbogen, es werden Berührungen in der angegebenen Zone nicht empfunden. Keine Ataxie. VII und XII links normal, rechts bleibt der Nervus VII bei Bewegungen etwas zurück. Es besteht eine ausgesprochene rechtsseitige Hemianopsie. Spontan schreibt er nur seinen Namen, Geburtstag, Geburtsort und vom ABC drei Buchstaben. Nach Diktat gelingen einzelne Buchstaben. Kopieren kann er.

Rechnen: $2 + 3 = 5$, $2 \times 5 = 10$, 3×6 und 3×3 kann er nicht, auch 4×5 geht nicht. Reihensprechen, Zählen bis 20, nur 1, 2, 3, 6, 8; $5 + 20$ zeigt er richtig, für 13 zeigt er 14 mit den Fingern. 5×5 kann er nicht rechnen. Unfähigkeit zu lesen. Er versteht auch Gesprochenes nicht vollkommen.

Pat. kann Gegenstände, die vor ihm ausgebreitet liegen, auf Anforderung zeigen und richtig gebrauchen. Spontansprache fehlt bis auf einzelne Worte.

Nachsprechen: Zunge, Ohr — spricht Hohn, Nase, Daumen spricht Dunge, statt Friede — Schiwa. Zahlen kann er nachsprechen. Kopieren geht, wenn auch langsam und schwierig. Diktat geht nicht, ebenso fehlt spontanes Schreiben.

5. III. 1917. Pat. rechnet $2 \times 2 = 4$, $3 \times 3 = (6) 9$; 4×5 kann er nicht. Dagegen rechnet er aus, wieviel 4 Hände Finger haben, gibt dieses Zahlwort zuerst mit 30 an, drückt aber sofort aus, daß das Wort nicht richtig ist, und gibt auf Befragen, ob es 30, 15 oder 20 ist, ein Zeichen, daß es 20 ist. 3×5 kann er nicht ausrechnen. Zählen an den Fingern gelingt bis zu 25, dann kommt er aber in Schwierigkeit, bei 26 gelingt das Weiterzählen nicht mehr, unmittelbar danach gelingt das Aus-dem-Kopfe-Zählen bis 16, bleibt dann aber stecken und es bildet sich ein Mischwort zwischen 17 und 20. — Gefragt, was er beim Urlaub gemacht habe, sagt er: „Ich kann nicht sählen“, meint erzählen. Auf die Frage, ob er mit seiner Frau spazieren gewesen ist, gibt er einfach das Wort „kalt“ an; Anflug von Zwangslachen.

Buchstaben- und Formenversuch. Einzelne Buchstaben kann Pat. nicht lesen und auch nicht herausfinden mit Ausnahme des „A“, das er immer wiederfindet. Zusammengesetzte Worte kann er nicht lesen. In zwei Fällen „Wasser“ und „Engel“ gibt er bei Befragen unter etwa sechs Bezeichnungen die richtige an. Bei „Tür“ und Wand erkennt er die Worte nicht; hat sie sicher nicht gelesen, denn er kann im Zimmer die Gegenstände nicht zeigen. Aufgezeichnete Formen kann er richtig zueinanderordnen; ebenso gleiche Buchstaben herausfinden (A, K, G, E). Er kann aber die Buchstaben nicht lesen.

10. IV. 1917. Pat. hat eine rechtsseitige Hemianopsie (Fig. 1). Kleine Aufträge versteht er und führt sie auch aus. Dagegen gibt er selbst an, daß er komplizierte Aufträge nicht versteht. Einzelne Worte scheint er lesen zu können, so z. B. Berlin, von der an der Wand hängenden Karte: „Stundenplan“, ebenso „Zeitung“.

Es handelt sich immer um sehr großgedruckte Worte. Zahlen kann er nicht lesen.

Pat. wird nach dem Worte „Tisch“ gefragt. Er sagt, daß er nicht wisse, was der Gegenstand bedeute. Eine Mütze zeigt er, wozu sie dient, sagt aber, gefragt, was es ist: „Weiß ich nicht.“

Die Zahlenreihe 1—20 kann er aufsagen, das ABC dagegen nicht. Beim Aufsagen der Zahlenreihe sowie des ABC von seiten des Arztes entdeckt er jeden Fehler.

Pat. kann nicht spontan schreiben, kann auch nicht nach Diktat schreiben, nur einzelne Buchstaben. Lesen kann er nicht, erkennt aber einzelne Buchstaben wieder. Nachsprechen gelingt, aber undeutlich, verwaschen und dysarthrisch.

12. VII. 1917. Spontane Sprache bis auf einzelne Sätze nicht möglich, gibt an, daß er aber die Namen für die ihm gezeigten Gegenstände weiß. Bei der gestrigen Untersuchung wußte er, aus wieviel Buchstaben sich die Bezeichnungen der einzelnen Gegenstände zusammensetzten. Heute weiß er aber es nicht bei den gezeigten Gegenständen und gibt konstant an, sie bestehen aus einem Buchstaben. Es ergibt sich aber der Irrtum, daß er anstatt Buchstaben „Silben“ meint. Bei „Mütze“ gibt er dann richtig 5 Buchstaben an. Für Tisch sagt er Stuhl, korrigiert sich aber nachher richtig: 1 Silbe und 5 Buchstaben.

Pat. zeigt beim Farbenzeigen anfangs dreimal richtig, dann zeigt er für rot — blau, für grün — gelb; weiß zeigt er richtig. Lila zeigt er richtig; für blau zeigt er rot, für gelb — weiß; hat aber auch ein richtiges Farbmuster gesetzt. Heraussuchen von Farben: Für Rot sucht er Blau heraus, für Blau sucht er Grün heraus. Für Grün gibt er plötzlich an, daß die für Blau herausgesuchte Farbe grün sei. Für Blau sucht er dann Rot heraus.

Schrank kann er richtig sagen, gefragt, was es denn ist, sagt er: „Was zum Reinlegen“, kann auch „Schrank“ nicht buchstabieren. „Landkarte“ kann er nicht sagen, fängt aber zu buchstabieren an: L — a — n; den Buchstaben, der nachher folgt, weiß er nicht, kann ihn auch nicht aus l, f, d, k herausfinden. Vorgesagt: Ist es eine Ofen? Nein. Ein Telefon? Nein. Eine Landkarte? Ja.

6. XI. 1917. Zahlen lesen: 28, 258, 1258, kann heute das Wort Tausend gut aussprechen, 8258, 15 258, 17 885, nachdem er sich die letzten Zahlen in zwei Teile geteilt hat; eine sechsstellige Zahl teilt er in zweimal drei Teile, 217 885 erklärt sie so teilen zu müssen, da sein Gesichtsfeld für eine so lange Zahl nicht ausreicht, so liest er erst die drei ersten Zahlen, sagte dann tausend und dann die drei letzten. 5 125 872, kommt nicht auf das Wort Million, kennt es auch nicht, als man es ihm sagt.

Zahlen merken (akustisch): 533, sagt statt 5 erst immer 8, dann langsam 5 — 3 — 3, 6 592, sagt erst 3, dann 6, dann 5, kann schließlich nichts mehr sagen, da er alles vergessen hat, 2 — 8, 5 — 4, 3 — 8, 1 — 9 — 3, wiederholt nur 1 — 3.

Zahlen merken (optisch): 265 (3''), wiederholt nur 2 — 5, 65 +, 78 + (9'), 65 (1'') +, 7 — 6 — 2 (3''), 3 — 0 — 5 (2''), wiederholt 2 — 0; 8 — 5 — 3

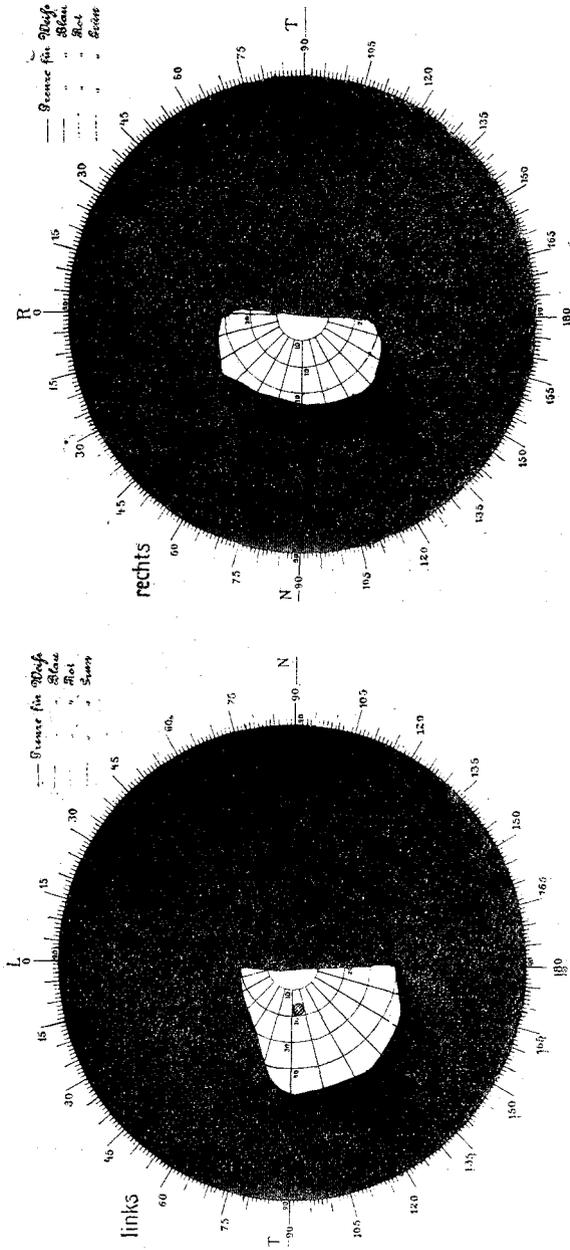


Fig. 1.

(3''), wiederholt $8 - 5 - 2$, $6 - 7 - 0 - 5$ (4''), wiederholt $6 - 7 - 0 - 6 - 3 - 8 - 5$ (5''), wiederholt $6 - 3 - 7$.

Lesen von Zahlen: 17 152. Gibt an, das Wort (tausend) nicht herauszubekommen, soll 10 000 sagen: sagt 10 und dann 100, er weiß, daß er das Wort 1000 nicht sagen kann. Million sagt er sofort. Es wird eine sechsstellige Zahl hingelegt, er weiß, daß es nicht Million ist, nachdem eine Stelle zugesetzt ist, sagt er, das ist Million, aber nicht eine, sondern mehr, das sind 9 Million.

$$3 \times 5 = 15 \text{ mom.}$$

$$2 \times 6 = 12 \text{ ,,}$$

$$5 \times 8 = \text{fragt: } 4 \times 8?, \text{ nach Wiederholung 40.}$$

$7 \times 9 =$ fragt: 2×9 , dann 3×9 , sagt 43, soll aus vorliegenden Zahlen die Zahlen des Ergebnisses herausuchen, legte 63 zusammen.

$4 \times 8 =$ sagt 2×8 , will die Aufgabe sehen. Nachdem dies geschehen, kann er das Resultat sofort angeben.

$$3 \times 9 = 27 \text{ mom.}$$

$$5 \times 7 = \text{fragt: } 3 \times 7, \text{ nach Wiederholung sofort 35.}$$

$9 \times 8 =$ die Aufgabe muß wiederholt werden, er dreht sie um $8 \times 9 = 72$.

$$6 \times 8 = \text{sagt } 4 \times 8, \text{ nach Wiederholung der Aufgabe 48.}$$

$$7 \times 11 = \text{sagt 4, 11, nach Wiederholung der Aufgabe 77.}$$

Bei einer Anzahl von Aufgaben will er die Zahlen sehen.

$7 \times 13 = 39$ — kann die Aufgabe nicht behalten, muß sie sehen, sagt 97, sucht aber aus vorliegenden Zahlen richtig 91 heraus.

Er wußte, daß es 91 war, konnte es nur nicht aussprechen.

918 soll er ansehen. Nachdem die Zahl verdeckt ist, sagt er 728.

15. X. 7×9 muß oft wiederholt werden, ehe er die Aufgabe richtig nachspricht = 63.

$5 \times 7 = 35$, will zuerst 7×5 sagen, nach Wiederholung spricht er 5×7 .

$$6 \times 4 = 24, \text{ sagt 4, nee 8, endlich } 6 \times 4.$$

$8 \times 9 = 81$ — wiederholt die Aufgabe nicht. Nach dreimaligem Vorsprechen ist nach einer Minute kein Resultat erzielt (akustisch).

$8 \times 9 =$ op., sagt 71, soll das Ergebnis aufschreiben, geschieht richtig 72.

6×9 , sagt 4×9 ; 8×9 ; 7×9 ; 5×9 ; elf mal wird die Aufgabe wiederholt, nach 52'' kein Resultat. Op., liest er 6×9 und nach $8\frac{1}{5}$ '' schreibt er 54.

$$3 \times 7 \text{ liest er } 3 \times 9 \text{ und dann } 7 = 21. 16''.$$

$$4 \times 5 \text{ wiederholt für sich richtig } 5 \times 4 = 20, 15'' \text{ (akustisch).}$$

8×8 op. schreibt 64, 50''. Sieht schon hingeschrieben auf einem Zettel die Zahl 64 und sagt: hier steht es ja!

Er schreibt dann selbst 64 auf.

$$9 \times 9 \text{ akust. 81. } 30''.$$

$$5 \times 5 \text{ op. 25. } 25\frac{1}{5}''.$$

6×6 akust. wiederholt die Aufgabe für sich nach 10 Sekunden, muß sie wiederholt werden, endlich sagt er 36 nach 24''.

Er sagt: immer geht es nicht, an manchen Tagen kann ich nur dann im Kopfe rechnen, wenn ich die Zahlen sehe.

$7 + 13 = 20$ momentan, sagt zwanzig, hört dann auf, kommt aber dann nach $6\frac{3}{5}$ '' zum Resultat.

$8 + 15 = 23$. $13\frac{3}{5}$ ''.

Wiederholt stets von selbst die Aufgabe.

$5 + 17 = 22$. $8\frac{2}{5}$ '' optisch geboten.

$15 + 9 = 24$. $14\frac{1}{5}$ '' op. Wiederholt stets von selbst die Aufgabe.

$16 + 8$ akust., sagt $4 + 8$, dann $6 + 8$, nach zweimaliger Wiederholung $7 + 8$. Nach 25 '' sagt er: Ich kann es nicht.

Op. liest er sofort $16 + 8$, und nach $12\frac{1}{5}$ '' hat er das Resultat.

$13 + 15$ akust. Sagt $3 + 17$. Es werden 15 '' gebraucht, ehe er die Aufgabe wiederholen kann. Nach zweimaliger Wiederholung gleich 28 nach 39 '' Differenz zwischen Verstehen und Lösung 24 ''.

$19 + 14$ op. liest die Aufgabe sofort, sagt 33 nach 30 ''.

$41 + 16$ akust. nach einmaliger Wiederholung spricht er die Aufgabe nach, sagt 56 und schreibt auch 56 nach $38\frac{2}{5}$ ''.

$85 + 14$ opt. 99 nach 23 ''.

Klopfen auf die Hand. $3; 4; 2 \times 3$; statt $8 = 7; 5; 3 \times 5; 4 \times 4; 3 \times 5$ stets richtig; statt $10 = 9$; statt $13 = 11; 15 +; 6 +$; statt $11 = 10$.

Durch ein Quadrat eine Diagonale ziehen, kann er sich nicht vorstellen, er zeichnet ein Quadrat, ein Kreis, ein Kreuz, ein Dreieck, ein Fünfeck, ebenso zeichnet er Pferd, Baum, Rad.

Was erhalte ich, wenn ich vom Quadrat eine Ecke abschneide?

Weiß es nicht und kann es sich nicht vorstellen; zeichnet ein Viereck auf, weiß aber nun nicht, eine Ecke abzuschneiden.

Hat die Aufgabe nicht verstanden. Nachdem es gezeigt wird, gibt er richtig Dreieck und Fünfeck an.

Zwei Ecken ab: Sagt Siebeneck. Zeichnung: Zählt sechs Ecken.

Drei Ecken ab: Sagt 8 und 9 , schreibt auch 9 , sagt dann, 8 waren es. Beim Zählen kommt er nicht zustande, findet dann aber mit Hilfe 7 .

Vier Ecken ab: Findet 8 Ecken. Sieht es jetzt angeblich vor sich. Im Anfang hat er die Aufgabe überhaupt nicht verstanden.

Wie sieht ein Zuckerhut der Form nach aus? Zeichnet auf.

Ich schneide die Spitze ab! Antw.: Es bleibt eine runde Figur übrig, zeichnet es auf (Kreis).

Soll ein Rad zeichnen (geschieht).

Welche Zahlen von $1-10$ bestehen nur aus geraden Strichen?

Nennt 1 sofort, dann auch 3 ; dann aber sagt er schnell 1 und 4 und 10 , nee, nur 1 und 4 , die Null nicht.

Welche Zahlen bestehen aus einem oder mehreren Kreisen?

Nennt $2, 5, 6, 8$. Als gesagt wird: nur aus Kreisen! Nennt er $6, 8, 9$.

Welche Zahlen sehen sich im unteren Teil gleich?

Versteht die Aufgabe nicht, auch als es ihm an Zahlen gezeigt wird, vermag er die Aufgabe nicht zu lösen.

6 umgekehrt: 9 .

Welche Zahlworte werden mit denselben Anfangsbuchstaben geschrie-

ben? Weiß er nicht. Soll die Worte schreiben; kann es nicht; zählen kann er. Auch nachdem „1“ vorgeschrieben ist, kann er nicht angeben, ob ein anderes Zahlwort mit „e“ anfängt.

Kugel schätzen. 8 hat gezählt 4''. 7 nach $2\frac{1}{5}$ ''. 10 nach 2''. 14 weiß er nach $4\frac{2}{5}$ '', nach weiteren 5'' sagt er 14.

Gruppen zu 4 (3×4) 12 +.

Gruppen zu fünf (4×5) 20, erkennt die Gruppe und deren Anzahl.

Gruppen zu 7 (3×7) 21, erkennt die Gruppe sofort.

Zahlen lesen. 71, 732, 7132 — weiß die Zahl, kann sie aber nicht aussprechen, da ihm das Wort tausend fehlt, auch kann er vom letzteren nicht die Silbenzahl angeben. Zählt dann 10, 100, 1000, und kann dann tausend aussprechen. Fünfstellige Zahlen kann er nicht lesen, will 170 sagen und sagt dafür immer 117, zählt dann wieder 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, und sagt dann 170, bei sechsstelligen Zahlen läßt er das Wort tausend aus und sagt bei 170 132, 170 und 132.

Zahlen schreiben: 17, 130, 1311, 152, nachdem er gezählt hat, kann er auch schreiben, so geht es auch mit anderen zwei- und dreistelligen Zahlen. 23 kann er nachdem er in der Reihe gezählt hat, weder schreiben noch sagen, sagt immer wieder 24, nach mehrmaliger Wiederholung gelingt es nachher. 58 kann er nicht sagen, sagt 68 und schreibt 38. Liest glatt 27, 39.

Behauptet 58 nicht zu hören und zu sehen, kommt aber Aufforderungen wie: Geben Sie mir die Hand, nach; kann 58 immer noch nicht lesen, schreibt sie dann aber plötzlich auf.

Aufgaben aus dem Rechenbuch schriftlich.

Brüche: Sämtlich richtig gelöst.

$$12\frac{1}{2} + 6\frac{2}{3} = 19\frac{1}{6}; 1 \text{ Min. } 13\frac{1}{5}''.$$

$$7\frac{3}{5} - 4\frac{5}{8} = 2\frac{39}{40}; 3 \text{ Min. } 42''.$$

$$\frac{5}{6} + \frac{3}{4} = 1\frac{7}{12}; 1 \text{ Min. } 43\frac{3}{5}''.$$

Als ihm noch eine Aufgabe aufgeschrieben wird, sagt er: „Nur nicht so schwer!“

$$1\frac{1}{2} + 2\frac{3}{4} + 4\frac{4}{5} + 6\frac{3}{10} = 15\frac{3}{20} - 1 \text{ Min. } 56''.$$

Er verwandelt richtig alles in Zwanzigstel, hat sich aber zuletzt versehen.

Bei dem Patienten D. handelt es sich im Anfang um eine totale Aphasie. Er versteht die an ihn gerichteten Aufforderungen nicht, doch bessert sich dieser Teil seiner Sprachstörung sehr schnell und es bleibt eine schwere motorische Aphasie bestehen. Daneben findet sich eine Alexie und Agraphie. Das Gesichtsfeld zeigt eine totale rechtsseitige Hemianopsie. Endlich findet sich noch eine leichte rechtsseitige Lähmung, verbunden mit einer Sensibilitätsstörung und stereognostischen Störung.

Die Rechenstörung ist bei ihm anfangs in ebenso ausgedehntem Maße vorhanden wie bei dem Fall Sch. Aber auch hier ist die Zahlensprache im Gegensatz zur totalen Wortaphasie nicht ernstlich

gestört. Patient vermag schon bei der ersten Untersuchung bis 20 zu zählen, wenn auch einzelne Zahlworte fehlen. Auch er kann anfangs Zahlen nicht lesen; doch stellt sich die Fähigkeit allmählich wieder ein, ungefähr hier in gleichem Maße wie er lesen lernt. Er kann dann auch sechsstellige Zahlen lesen. Dagegen gelingt es ihm anfangs nicht, einer siebenstelligen Zahl Herr zu werden; er weiß das Wort „Million“ nicht; auch nicht, als man es ihm sagt. Doch ist es fraglich, ob hier nicht die Aphasie eine Rolle spielt; so z. B. ist das der Fall bei dem Wort Tausend; denn hier sagt er selbst: „Ich kann das Wort nicht sagen, weiß aber, worum es sich handelt.“ Ähnliches kann man dann später auch bei ihm beim Rechnen beobachten. Da passiert es ihm z. B., daß er das Ergebnis von 7×9 nicht sagen kann; als man ihm aber Zahlen-Holztafelchen gibt, suchte er sich 6 und 3 heraus und legt sie richtig hin. Auch andere Male treten derartige aphasische Störungen auf, so z. B. wenn er für 8×9 71 sagt und dann richtig 72 aufschreibt.

Die Merkfähigkeit für Zahlen, sowohl wenn sie ihm optisch wie akustisch geboten werden, ist gleichmäßig stark herabgesetzt. Er vermag nicht mehr wie drei Zahlen zu*behalten.

Die interessanteste Störung findet sich aber, wenn man ihn im Kopf rechnen läßt. Hier zeigt es sich, daß er Schwierigkeiten hat, die ihm akustisch gegebenen Aufgaben auszuführen. Er vergißt die Aufgabe außerordentlich schnell, auch dann kommt er nicht zustande, wenn man ihm die Aufgabe immer wiederholt, und bei einem dieser Versuche sagt er dann: „Immer geht es nicht, an manchen Tagen kann ich nur dann im Kopf rechnen, wenn ich die Aufgabe sehe.“ Der mit ihm nun angestellte Versuch zeigt auch die Richtigkeit seiner Äußerung. Sobald er die Zahlen vor sich sieht, vermag er die ihm gestellten Aufgaben zu lösen. Es besteht also sicher bei ihm eine Herabsetzung seiner Merkfähigkeit, die aber nicht akustisch zu bessern ist, sondern nur optisch. Es besteht da ein erheblicher Unterschied. So rechnet er $16 + 8$, das er geschrieben vor sich sieht, in $12\frac{1}{5}$ Sekunden, während $13 + 15$, das ihm akustisch geboten wird, erst in 24 Sekunden gelöst wird. Noch stärker aber tritt dieser Unterschied auf beim schriftlichen Rechnen. Während es Mühe macht, ihm im Kopf die einfachsten Multiplikationen ausführen zu lassen, kann er schriftlich Brüche addieren und subtrahieren und sie auf einen Generalnenner bringen. Es zeigt sich also hier genau so wie im Fall Sch., eine wie starke Stütze das optische Moment für das Rechnen darstellt. Auch hier

konnte anfangs nur an den Fingern gezählt werden, wenn auch diese Stufe schnell überwunden wurde.

Neben dieser Störung zeigt sich zugleich zeitlich eine erhebliche Verlangsamung beim Rechnen. Die Aufgaben des kleinen Einmaleins, die beim normalen Menschen fast momentan gelöst werden, dauern bei ihm bis zur Lösung außerordentlich lange, und zwar finden sich Zeiten für einfache Additionen und Multiplikationen weit über 10 Sekunden. Dabei sind die Zeiten nicht in Betracht gezogen worden, welche bei akustischer Darbietung für ihn notwendig sind, um die Aufgabe zu erfassen. Endlich kann man feststellen, daß er auf der Stufe eines Schulknechten in Hinsicht des Rechnens steht. Für ihn ist genau so, wie das Ranschburg festgestellt hat, das Addieren eine leichtere Aufgabe als das Multiplizieren, während später, wenn durch Üben das Einmaleins mechanisiert ist, das Multiplizieren leichter als das Addieren vor sich geht. Was nun sein optisches übriges Gedächtnis anbetrifft, so vermag er ähnliche Figuren gut zueinander zu ordnen; auch kann er ein Dreieck, Quadrat, ein Kreuz und einen Kreis aus dem Gedächtnis gut aufzeichnen, ebenso wie einen Baum, ein Pferd und ein Rad. Was aber sein optisches Vorstellungsvermögen betrifft, so kann er sich nicht vorstellen, wieviel Ecken eine Figur hat, die aus einem Quadrat entsteht, dem eine Ecke abgeschnitten ist, und weiter, dem zwei, drei und vier Ecken abgeschnitten sind. Es stellen sich sogar Schwierigkeiten anfangs heraus, als er es sich aufgezeichnet hat. Leichter gelingt aber die Aufgabe, bei einem Zuckerhut die Spitze abzuschneiden und anzugeben, welche Form die jetzt entstandene Fläche hat. Er zeichnet sofort einen Kreis auf. Ebenso findet er im Gedächtnis, daß die Ziffern 1 und 4 nur aus geraden Strichen bestehen und, wenn auch unter Schwierigkeit, daß 6, 8 und 9 aus einem oder mehreren Kreisen bestehen. Man kann also bei ihm feststellen, daß eine mäßige Störung seines optischen Vorstellungsvermögens für Formen, in viel erheblicherem Maße eine solche für Zahlen besteht.

Pat. L. gibt an, vor der Dienstzeit niemals ernstlich krank gewesen zu sein. Am 10. X. 1914 rückte er ins Feld. Im Sommer 1915 flog ihm beim Schanzen der Hammer gegen den Kopf. Er war deswegen 14 Tage im Feldlazarett in Behandlung, kam danach gleich wieder zur Front. Am 29. II. 1916 wurde er durch Granatsplitter bei Dauoumont am Hinterkopf verwundet. Er war sofort bewußtlos. Im Kriegslazarett zu Montmedy, wo er am 9. III. 1916 eingeliefert wurde, kam er erst wieder zum Bewußtsein.

20. IX. 1916. Befund.

Am linken Hinterhauptbein ist eine halbkreisförmige, gut verheilte Narbe, die bis zum Ohr reicht, eine nach der Mittellinie zu gelegene prominente Stelle ist druckempfindlich, sonst löst die Narbe keine Reaktionen aus. Pat. klagt über Kopfschmerzen an der Vorderhauptseite, über Flimmern vor den Augen und über zeitweise Beeinträchtigung des Sehvermögens. Pupillen weit, keine Differenz, reagieren träge auf Lichteinfall und Akkomodation. Schilddrüse etwas geschwollen. Leichter Tremor an beiden Händen, Schwanken bei geschlossenen Augen. Patellarreflexe beiderseits erhöht. Achilles- und Fußsohlenreflexe schwach, kein Babinski. Kein Fußklonus. Sehnenreflexe an den Armen erhöht. Sensibilität normal; Pinselberührungen werden beiderseits gleichmäßig empfunden.

Rechtsseitige Hemianopsie mit stärkerer Betonung des oberen Quadranten (Fig. 2). Nach Vorgedrucktem kann Pat. alles geläufig mit guter Handschrift abschreiben. Die geistigen Qualitäten sind sonst etwas herabgesetzt. Wenn man mit ihm spricht, hat man den Eindruck, als ob er alles schnell erfaßt und dem Gedankengang folgen kann. Apraxie nicht vorhanden. Alle Aufforderungen werden strikt ausgeführt, z. B. Winken, Nageleinschlagen, Schnurrbartdrehen. Seine Erlebnisse eines freien Tages hat Pat. nach dem Schema eines Aufsatzes niedergeschrieben. Es sind wenige orthographische Fehler (statt groß schreibt er grau, einzelnes ist falsch geschrieben), im großen und ganzen ist es trotz der mangelhaften Stilistik doch ziemlich klar geschrieben. Pat. ist nicht in der Lage, das von ihm Niedergeschriebene in einem gleichmäßigen Tempo wieder vorzulesen. Bei einzelnen Worten muß er anhalten, bei einer anderen Stelle sieht das Ganze eben verschwommen aus, so daß er in falsche Zeilen kommt, und auch bei geschlossenem rechten Auge wird nur zögernd gelesen. Es macht sich dabei eine gewisse nervöse Unruhe bemerkbar.

Gegenstände werden richtig bezeichnet. Bei der Unterhaltung macht sich eine Unbestimmtheit in der Auffindung von einzelnen Worten bemerkbar. Rechnen schlecht. Multiplikation sogar innerhalb des kleinen Einmaleins mangelhaft ($7 \times 7 = 41$). Das Sprechen selbst geht ziemlich fließend vor sich; es fällt auf, daß er manches Mal sich gewählter ausdrücken will, ohne aber den gewünschten Ausdruck zu finden. Das Organ ist kräftig, das Aussehen des Pat. ist frisch, das subjektive Allgemeinbefinden beschwerdefrei.

Innere Organe ohne jede Besonderheiten.

16. I. 1917. Pat. ist 1,66 m groß, von guter Muskulatur. Gang zeigt nichts Besonderes. Sehnenphänomene an den Armen und Beinen sind normal, Bauchdeckenreflexe vorhanden. Keine Ataxie in den Armen und Beinen, keine Apraxie, keine motorischen Störungen. Pat. macht einen intelligenten Eindruck. Rechnen folgendermaßen: $6 \times 3 = 12$ (dann 18), 7×9 gleich? $6 \times 12 = 32$. Hat früher als Tiefbautechniker Logarithmen gerechnet, kann jetzt nichts mehr davon. Das Wesen der Logarithmen kennt er noch. Es besteht eine ausgesprochene Alexie. Pat. kann einzelne Worte nicht lesen, oder einzelne Teile davon. Das Lesen

geht sehr langsam. Schrift ist glatt und ganz normal. Nur läßt er einzelne Buchstaben aus.

31. I. Geschriebenes liest er jetzt, ebenso Gedrucktes; doch gibt er an, was er liest, nicht schnell begreifen und behalten zu können. Vor-gelesenes behält er besser. Es liegt zum Teil daran, daß das Gesichtsfeld eingeengt ist und er beim Lesen nur ein Wort, bei langen Wörtern nur zwei bis drei Silben mit den Augen erfassen kann. Eben aus der Zeitung Vor-gelesenes erfaßt er ungefähr, aber nicht vollkommen. Er gibt mit ein paar Worten den ungefähren Inhalt an. Das Lautlesen von Gedrucktem macht Schwierigkeiten. Es wurden einige Worte schnell und fließend gelesen, mehrsilbige mit Schwierigkeiten, weil er sie nicht mit einem Male erfassen kann.

$$7 \times 9 = 63, 5 \times 7 = 35; 11 \times 12 = 133, \text{ dann } 131.$$

18. V. 1917. Es besteht eine sehr große Differenz zwischen seinem Kopfrechnen und den komplizierten und schweren Aufgaben, die er im Buch rechnet und die sich mit Ausrechnen von Tonnengewölben usw. beschäftigen. Pat. rechnet noch $11 \times 12 = 132$, gibt dann aber an, daß er Mühe hat, sich die Aufgabe einzuprägen. Seine Art im Kopf zu rechnen, ist visuell, und er meint, daß die größten Schwierigkeiten einer Multiplikation mehrstelliger Zahlen darin besteht, daß er sich die Zahlen nicht mehr vorstellen kann. Pat. meint, es passiere ihm hin und wieder, daß er beim Zahlenlesen die richtige Zahl im Kopfe hat, eine falsche aber ausspricht, ohne daß er es manchmal merkt. Er wird dann erst vom Lehrer darauf aufmerksam gemacht, daß er eine Zahl falsch laut gelesen oder geschrieben hat (vom Lehrer bestätigt). Die Prüfung hat höchstens 10 Minuten gedauert; Pat. ist so ermüdet, daß er die leichtesten Aufgaben nicht mehr lesen kann.

Rechnen nach Vorlage für Förderkl. A geht fast fehlerlos, auf 2 Tafeln je 2 Fehler. Es besteht eine geringe Verlangsamung beim schriftlichen Rechnen.

$$9 \times 18 = 153. \text{ Kopfrechnen.}$$

$$7 \times 13 = 93, \text{ dann } 91. \quad 5^2/5''.$$

$$6 \times 11 = 66, \quad 2^4/5''.$$

$$8 \times 12 = 96, \quad 8^2/5''.$$

$$11 \times 15 = 145, \quad 7''.$$

$$2/3 \times 4/5 = 1^4/15.$$

$$3/4 \times 6/7 = \text{sagt, daß er das nicht behält.}$$

$$6 + 13 + 25 = 44, \quad 19^1/5''.$$

$$65 - 23 = 42, \quad 14^1/5''.$$

$$48 : 6 = 8 \text{ momentan.}$$

$$96 : 12 = ? 20'', \text{ dann sagt er, daß ihm das Einmaleins fehlt.}$$

$1 \times 13; 2 \times 13; 3 \times 13; 4 \times 13; 5 \times 13; 65; 6 \times 13; 7 \times 13$ richtig gerechnet = $1' 40''$.

Bei Prüfungen tritt leicht eine Befangenheit auf, so daß die Resultate schlechter werden als sie sind.

Welche Ziffern werden durch Kreise geschrieben: 0, 5, 8.

Und im Unterteil gleich: 6, 3, 5.

9 umgekehrt = 6.

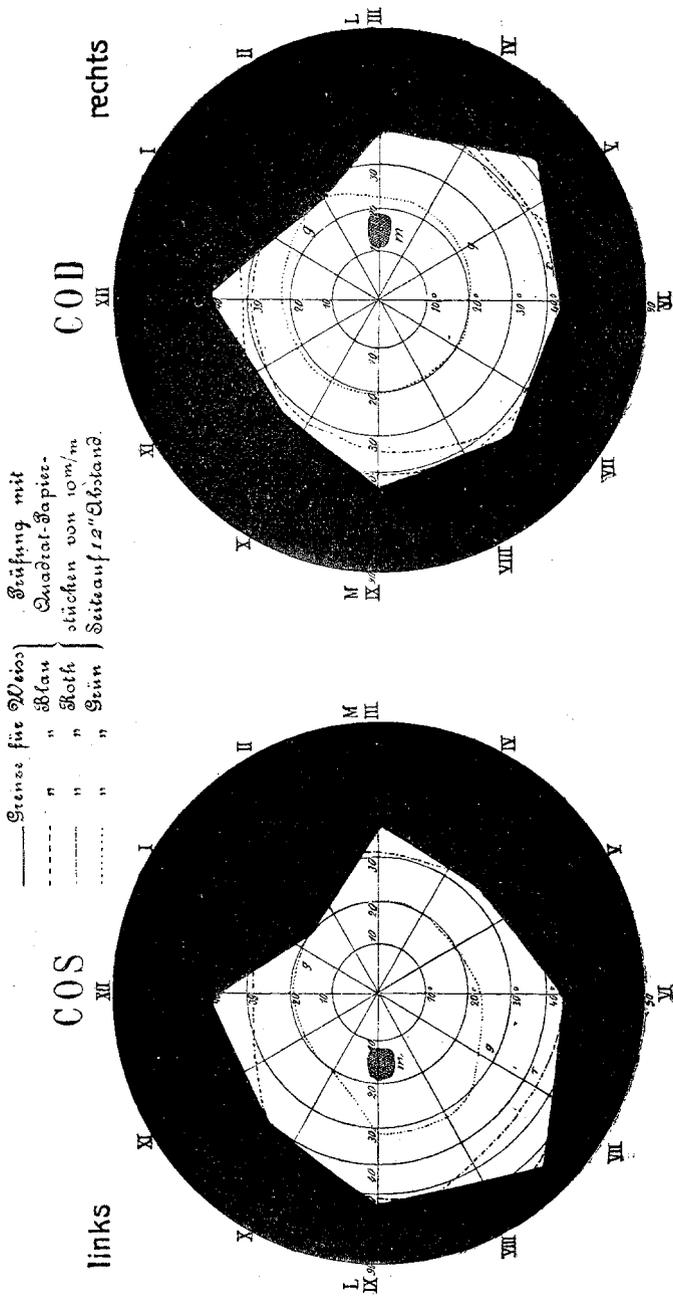


Fig. 2.

Römische Zahlen wie ein aufrechter Winkel: sehr langsam.

Ein gerader Strich = I, 10''.

Ein aufrechter Winkel und III Striche = VIII, 5''.

2 aufeinanderstehende Winkel, richtig 3''.

I und V = zuerst VI, dann IV.

Gibt an, daß es ihm häufig passiert, daß er die Zahlen umkehrt, statt

738 783 hinschreibt, beim Ablesen sowohl wie beim Rechnen.

6 753 920 richtig gelesen.

Metronom geschätzt	Schläge angegeben	Schwingungszahl
12	15	96
10	10	„
7	9	„
13	12	„
7	5	„
6	4	„
5	3	150
8	7	„
14	14	184
20	15	„
8	5	„

100 rückwärts gerade Zahlen:

100 98 96 94 92 80 75 76 74 72 60.

Dann richtig bei 52 nochmals derselbe Fehler, auf Vorhalten korrigiert.

Bumm spiel:

Anfangs kann er es nicht, zählt 17 mit und 21 und 27, dabei langsam und stockend.

II. 37 falsch und 48 ausgelassen, 47 und 49 richtig, aber langsam.

20. X. 1917.

$8 \times 7 = 56 +$	$2\frac{1}{5}''$	wiederholt die Aufgaben, meint die Aufgaben dann besser behalten zu können, er tut dies auch weiterhin, sobald er es nicht tut, dauert die Operation länger. Hier ist die Aufgabe nicht wiederholt worden. ($7 \times 10 + 7 \times 9$).
$6 \times 11 = 66 +$	$3\frac{3}{5}''$	
$7 \times 13 = 91 +$	$3\frac{3}{5}''$	
$8 \times 15 = 120 +$	$3\frac{4}{5}''$	
$6 \times 21 = 141 -$	$11\frac{2}{5}''$	
$7 \times 19 = 133 +$	$7\frac{1}{5}''$	
$5 \times 25 = 125 +$	$5''$	Meint, man kann $6 \times 25 - 6$ rechnen, hat es aber nicht so gerechnet. $100 : 25 = 4$, $300 : 25 = 12$. $6 : 2 = 3$, $600 : 20 = 30$. $300 : 25 = 12$, $75 : 25 = 3 = 15$.
$6 \times 24 = 144 +$	$27''$	
$300 : 25 = 12 +$		
$600 : 20 = 30 +$		
$375 : 25 = 15 +$		

Diktat: 713 +
648 +
7915 +
36 524 +
98 718 +

	633 614	733 614	$7\frac{1}{4}''$	
	811 912	$+''$	$4\frac{3}{5}''$	muß wiederholt werden, ehe niedergeschrieben.
	1 736 412	$+''$	$14\frac{4}{5}''$	muß dreimal wiederholt werden, ehe niedergeschrieben.
	8 413 921	$+''$	$8\frac{1}{5}''$	vergißt die letzten 3 Zahlen, müssen zweimal wiederholt werden.
	82 633 712	$+ 12''$.		
Lesen:	49 476	$+ 4''$		
	664 574	$+ 5''$		
	1 567 464	$+ 3''$		
	9 476 152	$+ 8''$.		
Kopie:	948	$+ 2''$		
	4 968	$+ 2\frac{2}{5}''$		
	94 413	$+ 4''$		
	568 127	$+ 6''$		
	4 465 127	$+ 5\frac{2}{5}''$		
	Merkfähigkeit für Zahlen.			
	Akustisch:			
		56 942	$+$	
		789 365	$+$	
		598 690	$+$	
		5 773 468	$= 5 937 578$	
		8 235 694	$+$	
		97 346 591	$= 97 346 351$	
		87 359 824	$-$	geht nicht.
Optisch:		Betrachtungsdauer		
		4 165	$+ 2''$	
		9 145	$+ 2''$	
		2 746	$+ 2''$	
		92 671	$+ 3''$	
		467 159	$= 467$	nach $4''$
		395 314	$+ 4''$	
		6 693 145	$= 6 693$	in $5''$
		8 293 147	$= 8 393 717$.	
Rechnen:				
	$1 \times 3 = 3$	$+ \text{mom.}$	$3 - 1 = 2$	$+ \text{mom.}$
	$2 \times 4 = 8$	$+ 1''$	$8 - 3 = 5$	$+ 3''$
	$3 \times 5 = 15$	$+ \text{mom.}$	$13 - 5 = 8$	$+ 6''$
	$4 \times 6 = 28$	$- 4''$	$18 - 7 = 11$	$+ 2''$
	$5 \times 7 = 35$	$+ \text{mom.}$	$32 - 9 = 23$	$+ 1''$
	$6 \times 8 = 48$	$+ \text{,,}$	$36 - 11 = 25$	$+ \text{mom.}$
	$7 \times 9 = 63$	$+ \text{,,}$	$38 - 17 = 27$	$- 16''$
	$8 \times 10 = 80$	$+ \text{,,}$	$48 - 19 = 29$	$+ 11''$
	$9 \times 11 = 99$	$+ \text{,,}$	$50 - 28 = 32$	$- 20$
	$12 \times 13 = 156$	$+ 13''$	$43 - 17 = 26$	$+ 19''$

$2 + 2 = 4$	+ mom.	$6 : 2 = 3$	+ mom.
$3 + 4 = 7$	+ „	$8 : 4 = 2$	+ „
$4 + 6 = 10$	+ 2''	$15 : 3 = 5$	+ „
$5 + 8 = 13$	+ mom.	$12 : 2 = 6$	+ „
$8 + 14 = 22$	+ „	$18 : 2 = 9$	+ „
$11 + 20 = 31$	+ „	$28 : 7 = 4$	+ „
$14 + 26 = 40$	+ 7''	$81 : 3 = 27$	+ 21''
$17 + 32 = 49$	+ 2''	$126 : 6 = 21$	+ 20''
$20 + 38 = 58$	+ 3''	$192 : 4 = \text{—}$	— 1'45''
$23 + 44 = 67$	+ 3''	$369 : 9 = 41$	+ 35''

Eine kreisrunde Halle zeigt 16 qm Grundrißfläche (schriftlich gerechnet).
Wieviel beträgt der Durchmesser und der Umfang des Raumes?

$$r^2 \pi = 16,00 \text{ qm}$$

$$r^2 = 16,00 : 3,14 = 5,09$$

$$r = \sqrt{5,09} = 2,25$$

$$d = 2 \times 2,25 = 4,50 \text{ m}$$

$$u = 4,5 \times 3,14 = 14,13 \text{ m.}$$

Wieviel Querschnittsfläche zeigt eine eiserne Säule bei 24 cm äußeren Durchmesser und 18 mm Wandstärke?

$$R = 24 : 2 = 12 \text{ cm}$$

$$R^2 = 144 - r^2 = 104,05 \text{ qm} = 39,96 \text{ qcm}$$

$$r = 12$$

$$39,96 \times 3,14 = 125,474 \text{ qcm.}$$

$$\text{— } 1,8$$

$$\hline 10,2 \text{ cm.}$$

Wieviel Querschnitt zeigt eine Säule bei 35 cm Durchmesser und 28 mm Wandstärke?

$$R = 17,5$$

$$J = \pi (R^2 - r^2)$$

$$r = 14,7$$

$$R^2 = 306,25 \text{ qcm}$$

$$r^2 = 216,09 \text{ qcm}$$

$$90,16 \text{ qcm}$$

$$90,16 \times 3,14 = 283,1024 \text{ qcm.}$$

Was ist ein Quadrat? Quadrat ist ein Viereck, bei dem alle vier Seiten gleich sind.

Wenn ich die Diagonale durch ein Quadrat ziehe, was erhalte ich dann? Zwei Dreiecke.

Rechteck eins, zwei, drei, vier Ecken abgeschnitten ergibt?

Fünf-, Sechs-, Sieben-, Achteck.

Würfel, wieviel Kanten, Ecken, Flächen? Wird richtig beantwortet.

Kegelschnitte werden richtig angegeben.

Tachistoskopisch läßt sich eine Verlangsamung der Auffassung feststellen. Um im Quadrat geordnete, oder im Quineunx geordnete Punkte zu erkennen, gebraucht er eine Sekunde; vier Zahlen werden bei zwei Sekunden erkannt. Buchstaben, Worte erfordern bis drei Sekunden Zeit.

Bei dem Patienten handelt es sich um eine Alexie und um eine rechtsseitige Hemianopsie. Außerdem besteht eine sehr ausgesprochene Rechenstörung. Diese Rechenstörung drückte sich zuerst aus darin,

daß er nur sehr schlecht und außerordentlich langsam das Einmaleins rechnen konnte, während auch hier wieder eine Störung des Zahlenlesens nicht vorhanden war. Nur zeigte sich bei ihm hin und wieder eine Störung, die wir bei anderen Patienten in weit ausgedehnterem Maße antreffen werden. Es passierte ihm, daß er, wenn er 38 schreiben sollte, statt dessen 83 schrieb. Dasselbe trat auch beim Lesen auf. Sittig hat diese Störung schon beschrieben; doch möchte ich auf sie erst des näheren bei dem nächsten Fall eingehen. Sieht man sich bei dem Patienten nun die Rechenleistung an, so tritt hier noch in stärkerem Maße als bei dem vorhergehenden eine Diskrepanz zwischen Kopfrechnen und schriftlichem Rechnen auf. Patient vermag mit Leichtigkeit und fast fehlerlos eine der Rechenübungen, wie sie Poppelreuter für seinen Förderkurs verwendet, zu erledigen. Ebenso machen ihm mathematische Berechnungen, die er in der Baugewerkschule ausführen muß, keinerlei Schwierigkeiten; sie werden auch in verhältnismäßig kurzer Zeit ausgeführt. Dagegen finden sich erhebliche Störungen beim Kopfrechnen. Einmal beobachtet man hier Verlangsamungen, wie man sie bei einem Menschen, der so gut schriftlich rechnet, nicht für möglich halten sollte, und zwar treten diese Verlangsamungen stärker beim Addieren und Subtrahieren, als beim Multiplizieren auf. Eine Aufgabe wie $43 - 17$ erfordert 19 Sekunden, und 192 dividiert durch 4 wird gar nicht gelöst. Ebenso gelingt $96 : 12$ nicht. Auch Brüche kann er im Kopf nicht multiplizieren. Gewisse Kombinationen und Assoziationen hat er beim Rechnen; so gibt er auf Befragen, wie man 6×24 rechnen kann, an, daß man 6×25 minus 6 am besten rechnet; oder 300 durch 25 , gleich 100 durch 25 , gleich 4×3 . Neben dieser Verlangsamung machen sich vielfach falsche Resultate geltend. Patient gibt dafür an, daß er nach seiner Ansicht dem visuellen Typus angehört und sich infolge seiner optischen Störung die Zahlen nicht mehr beim Rechnen vorstellen kann, er die Teilresultate infolgedessen vergißt und sie entweder immer von neuem ausführen muß oder aber falsch verwendet. Für diese Ansicht scheint auch sein Verhalten am Tachystoskop zu sprechen. Es besteht eine deutliche Verlangsamung der Formauffassung bei ihm, so daß er, um Punkte und Figuren zu erkennen, statt $\frac{1}{10}$ Sekunde ein bis zwei Sekunden gebraucht. Ich betone hier ausdrücklich, es scheint dafür zu sprechen; denn wir werden nachher einen Fall kennen lernen, bei dem das optische Auffassungsvermögen erheblich beeinträchtigt ist, bei dem trotzdem aber das Rechnen keine erhebliche Störung zeigt. Die optische Formvorstellung ist bei ihm nicht erheblich gestört. Er

ist im Beruf Tiefbautechniker und wurde deswegen in eine Baugewerkschule zur weiteren Ausbildung geschickt. Dort führte er die kompliziertesten Zeichnungen, auch perspektivischer Art, aus. Fragen, wieviel Ecken ein Viereck hat, dem 1, 2, 3, 4 Ecken abgeschnitten werden, beantwortet er glatt, ebenso die Fragen nach den Flächen, Kanten und Ecken eines Würfels. Er konnte ferner sich im Kopf die Fläche vorstellen, welche entsteht, wenn man bei einem Würfel eine Ecke abschneidet, und antwortete fast momentan: „Ein gleichseitiges Dreieck“. Man könnte nun hier den Einwurf machen, daß durch Übung in seinem Beruf gerade die Vorstellung geometrischer Figuren wieder erweckt sei oder aber zum Teil die Antworten mechanisiert wären, wie das wohl möglich ist bei der Frage nach den Kegelschnitten oder bei den Ecken, Flächen und Kanten eines Würfels. Viel weniger Gültigkeit hat dieser Einwurf bei der letzten Frage, die die Form der Fläche betrifft, die beim Abschneiden einer Ecke eines Würfels entsteht. Ich habe deswegen ihm andere Fragen vorgelegt, die ein Urteil über sein optisches Vorstellungsvermögen zulassen; so die Frage: „Was entsteht, wenn ich bei einem groß gedruckten H den Querstrich wegradiere und statt dessen einen Strich von rechts oben nach links unten ziehe?“ Diese Frage wurde gelöst, aber doch erst allmählich. Eine zweite Frage gelang schneller: drei senkrechte Striche durch Striche von links unten nach rechts oben verbunden, wurde als m bezeichnet. Ebenso gelang die Frage nach dem Buchstaben, der entsteht, wenn ich bei einer 3 die beiden vorderen Öffnungen durch einen senkrechten Strich schließe; ferner M umdrehen wurde richtig sofort als lateinisches großes W angegeben. Dagegen gelang es ihm nicht, sich vorzustellen, was für ein lateinischer Buchstabe entsteht, wenn ich eine 5 in Spiegelschrift schreibe und die Senkrechte des Halses nach unten verlängere. Es ist diese letzte Frage recht schwierig, die auch von vielen normalen Menschen nicht gelöst wird, besonders dann nicht, wenn man es verhindert, daß mit dem Finger in der Luft die Form aufgezeichnet wird. Man kann von dem Patienten also wohl sagen, daß bei ihm eine erhebliche Beeinträchtigung seines Formvorstellungsvermögens nicht besteht. Wenn bei ihm also beim Kopfrechnen die Lösung der Aufgaben nicht gelingt oder nur sehr langsam, so liegt das nicht daran, daß er durch seine Verwundung seines visuellen Typus verlustig gegangen ist, sondern es ist nur eine ganz spezifische Eigenschaft seines optischen Vorstellungsvermögens verloren gegangen, nämlich sich beim Rechnen die Ziffern vorzustellen. Diese Störung zeigt sich auch noch bei einer anderen Prüfung. Er

vermag sehr wohl akustisch ihm gebotene Ziffernreihen sich zu merken, und zwar gelingt das selbst noch bei 8 Ziffern, wenn auch nicht immer. Dagegen versagt er bei der optischen Darbietung, selbst wenn man ihn die Ziffern 4 und 5 Sekunden betrachten läßt. Aber auch hier besteht ein Einwand, denn einmal zeigt es sich, daß er sich Buchstaben ebenso schlecht merken kann wie Ziffern, und dann sahen wir, daß im Tachystoskop eine Verlangsamung seines optischen Auffassungsvermögens nachzuweisen war. Dieses muß sich ja bei der Darbietung von größeren Ziffernreihen mit bemerkbar machen. Auch seine Gewohnheit, jede Aufgabe, die er im Kopfe rechnen soll, mehrfach zu wiederholen, wird darauf zu beziehen sein. Allerdings wäre diese Erklärung auch nur dann heranzuziehen, wenn wir uns vorstellten, daß jede Aufgabe, ganz gleich, ob sie akustisch oder optisch geboten wird, zur Lösung eines visuellen Bildes bedarf. Bei dem Fall L. haben wir des Patienten eigene Aussage in der Richtung, daß er meint, dem visuellen Typus anzugehören. Hier könnten also die Dinge so liegen, daß Menschen mit visuellem Typus, wenn sie Kopfrechnen sollen, ganz gleich, wie ihnen die Aufgabe geboten wird, stets zur Lösung des visuellen Bildes bedürfen. Auf diesen Standpunkt stellt sich auch Poppelreuter. Er meint, daß der direkte Nachweis für den optischen Typ durch die Tatsache gegeben ist, wenn beim Diktat von Zahlen die Reihenfolge verwechselt, z. B. statt 63 36 geschrieben wird; ebenso, wenn beim Diktat größerer Zahlen etwa statt 1003 10003 geschrieben wird. Wir werden uns noch mit dieser Frage an anderer Stelle beschäftigen. Diese beiden letzten Argumente Poppelreuters sind meiner Ansicht nach nicht zutreffend. Poppelreuter sieht nun den Beweis, ob jemand visuell rechnet oder nicht, darin, daß ein Patient Multiplikationen, die ja wesentlich akustisch-motorisch vor sich gehen, glatt rechnet, während Additionen und Subtraktionen, weil visuell vorgestellt, zeitlich verlangsamt ablaufen und auch falsche Resultate ergeben. Aber auch diese Beweisführung ist nicht schlüssig, denn bei L. sehen wir nicht nur eine Verlangsamung beim Addieren und Subtrahieren, sondern auch beim Multiplizieren. Aufgaben wie 8×7 bedürfen zur Lösung $2\frac{1}{5}$ Sekunden. Bei den beiden vorhergehenden Fällen ist aber wohl das Addieren noch möglich, nicht aber mehr das Multiplizieren, oder aber das Addieren geht leichter von statten als das Multiplizieren; also das gleiche Verhalten wie beim Schulrekruten. Im Fall L. verhalten sich nun die Dinge so, daß für Formen ein visueller Typus vorhanden, daß dagegen für Zahlen der visuelle Typus verloren gegangen ist, daß wir

es also mit einem partiellen Verlust des visuellen Typus für Zahlen zu tun haben. Etwas ähnliches kann man ja wohl auch bei der Alexie beobachten, daß nämlich das Formengedächtnis nur für Buchstaben verloren gegangen ist, nicht aber für andere Formen. Die Frage ist aber meines Erachtens nicht so zu stellen: Ist bei Hinterhauptschüssen eine Rechenstörung nur dann zu erwarten, wenn ein Mensch mit einem visuellen Typus davon betroffen wird? Wäre dies nämlich der Fall, so müßten die Menschen, die gewohnt sind, akustisch zu rechnen, keine Rechenstörung bei Hinterhauptschüssen zeigen. Eigenartig ist es aber, daß nur Menschen, die eine rechtsseitige Hemianopsie haben, schwere Rechenstörungen aufweisen, die erheblich den Rechenmechanismus stören. Die beiden vorhergehenden Fälle zeigten zwar schwere Aphasien, aber gerade in bezug auf die Zahl machte sich die Aphasie am wenigsten geltend. Beide konnten zählen und für Aufgaben, deren Lösung sie kannten, die Zahlworte sagen. Auch das Zahlverständnis war vorhanden, denn Sch. konnte rückwärts zählen, unter Auslassung von zwei und drei Zahlen, was Eckehard bei seinen Schulkreuten für einen Beweis des Zahlverständnisses ansieht, und D. zeigte sein Zahlverständnis beim Schätzen von Kugeln und Metronomschlägen. Ihre Rechenstörung war also nicht abhängig von einer Störung des akustisch-sensorischen Apparates. Beide Fälle verhielten sich beim Rechnen so, wie sich Kinder beim Rechnenlernen verhalten. Sie nahmen zum Rechnen die Finger zu Hilfe. Sch. konnte nur an den Fingern addieren und subtrahieren und das Einmaleins mit der Fünf gelang nur dadurch, daß seine Hand mit den fünf Fingern so oft bewegt wurde, als es für die Multiplikation erforderlich war. Und D. konnte anfangs ebenfalls nur an den Fingern zählen. Es gehörte also bei beiden zur Wiedererlangung der Rechenfähigkeit ein anschauliches Moment, genau so, wie es Pestalozzi für das Erlernen des Rechnens bei Kindern gefordert hat. Wir sahen auch, daß bei den Naturvölkern das Anschauliche für das Zählen eine sehr große Bedeutung hat. Wie weit das optische Moment für D. von Wichtigkeit ist, haben wir weiter oben schon ausgeführt. Das Kopfrechnen gelingt ihm leichter, wenn er die zu berechnenden Zahlen vor sich hat, und ferner kann er schriftlich mit Brüchen operieren, während er im Kopf kaum Multiplikationen und Additionen bewältigen kann. Meiner Ansicht nach ist die einfachste Erklärung für alle diese Tatsachen die, daß beim Rechnen das anschauliche Moment auch da, wo es sich nicht als Typus ausdrückt, von ausschlaggebender Bedeutung ist. Tritt eine Schwächung unseres

Anschauungsvermögens auf, so ist die Folge die, daß darunter unsere Rechenfähigkeit leidet¹⁾. Ich möchte meine Ausführungen in dieser Hinsicht so weit führen, um dann, wenn wir die übrigen Fälle besprochen haben, zu zeigen, daß diese Fassung auch noch zu weit ist.

Wilhelm Ul. ist 27 Jahre alt, Friseur, verheiratet; 1 Kind.

Pat. war sonst nie krank. Lues 0, Potus 0.

Am 18. III. 1916 verwundet durch Gewehrscuß am Kopf. Tangentialscuß am linken Scheitelbein mit massenhafter Entleerung von Gehirn. Starke Knochensplitterung und Impression von Splittern ins Gehirn. Keine Lähmungserscheinungen. Sofortige Operation mit Ausräumung der Knochensplitter. Tamponade des faustgroßen Loches in der Gehirnhöhle. Glatter Wundverlauf. Ende April 1916 keine Sprachstörungen, aber Alexie und Agraphie, letztere besserte sich bald. R. Hemianopsie, Farben wurden gut erkannt. Das Schreiben war mehr erschwert als das Lesen. Kopieren angeblich möglich. Das Schreiben war nach dem Bericht des Augenarztes paraphrasisch möglich. Jetzt klagt Pat. noch über Kopfschmerzen, besonders morgens. Keine abnorme Erregbarkeit, jedoch Gedächtnisschwäche.

Status: Auf der linken Seite des Hinterkopfes 14 cm lange, 1 cm breite Narbe, welche in ziemlich horizontaler Richtung 5 cm oberhalb des Ohransatzes beginnt und bis etwas über die Mittellinie des Hinterkopfes nach hinten zieht. Der Narbe entspricht ein $3\frac{1}{2}$ cm breiter, 7 cm langer Knochendefekt. Die Narbe pulsiert. Pupillen weit, linke etwas weiter als die rechte. Reaktion der Pupillen gut auf Näheinstellung. Augenhintergrund rechts Atrophie des Sehnerven infolge Bruch des Augenhöhlenloches als

1) Welche Bedeutung dem Visuellen beizumessen ist, beweist auch ein Fall, den ich in letzter Zeit beobachten konnte. Es handelt sich ebenfalls um eine Verletzung in der Gegend des linken Gyrus angularis. Anfangs bestand eine sensorische Aphasie, die sich fast vollkommen zurückgebildet hat, ferner eine Alexie. Außerdem findet sich bei ihm eine rechtsseitige Hemianopsie und eine schwere Rechenstörung, die zuerst so stark war, daß der Patient, der Volksschullehrer ist und auch intelligent, nicht in der Lage war, anzugeben, ob tausend oder zehntausend mehr ist. Es bestand also bei ihm eine Störung des Zahlenbegriffes, auch eine solche des Zifferbegriffes war vorhanden. Dieser Patient beobachtete sich sehr genau, und machte Angaben, über seine Art zu rechnen, und über die Gründe, warum das Kopfrechnen ihm so schwer falle und so langsam vor sich gehe. Er gibt an, daß er nur dann rechnen kann, wenn er die Zahlen visuell hat. Die Schwierigkeit liegt aber daran, daß das Visuelle nur sehr langsam kommt, so daß er mittlerweile die ganze Zahl vergessen hat. Beim Rechnen von $375 - 19$ wurde, nachdem es mehrfach vorgesprochen war, folgendes erschaut: $375 - 19$

$$375 - 20 = 355$$

$$355 + 1 = 356.$$

Es dauerte eine ganze Zeit, bis $375 - 19$ gesehen wurde. Als es jedoch gesehen wurde, ging das Rechnen ziemlich schnell vor sich.

Kind, links ist der Sehnerv gerötet, aber scharf umgrenzt, Hornhautreflexe normal. Abstehende, sehr schlecht differenzierte Ohrmuscheln, zusammengewachsene Augenbrauen, Temporalis beiderseits, besonders links vortretend, Augenbewegung frei. Rückwärtsbiegen des Kopfes erzeugt Schwindel, sonst an den Hirnnerven, auch am Fazialis nichts. Schmale, flache Brust, kein Händezittern, beide Arme und Hände gleich kräftig. Keine Störung der Aufeinanderfolge der Bewegungen. Armreflexe rechts und links normal. Beide Beine gleich kräftig. Achillesreflexe und Knie-reflexe beiderseits lebhaft, Sohlenreflexe normal. Lagegefühl an den Zehen normal, Bauchreflexe beiderseits normal. Kein Schwanken beim Augenschluß und Zusammensetzen der Füße. Beim Bücken starke Kopfkongestion, dabei angeblich Stiche in der Narbe.

Organbefund in Ordnung. Puls 80, regelmäßig. Die Sprache und das Sprachverständnis sind absolut intakt. Die Apperzeption scheint ein wenig erschwert zu sein. Das Lesen ist insofern gestört, als es noch ziemlich langsam geschieht und abnorm leicht Ermüdung eintritt, kein Unterschied zwischen Druck- und Schreibschrift. Beim Schreiben muß sich Pat. auf einzelne Buchstaben besinnen, kann aber dann, wenn man ihm die Buchstaben vorschreibt, den ihm fehlenden Buchstaben sofort erkennen und herausuchen. Abbildungen usw. werden prompt erkannt. Die optische Vorstellungskraft ist erhalten, kleine Zeichnungen werden prompt und genügend ausgeführt. Farben werden richtig erkannt. Keine Apraxie. Wenn Pat. einen Brief von zu Hause bekommt, so muß er ihn in vier oder fünf Absätzen lesen oder sich von den anderen Patienten helfen lassen.

24. IV. 1917. Das Lesen geht langsam, einige schwere Worte liest er falsch. Den Inhalt eines gelesenen Stückes kann er nicht wiedergeben. Setzen von Worten aus Buchstaben geht langsam. Es ist aber kein Unterschied zu bemerken zwischen den Buchstaben, die sich bildlich ähnlich sehen und solchen, bei denen dies nicht der Fall ist. Bei „Blume“ setzt er Blnu, korrigiert sich aber später. Das Gesetzte kann er lesen. Das Spontanschreiben geht langsam; einzelne Buchstaben wie z. B. „P“ weiß er im Augenblick nicht zu schreiben. Auch beim Diktatschreiben geht das Schreiben langsam, manche Buchstaben können nicht geschrieben werden oder es werden überflüssige Striche ausgeführt. Sinnloses Silbenschriften geht. Aufgezeichnete Figuren erkennt er und bringt die Gleichen zueinander. Er kann auch die Unterschiede angeben, die bei einzelnen Figuren besteht. Auch das Nachzeichnen der Figuren geht etwas langsam, aber anstandslos. Er zeichnet die Figuren fast alle größer.

Herz, Lungen, Bauch, Urin o. B.

Zählen geht.

Zahlen lesen: 538 liest er 583, für 1552 1525,
 „ 1382 1328,
 „ 1469 langsam setzt mit
 1496 an, verbessert sich
 1552 1552
 gelesen.

17689	17689	langsam	
13832	13823	verbessert	32 10''
16912	16912		''
135732	135723		19 ⁴ / ₅ ''
832691	832691		14 ² / ₅ ''
7654831	7645831		21 ⁴ / ₅ ''
76	54 831	7654831	15''

Diktat:

Aufgabe	635 812 (14'')	931	7312 9815 (10'')	12713 (22'')	22915 (19 ² / ₅ '')
Diktat	653 812	913 (7 ⁴ / ₅)	7312 9815	12713	229015.

Aufgabe	83714 (22'')	37612 (20 ¹ / ₅ '')	631518 (24 ¹ / ₅ '')	712931 (30 ¹ / ₅ '')
Diktat	38714	37612	31618	712913

1319411 die Zahl zu groß, kann er nicht auffassen.

Zahlen durch Klopfen in die Handfläche des Pat. richtig gezählt, ebenso durch Bewegung.

139769835 6875384673 findet die gleichen Zahlen heraus.
Zahlen, die nur aus geraden Strichen

bestellen:	1, 4, weiter keine.
9 umgekehrt:	6
aus Kreisen zusammengesetzt werden:	0, auf 8 kommt er nicht.
? Zahlen unten gleich:	5 und 3, sehr langsam,
? Zahlen oben gleich:	2 und 3, noch langsamer,
? sieht eine römische 3 aus: III Striche,	? Zahl aus einem aufrechtstehenden Winkel + V momentan,
? sieht eine römische 7 aus: ein aufrechter Winkel und zwei Strichen.	wie ein aufrechtstehender Winkel u. III Strichen: VIII mom., 2 Striche, die sich kreuzen?: X.

Metronom.

Schläge schätzen ohne Zählen.

10 Schläge nicht möglich.

4	„	richtig	132	in der Minute,
6	„	„	„	„
8	„	6	„	„
7	„	8	„	„
10	„	6	160	zählt den Takt,
12	„	12	160	„
19	„	20	160	„
21	„	20	192	„

Rückwärtszählen nur die geraden Zahlen. Dauer 3'9''.

100 98 96 94 92 90 88 86 84 82 80 78 74 72 70 — 68 64 62 60
— 58 56 54 52 50 48 46 — — 44 42 40 — — 38 36 34 32 30 28 26 24
22 20 18 16 14 12 10 2 8 6 4 2.

Zählen bis 10 und abwärts 1 2 3 4 kann er nicht, anfangs 1234567 8, dann versagt er ganz.

Bummspiele mit der 7.

7 24 falsch, 28 f., 35 f., — 50 sehr langsam.

Mit der 4? 14f., 18f., hat bis 32 die Zahl vergessen, 32f., 41f., usw., 3Min...

Vorstellung: Viereck durch Diagonale geteilt, kann er nicht.

Viereck eine Ecke abgeschnitten, 6 Ecken, kommt nicht zustande.

Viereck zwei Ecken abgeschnitten, kommt nicht zustande, sagt, daß er es sich nicht vorstellen kann.

Viereck drei Ecken abgeschnitten, kommt nicht zustande, sagt: ja, wenn ich es mir aufzeichnen könnte.

Schätzen von Murmeln: 6 ist 6; 9 ist 9; statt 10 = 12; statt 8 = 13; statt 14 = 15; statt 18 = 20.

Schätzen von Gruppen: 4 Gruppen zu 4? = 16; hat die Gruppe erkannt.

5 Gruppen zu 5? = 25; sagt 5 Gruppen zu 5.

7 Gruppen zu 7? = 32; sieht 4 Gruppen zu 8. Bei der Wiederholung sagt er 5 × 8, kann also 5 Gruppen zu 7 nicht mehr schätzen. (7 in Sternform).

Lesen von Schrift-Buchstaben: L W C O mom. Q erst nach längerem Überlegen.

Lesen von Druck-Buchstaben: M S Z C mom.

 Gibt an 3 und 5-Eck. Zeichnet die Figur selbst auf, zählt dann 4 Ecken; er kann es sich nicht vorstellen.

Zuckerhut vorstellen: Spitze wagerecht abschneiden! Es entsteht ein Kreis.

Zuckerhut vorstellen: Spitze schräg abschneiden! Oval, Ellipse ist nicht bekannt.

Würfel! Wieviel Ecken? 16! Wieviel Flächen? 6; zählt für sich.

Ecken kann er sich nicht vorstellen. Der Unterschied zwischen Ecken und Kanten ist bekannt, er zeigt Ecke und Kante am Tisch.

Am Modell gezeigt, gibt er 8 Ecken und 4 und 4 sind 8 und nach einiger Zeit 12 Kanten. Vom Würfel Ecke weg, was für eine Fläche entsteht? Kann sich's nicht vorstellen.

Von 100 rückwärts zählen und stets 3 Zahlen überspringen!

Nach 94 lange Pause, sagt 93, weiß aber sofort, daß es falsch ist.

Bei 88 beginnend, sagt er nach 30¹/₅'' 83.

Auf 82 folgt nach 5'' = 79, nach 20'' 76, nach 10'' 73; nach 7'' 70; nach 11'' 67; nach 9'' 64; nach 13'' sagt er 59.

Nach 25'' fragt er nochmals nach der Aufgabe, bringt es auch nach langer Zeit nicht fertig, da er die vorhergehende Zahl immer wieder vergißt.

1 × 3 = 3	+ mom.	3 — 1 = 2	+ 2''
2 × 4 = 8	+ „	8 — 3 = 5	+ 2''
3 × 5 = 15	+ „	13 — 5 = 8	+ 3 ² / ₅ ''
4 × 6 = 24	+ „	18 — 7 = 11	+ 4''
5 × 7 = 35	+ „	32 — 9 = 23	+ 10''
6 × 8 = 48	+ „	50 — 29 = 21	+ 19''
7 × 9 = 56	— 3	43 — 19 = 22	+ 19''
8 × 10 = 80	+ mom.	36 — 11 = 25	+ 7''
9 × 11 = 99	+ 15''	38 — 17 = 21	+ 13''
12 × 13 =		48 — 19 = 29	+ 32''.

2 + 2 = 4	+ mom.	6 : 2 = 3	+ mom.
3 + 4 = 7	+ „	8 : 4 = 4	— wiederh. 2
4 + 6 = 10	+ „	15 : 3 = 5	+ 4 ³ / ₅ ''
5 + 8 = 13	+ 5 ² / ₅ ''	12 : 2 = 6	+ 2''
8 + 14 = 22	+ 25''	18 : 2 = 9	+ 4 ⁴ / ₅ ''
11 + 20 = 31	+ 6 ³ / ₅ ''	28 : 7 = 4	+ 3''
14 + 26 = 40	+ 14 ⁴ / ₅ ''	81 : 3 = 27	+ 37''
17 + 32 = 49	+ 26 ² / ₅ ''	126 : 6 = 21	+ 19 ² / ₅ ''
20 + 38 = 58	+ 6''	192 : 4 = 48	— 12 ² / ₅ ''
23 + 44 = 67	+ 17 ⁴ / ₅ ''	369 : 9 = nach längerer Zeit behauptet er, es nicht fertig zu bringen.	

1. VI. 17. Zahlenmerken:

Optisch:	akustisch:
236 +	4226 +
3229 +	51328 +
928302 behält er nicht	78869 +
30928 behält er nicht	534982 +
8923 +	671833 +
	7958961 — wiederh. 6 Zahlen
	6232459 wiederh. d. 1. 4 Z.
	7543845 +
	6913872 weiß d. letzten drei Zahlen nicht.

873
675
903

Vermag die Zahlen der 3 Reihen sich nicht zu merken.

Lesen:	Diktat:
427 +	653 + 10 ² / ₅ ''
2794 +	812 + 7'' zögert lange, ehe er die
92704 +	7312 + 10 ⁴ / ₅ '' Zehner schreibt.
42190 + 12''	12713 + 12 ¹ / ₅ '' zögert lange, ehe er
974102 + 15 ¹ / ₅ ''	die Zehner schreibt.
7481229 + 18'' zählt die Stellen ab	753614 — 37 ¹ / ₅ '' muß wiederh. wer- den, verbessert sich.
	1319411 + 26 ² / ₅ '' do do.

15. VII. 17. Merken von Zahlen:

Akustisch:	Optisch: 2''
693420 +	12287 sagt 1722 wiederholt +
785392 2 an falscher Stelle.	90128 sagt 901, weiter weiß ich nichts.
643921 +	
1879653 +	827219 sagt 8217

59824391 9 vergessen.

7582 „ 7528

2457 „ 2457 3'' angeschaut.

57102 + 3'' angeschaut.

103.	Zeit: 1' (muß während des Anschauens Rhabarber sagen).
572.	Weiß nur die 1. Reihe 103. (Wenn ich spreche, kann ich nichts behalten.)
294.	2. Versuch. Zeit 1'. 1. Reihe 103. 2. Reihe 597. 3. Reihe weiß er nicht; die Diagonale kann er auch nicht angeben, sagt 1 und 2.

Wenn ich vor 3 einen senkrechten Strich stelle, was gibt es? 2 Nullen. Ein Buchstabe wird daraus, sagt s oder vielmehr ß. B bekommt er nicht heraus.

Ein kleines lat. „d“ kann er nicht schreiben, als er aber „Eduard“ lat. schreiben soll, findet er es plötzlich. Er soll „d“ umdrehen, kann es nicht, schreibt es dann umgekehrt hin, erkennt aber nicht, daß er nun ein „q“ vor sich hat.

Gibt die Erklärung für ein Quadrat ziemlich richtig.

Welches Gebilde erhalte ich, wenn ich durch ein Quadrat die Diagonale ziehe? Ich erhalte 2 , findet nur schwer das Wort „Dreiecke“.

Vom Viereck 1, 2, 3, 4 Ecken abschneiden! Ich erhalte 5-, 6-, 7-, 8-Eck.

Er gibt an, bei Lösung der Aufgaben den im Zimmer hängenden Stundenplan angeschaut zu haben.

Die tachystoskopische Untersuchung ergibt eine erhebliche Verlangsamung des optischen Auffassungsvermögens, vor allen Dingen für Haufengebilde, die aus Punkten und Quadraten bestehen. Er braucht mindestens 1 Sekunde, um zwei Punktgruppen in Formen von je einem Quincunx zu erkennen; ebenso von 2×4 runden Kreisen. Dagegen werden Reihen von vier und acht Punkten erst in 3 Sekunden erkannt. Zahlen erkennt er erst ebenfalls in 3 Sekunden. Besser werden Worte gelesen. Das Lesen von Worten wie Sonne, Tisch, Abrüstung und beobachten gelingt schon in $\frac{1}{10}$ Sekunde. Ebenso erkennt er Bilder in $\frac{1}{10}$ Sekunde.

Bei dem Patienten Ul. handelt es sich von Anfang an um eine ganz isolierte Störung. Es bestand keine Sprachstörung, nur eine Alexie und Agraphie und eine rechtsseitige Hemianopsie. Dazu kommt dann die Rechenstörung. Diese Rechenstörung zeigt einmal das uns schon bekannte Bild. Das Kopfrechnen ist gestört, und zwar hauptsächlich das Addieren und Subtrahieren geschieht erheblich verlangsamt, während beim Multiplizieren die Verlangsamung bei den Zahlen des kleinen Einmaleins nicht in die Augen fällt. Sobald aber größere Zahlen zu multiplizieren sind, tritt fast eine Unmöglichkeit zu rechnen auf. So ver-

mag er 12×13 nicht zu multiplizieren; fragt nach 25 Sekunden wieder nach der Aufgabe und bringt auch nach längerer Zeit die Multiplikation nicht fertig, da er das Teilresultat immer wieder vergißt. Es ist das der gleiche Vorgang, den wir auch bei L. beobachtet haben. Halten wir noch dazu, daß die akustische Merkfähigkeit für Ziffern nicht erheblich herabgesetzt ist, dagegen im hohen Maße für optisch gebotene, so können wir wohl uns auch hier vorstellen, daß eine Schwächung des visuellen Gedächtnisses für Zahlen eingetreten ist, die das Festhalten der Teilresultate nicht mehr gestattet. Auch bei dem Patienten Ull. gelingt das schriftliche Rechnen verhältnismäßig gut. Er rechnet ein Blatt des Förderkurses für Rechenübungen von Poppelreuter in ca. 42 Minuten durch, macht dabei allerdings sieben Fehler. Beim Kopfrechnen aber beträgt die Gesamtsumme von 10 Additionen $103\frac{1}{5}$ Sekunden, also im Durchschnitt 10,3 Sekunden, im schriftlichen Rechnen dagegen bei Addition von 19 entsprechenden Aufgaben nur 7,6 Sekunden. Man sieht also auch hier in den Zeiten — in der Verlangsamung des Rechnens im Kopfe und umgekehrt in der Beschleunigung beim schriftlichen Rechnen — den Einfluß, den das optische Moment beim Rechnen ausübt, genau so wie wir es bei L. und Sch. konstatieren konnten. Nebenbei möchte ich bemerken, daß bei dem Patienten auch eine erhebliche Störung der Konzentrationsfähigkeit besteht. So gelingt ihm weder das Bummsspiel — hier macht er sehr viel Fehler —, noch kann er rückwärts nur die geraden Zahlen zählen. Immer wieder muß er große Pausen machen, um sich beim Zählen zurechtzufinden. Bei ihm ist auch die optische Formvorstellung erheblich gestört. Er kann sich ein Viereck, dem er 1, 2, 3, 4 Ecken abschneidet, nicht vorstellen und infolgedessen auch nicht ausrechnen, wieviel Ecken das Gebilde nachher hat. Ebensowenig kommt er zustande beim Berechnen der Ecken, Kanten und Flächen eines Würfels. Dabei handelt es sich durchaus um einen Menschen, der intelligent ist und der als Friseur gut durchs Leben gekommen ist. Er ist ein gewandter Mensch, der jetzt zurzeit in dem großen Lazarett als guter Friseur und Barbier gesucht ist.

Ull. zeigt aber vor allen Dingen eine Störung, die wir kurz schon bei L. erwähnten und die hier in sehr ausgesprochenem Maße vorhanden ist. Soweit ich gesehen habe, hat Sittig sie das erste Mal beschrieben. Auch Poppelreuter hat sie, wie ich schon oben erwähnte, bei seinen Kranken beobachtet. Es handelt sich darum, daß der Patient sowohl beim Lesen als auch beim Diktatschreiben die

Ziffern umstellt. Diktirt man ihm z. B. 538, so schreibt er 583, oder bei 13832 13823. Dieselbe Beobachtung kann man auch beim Lesen von größeren Zahlen bei ihm machen. Es bezieht sich diese Umstellung der Ziffern fast ausnahmslos auf die Zehner und Einer; einmal findet sie sich auch bei den Tausendern. Sittig sieht diese Störung als Folge einer sensorischen Aphasie an. Zwei Momente sprechen meines Erachtens dagegen. Erstens zeigte der Fall Ull. keine Sprachstörung, auch nicht unmittelbar nach der Verwundung; sein Sprachverständnis war in keiner Weise gestört. Zweitens zeigen die Fälle von sensorischer Aphasie genau so wie D. sehr häufig ein gut erhaltenes Zahlenlesen. Ich habe ja bei dem Falle D. und Sch. schon darauf hingewiesen. D. zeigte anfangs sehr ausgesprochene Zeichen einer sensorischen Aphasie, ohne daß sich dabei die erwähnte Störung erkennen ließ. Um sich klarzumachen, worauf diese Störung beruht, müssen wir nebeneinanderstellen das Zahlwort von Zehnern und Einern und das Ziffernbild: Also z. B. achtunddreißig geschrieben und 38 als Symbol. Man sieht dann beim Zahlwort, das wir ja auch beim Sprechen gebrauchen, daß hier ein Gegensatz zwischen ihm und dem Ziffernbild besteht. Die Reihenfolge, die wir im Positionssystem einhalten, wird hier durchbrochen beim Sprechen und es findet eine Umkehrung statt. Ull. aber vermag diese Umkehrung von Wortbild zum Ziffernbild nicht mehr mitzumachen, sondern er schreibt die Zahlen so, wie er sie hört, oder umgekehrt, wenn beim Lesen der Zahlen zuerst bei 38 die 3 kommt und dann die 8, so sagt er nicht, die 3 an vorletzter Stelle heißt 30 und die letzte Zahl 8, sondern läßt einfach die Ziffer 3 auf seinen Sprachapparat wirken, sagt 3 und sieht nun dahinter die 8; da er aber nicht 3 und 8 sagen kann, wie wenn er an vierter Stelle eine 2 sieht, sie 2000 ausspricht und an dritter Stelle eine 3 als 300, so gerät er hier in Verlegenheit und formt aus der 3 und 8 rein mechanisch 83. Man könnte ja hier, wie das so häufig bei derartigen Prozessen geschieht, von einer Dissoziation reden, z. B. vom Farbnamen zur Farbe. Da aber diese Störung hier sich nur auf eine Dissoziation des Optischen und Akustischen bei Zahlenschreiben und Lesen beschränkt, so scheint mir diese Erklärung nicht recht einleuchtend. Es wäre eigentlich unverständlich, wenn hier eine Trennung zwischen der Verarbeitung optischer und akustischer Reize bestände, daß diese sich nur gerade auf das enge Gebiet des Zahlenschreibens und -lesens beschränkte. Die Vorstellung, daß eine Dissoziation zweier sensorischer Gebiete möglich sei, geht aber immer von der Annahme aus, daß diese Reize sich an irgendeiner Stelle

treffen und nun dann gemeinsam auf das motorische Gebiet überfließen, daß aber eine Verschweißung und Verarbeitung beider zu einem einheitlichen Komplex nicht stattfindet. In dieser Beziehung hat der Storchsche Begriff von der Stereopsyche eine viel größere Berechtigung, als ein Gebiet, in dem die verschiedenen sensorischen Reize zu einer Einheit verarbeitet werden.

Wir haben weiter oben bei der Besprechung des Zahlbegriffes zugleich von ihm den Ziffernbegriff abgetrennt und als etwas besonderes hingestellt. Dieser Ziffernbegriff setzt sich zusammen aus dem Zahlwort und aus dem Kennen des Positionssystems. Das Positionssystem ist aber etwas nur optisch zu Erfassendes. Ich kann es mir nur geschrieben klar machen. Zum Ziffernbegriff gehört endlich noch die Kenntnis der Zahlensymbole. Fassen wir nun aber die Störung, die uns hier beschäftigt, als eine Störung des Ziffernbegriffes auf, so müssen wir uns fragen, was denn am Ziffernbegriff hier gestört ist. Stellt man die Frage derartig, so wird es deutlich, daß hier ein gewisser Verlust in der Kenntnis des Positionssystems eingetreten ist. Der Patient hat den Stellenwert vergessen. Er weiß nicht mehr, daß die 3 an vorletzter Stelle als Zehner zu benennen ist und die 8 als Einer. Bei den Hunderten und Tausendern ist die Störung nicht so leicht zu erwarten; denn er wird zwangsläufig die 5 an dritter Stelle, wenn der Ziffernbegriff nicht vollkommen verloren gegangen ist, als 500 lesen. Dagegen wird, da bei den Zehnern und Einern ein Knick zwischen Positionssystem und Sprache vorhanden ist, der Ablauf des Reihensprechens gestört sein und so der Fehler entstehen. Der Fehler liegt hier nicht im Akustischsensorischen, auch nicht im rein Optischen, sondern eben im Begrifflichen, in der Verarbeitung der beiden sensorischen Komponenten zur Resultante. Da aber der Begriff des Positionssystems wesentlich im Visuellen beruht, so muß man doch hier annehmen, daß hier die Schwächung des optischen Apparates die Schuld an der Störung im Begrifflichen trägt. Die Störung ist natürlich keine so große, daß der Ziffernbegriff vollkommen vernichtet ist. Dagegen ist bei ihm der Zahlbegriff nicht betroffen. Sowohl das Schätzen von Kugeln wie von Metronomschlägen sprechen dagegen, wie selbstverständlich auch seine ganze Fähigkeit zum Rechnen. Natürlich könnte man auch einfach von der Vorstellung ausgehen, daß der Ziffernbegriff ein Teil des Zahlbegriffes sei und er nur um diesen Teil ärmer geworden sei. Die Gründe, die für eine Trennung von Zahl- und Ziffernbegriff sprechen, haben wir aber schon weiter oben erörtert.

Linksseitige Hemianopsie.

Ich besitze nur einen einzigen Fall von reiner linksseitiger Hemianopsie, der deswegen von Interesse ist, weil er keinerlei Rechenstörung aufweist.

Vorgeschichte. Pat. S. ist am 10. VIII. 1914 ins Feld gekommen, wurde am 9. IX. 1914 verwundet durch Gewehrschuß (Durchschuß) und kam am 10. IX. 1914 in französische Gefangenschaft, war seitdem teils in Frankreich, teils in Korsika in Gefangenschaft. Am 21. VII. 1917 ist er als Austauschgefangener nach Berlin gekommen. Nach der Verwundung war er bewußtlos und zwar 24 Stunden. Nach seiner Aufnahme war er anfangs 2 Tage vollkommen blind; allmählich Besserung, nur beobachtete er, daß er links immer gegen Gegenstände anlief. Er meint, daß er im linken Arm und Bein eine Schwäche gehabt hat. Er kann gut gehen, bekommt aber oft Schwindel. Er schildert dies so, daß es ihm dann so ist, als ob sich der Oberkörper nach rechts herumdreht, außerdem bekommt er Schwäche in den Beinen beim Laufen. Endlich klagt er darüber, daß er die Hände zeitweise schlecht schließen kann. Es treten zeitweise Krämpfe auf, auch Kopfschmerzen, sowie Schwindel beim Liegen auf dem Rücken. Das Gedächtnis soll leidlich sein, nur das Lesen strengt ihn sehr an. Lesen vermag er nur eine Viertelstunde lang, kann dann aber nicht mehr weiter lesen, weil es flimmert. Das Rechnen soll gut gehen. Im Januar 1915 ist ihm ein Knochensplitter an der Einschußöffnung entfernt worden und im Sommer 1915 sind spontan vier Knochensplitter aus der hinteren Einschußöffnung herausgekommen. Auf dem rechten Ohr hört er schlecht und zwar seit der Verwundung.

31. VII. 1917. Aufnahmebefund. Pat. ist ein 171 m großer, kräftig gebauter Mann mit guter Muskulatur. Es findet sich eine Einschußöffnung einen Querfinger breit über dem oberen Ohrpol und etwa ebensoweit vor demselben. Die Ausschußöffnung findet sich am Hinterkopf, direkt in der Medianlinie einen Querfinger oberhalb der Verbindungslinie beider oberer Ohrpole, so daß der Schuß horizontal durch das Gehirn hindurchgegangen ist. Augenbewegungen sind frei. Es besteht ein Nystagmus. Pupillen und Lidspalten sind gleich weit. Die Gesichtsnerven funktionieren normal und sind auch in der Ruhe innerviert. Die Sprache zeigt keine Sonderheiten. Pat. spricht fließend, grammatikalisch richtig und rhythmisch. Der Gang zeigt nichts Besonderes, auch beim Kehrtmachen treten keine Störungen auf. Er hat Plattfüße. Kein Schwanken beim Augenschluß. Pat. steht auf dem linken Bein allein unsicher, während das rechts nicht der Fall ist. Mit der linken Hand greift er beim Versuch Finger-Nasenspitze oder Finger-Ohr immer etwas daneben, rechts nicht. Beim Zeigerversuch weichen beide Hände nach rechts ab. Beim horizontalen Versuch weichen beide Hände nach oben ab. Auf dem rechten Ohr hört er in $2\frac{1}{2}$ m Entfernung Flüstersprache, auf dem linken Ohr in 4 m Entfernung. In der linken Hand besteht eine leichte Adiadochokinesis. Der Händedruck ist links schwächer als rechts, ebenso wie die Streckung des linken Armes mit minderer Stärke vor sich geht. Die Sehnenphäno-

mene an beiden unteren Extremitäten sind vorhanden, ebenso Bauchdecken- und Kremasterreflex. Eine Hypotonie in den Beinen besteht nicht. Die grobe Kraft in beiden Beinen ist ungefähr gleich, aber die Plantarflexion des linken Fußes geschieht mit verminderter Kraft. Eine Ataxie besteht in den Beinen nicht. Beim Aufrichten aus der Rückenlage ohne Unterstützung der Arme bleibt der linke Fuß zurück. Es besteht also im linken Bein eine Hemiasynergie; eine Lagegefühlsstörung besteht nicht, ebenso wenig eine Sensibilitätsstörung. Es besteht eine linksseitige Hemianopsie. Puls beträgt 60. Die Arterie ist gespannt.

Herz, Lunge, Urin o. B.

Beim Drehversuch kein Nystagmus, weder beim Drehen nach rechts noch links, dagegen wird der Kopf ganz rot. Er fängt an zu weinen. Er bekommt Wasser zu trinken, schluckt es aber nicht herunter. Es hat den Anschein, als ob er einen Anfall von Absenke hätte. Nach einer Minute wird das Gesicht wieder blasser.

25. IX. Pat. klagt über Schwindelgefühl und Kopfschmerzen.

19. X. Pat. hat noch immer Schwindelanfälle, die wahrscheinlich optisch bedingt sind und sich erklären durch das Gesichtsfeld, das in Erkennung von Gegenständen außerordentlich eingeschränkt ist. Es werden Gegenstände nur in einem Kreis von 10^0 erkannt.

25. X. Pat. sieht in Entfernung von 5 m die Schatten nicht, die ein Bett auf den Boden wirft. Er gibt an, daß er auf der Straße beim Gehen die Entfernung nicht taxieren kann, wenn er z. B. zwei Laternen sieht, so kann er nicht schätzen, wie weit dieselben auseinander stehen. Beim Herannahen eines Wagens ist er nicht imstande zu beurteilen, ob er noch herüberkommt oder nicht, er muß ungefähr 5 m in entgegengesetzter Richtung zurückgehen. Die Folge dieses Zustandes ist natürlich Unsicherheit und Schwindel, selbst beim Stehen tritt schon Schwindelgefühl auf. Beim Fußangenschluß kein Romberg, doch meint er, daß es ihm große Mühe kostet, sicher zu stehen. Beim Geradeausgehen und Kehrtmachen keine Störung. Beim Harken und Fegen hat er die Beobachtung gemacht, daß er die Dinge, die in der Nähe liegen, nicht sehen kann, ebenso Unebenheit nicht erkennt, wohl sieht er aber alle Fehler, wenn andere diese Arbeiten verrichten. Eine Formveränderung der Gegenstände, die er nicht ganz übersieht, besteht nicht. Beim Treppensteigen kann er die Höhenentfernung gut taxieren.

1. XI. Pat. wird in einem bekannten Zimmer oder wo er die Plätze aller Gegenstände kennt, nicht schwindelig, ebenso von der Station nach dem Verwaltungsgebäude. Es tritt nur dann Schwindel auf, wenn Leute ihm in den Weg kommen oder noch schlimmer, wenn ein Wagen ihm entgegenfährt. Pat. steht auf jedem Bein frei bei geschlossenen Augen, Zeigerversuch ist jetzt normal, auch keine Adiadochokineses, kein Romberg, keine Ataxie und keine Asynergie mehr.

$$\begin{array}{rcl}
 1 \times 3 = 3 + \text{mom.} & & 3 - 1 = 2 + \text{mom.} \\
 2 \times 4 = 8 + \text{,,} & & 8 - 3 = 5 + \text{,,} \\
 3 \times 5 = 15 + \text{,,} & & 13 - 5 = 8 + \text{,,}
 \end{array}$$

$4 \times 6 = 24 +$ mom.	$18 - 7 = 11 +$ mom. erst 9
$5 \times 7 = 35 +$ „	$32 - 9 = 23 +$ „
$6 \times 8 = 48 +$ „	$36 - 11 = 25 +$ „
$7 \times 9 = 63 +$ „	$38 - 17 = 21 +$ „
$8 \times 10 = 80 +$ „	$48 - 19 = 29 +$ „ erst 19
$9 \times 11 = 99 +$ „ wiederholt	$50 - 28 = 22 +$ „
$12 \times 13 = 156 +$ „	$43 - 17 = 26 +$ „
Zeit $\frac{1}{4}$ Minute.	Zeit $\frac{4}{5}$ Minute.
$2 + 2 = 4 +$ mom.	$6 : 2 = 3 +$ mom.
$3 + 4 = 7 +$ „	$8 : 4 = 2 +$ „
$4 + 6 = 10 +$ „	$15 : 3 = 5 +$ „
$5 + 8 = 13 +$ „	$12 : 2 = 6 +$ „
$8 + 14 = 22 +$ „	$18 : 2 = 9 +$ „
$11 + 20 = 31 +$ „	$28 : 7 = 4 +$ „
$14 + 26 = 40 +$ „	$81 : 3 = 27 +$ „
$17 + 32 = 49 +$ „	$126 : 6 = 21 +$ „
$20 + 38 = 58 +$ „	$192 : 4 = 48 -$ „
$23 + 44 = 67 +$ „	$369 : 9 = 41 +$ „
Zeit $\frac{3}{5}$ Minuten	Zeit $\frac{3}{5}$ Minuten

$$X - 3 = 14 = 17$$

$$X + 5 = 16 = 11$$

$$X : 9 = 5 = 45$$

$$\text{Zeit } \frac{1}{5} \text{ Minute}$$

Reaktion sofort. Merkfähigkeit.		Worte.
3495631 gibt an	349531.—	5 Worte: sämtlich wiederholt.
2699834 „ „	2699834 +	7 „ „ „
178716 „ „	178716 +	
731612 „ „	731612 +	
239134 „ „	239134 +	
89713 „ „	89713 +	
27614 „ „	27641 — daß sofort verbessert	27614
nach $\frac{1}{2}$ Minute richtig wiederholt.		
Alle Zahlen sofort wiederholt, fast fehlerlos.		

Gelesen:	Kopie:	Diktat:	Zeit	
1903	1903	7536714	$7\frac{2}{5}$ ''	statt 914 = 714 geschrieb.
7582	7582	82514	$28\frac{4}{5}$ ''	muß wiederholt werden.
175246	175246	9613	$3\frac{4}{5}$ ''	
19034	19034	82514	$2\frac{2}{5}$ ''	
287026	287026	91613	$3\frac{4}{5}$ ''	
218256	218256	118756	4''	
1724812	1724812	7613426	$6\frac{1}{5}$ ''	muß 428 heißen.

Welche Zahlen bestehen nur aus geraden Strichen? 1, 4.

Welche Zahlen schreibt man mit einem oder zwei Kreisen? 8 mom.,
9 umgedreht = 6 momentan.

Welche Zahlen sehen sich im unteren Teil ähnlich? 5, 3, 9.

Römische Zahlen: Welche besteht aus einem Winkel? V. Zwei
Winkeln X mom.

Welche besteht aus einem Winkel und einer Geraden davor? IV.
Zahlenkarré.

197 Zeit: 45". 1. Reihe 197. 3. 618. 2. 503, senkrechte Reihe vorn 1, 5,
6, senkrechte Reihe hinten 7, 3, 8.

503 1. Diagonale 1, 0, 8.

618 2. Diagonale 7, 0, 6.

Bummenspiel geht gut.

In geraden Zahlen von 100 rückwärts zählen: +

Addieren $1 + 2 = 3 + 3 = 6 + 4 = 10$ usw., = + ohne Fehler.

Welche Zahlen von 1—10 klingen ähnlich? 1, 2, 3.

Welche Zahlen haben die gleichen Anfangsbuchstaben? 6, 7 mom.,
zählt ohne Aufforderung und findet 2, 10.

Bis 10 zählen und die 4. Zahl betonen = +.

Wenn eine Seite des Quadrats 15 cm, wie lang sind alle 4 Seiten?
60 cm.

Wenn man ein Quadrat durch eine Parallele teilt, was entsteht?
2 Rechtecke +.

Was entsteht, wenn man eine Diagonale zieht? 2 Dreiecke.

Was entsteht, wenn eine Linie von einer Ecke zur Gegenseite gezogen
wird? 1 Dreieck, 1 Viereck.

Wieviel Ecken hat der Würfel? 4, er findet dann sofort 8.

Wieviel Flächen hat der Würfel? 4, er findet dann 6.

Wieviel Kanten hat der Würfel? 8, findet dann 12.

Zählen von Kugeln 2" betrachtet, 7 in einer Reihe +, 15 in zwei
Reihen +, 16 in drei Reihen +. Gruppen von Kugeln werden sofort er-
kannt und angegeben.

3 Zahlen merken: 5, 0, 6. — 1, 3, 4. — 9, 3, 7. Nach einmaliger
Wiederholung vermag er die Zahlen in und außer der Reihe anzugeben

Akustische Merkfähigkeit.

59734 +
85463 +
785986 +
619436 +
7658732 +
69254328 +
734319867 +

Optische Merkfähigkeit.

4527 +
91457 +
245179 +
5274917 = 5279714
2146675 +
67214167 +
67416 = 64616

94251 sagt 95271 oder 97251.

Bei dem Patienten S. besteht neben der linksseitigen Hemi-
anopsie noch eine ganz leichte Gleichgewichtsstörung und ein
Schwindel, der sich bemerkbar macht nur auf der Straße und in un-

bekannten Räumen. Außerdem läßt sich bei ihm eine Störung der Tiefenwahrnehmung feststellen; wahrscheinlich beruht der Schwindel bei ihm darauf, daß er auf der Straße die Entfernung der sich bewegendenden Menschen und der feststehenden Gegenstände nicht schätzen kann. Endlich treten bei ihm zeitweise epileptische Anfälle auf.

Betrachtet man nun die Protokolle über seine Rechenfähigkeit, so ergibt sich bei ihm ein großer Gegensatz zu den rechtsseitig Hemianopischen. Das Multiplizieren, Addieren, Subtrahieren, Dividieren geht gleich gut und gleich schnell. Das Lesen, Kopieren und nach Diktatschreiben von Zahlen zeigt keine Störung. Die akustische und optische Merkfähigkeit von Zahlen ist gleich tadellos. Das Zahlenkarree merkt er sich sehr schnell und kann auch die Zahlen in den Diagonalen auf-sagen, so daß hier sicher ein visueller Typus vorliegt. Ebenso ist die optische Formvorstellung ganz intakt; auch tachystoskopisch finden sich keine Störungen, so daß wir hier sagen können, daß eine Rechenstörung nicht vorliegt, ebensowenig aber eine Störung in der optischen Formvorstellung; nur seine Tiefenwahrnehmung hat gelitten.

III. Fälle mit doppelseitiger Hemianopsie und Rechenstörung.

Pat. St., Unteroffizier, 34 Jahre alt, wurde am 17. II. 1915 verletzt, und zwar: Durchschuß mittelst Infanteriegeschöß. War 12 Tage bewußtlos. Der Schuß traf die linke Scheitelschläfengegend und der Ausschuß war am Hinterkopf. Anfangs war die Sprache verloren, er verstand aber alles, was man zu ihm sprach. Es bestand eine rechtsseitige Lähmung. Im September 1915 fand sich noch eine mäßige Lähmung im rechten Bein und eine Ungeschicklichkeit in der rechten Hand. Er versteht alles, was man zu ihm sagt. Die Sprache ist langsam, Pat. bekommt mitunter die Worte schwer heraus. Es besteht eine vollständige rechtsseitige Hemianopsie. In der rechten Hand besteht eine stereognostische Störung und eine Ataxie. Es macht ihm das Lesen einige Schwierigkeiten, besonders das Zusammenfassen der einzelnen Buchstaben zu einem Wort.

1. X. 1915. Pat. klagt besonders über starke Schwindelempfindungen und will deswegen auch nicht lesen können.

Befund: Die statische Ataxie der rechten Hand ist noch ausgesprochen. Vollständige stereognostische Störung der rechten Hand. Er greift sehr ungeschickt zu.

Er verläßt das Bett noch nicht gern, weil ihm dann schwindelig wird.

Auch die Unterhaltung läßt keinen Sprachdefekt hervortreten. Einzelne Buchstaben kann er mit der linken Hand schreiben und auch nachschreiben; die rechte Hand ist noch sehr ungeschickt.

Röntgenbild: Zwei Knochendefekte in der Schädelkapsel sichtbar,

einer mehr nach hinten gelegen, der andere mehr nach vorn; bei letzterem ist der Rand unscharf, möglicherweise beginnt hier eine Nekrose.

10. X. 1917. St., Paul, 34 Jahre, Tischler von Beruf, Unteroffizier. Am 5. Mobilmachungstage eingezogen, nach drei Monaten ins Feld kommen, am 12. II. 1915 verwundet, Kopfschuß. Bei der Verwundung Filzhelm getragen, war nachher 16 Tage bewußtlos, hatte die Sprache verloren und war rechts gelähmt. Hat Krämpfe und Schwindelanfälle in unregelmäßigen Intervallen, meint früher alle acht Tage sie gehabt zu haben. — Verheiratet, 2 Kinder, die Berliner Gemeindeschule besucht bis zur 2. Klasse. Vater gesund, Mutter 1907, unbekannt woran, gestorben. Pat. war früher stets gesund, will Syphilis nicht gehabt haben.

Pat. wurde wieder ins Lazarett verwiesen, weil die Frau ihn verlassen hat und die Schwiegermutter nicht länger für ihn sorgen wollte.

Befund: 1,70 m großer Mann mit mäßiger Muskulatur und zahlreichen Tätowierungen. Es findet sich ein Einschuß links, zwei Querfinger von der Sagittalnaht, an der Verbindungslinie beider Ohrwurzeln und eine Ausschußnarbe am Hinterkopf, dicht unter der Sagittalnaht. Bei dem Pat. besteht eine rechtsseitige Hemianopsie mit starker Einengung im l. oberen und unteren Quadranten (Fig. 3). Die Zunge weicht etwas nach rechts ab, VII ist normal. Pupillen und Lidspalten gleich weit, Augenbewegungen frei. Der Gang zeigt noch leichte, hemiplegische Störungen des rechten Beines; der rechte Arm wird beim Gehen abduziert. Die grobe Kraft der rechten Hand ist herabgesetzt, die des Armes weniger. Beim Finger-Nasenversuch tritt erst ein leichtes Wackeln auf, außerdem besteht ein leichtes Vorbeizeigen. Pat. faßt beim Versuch, mit der linken Hand nach der rechten zu greifen, bei geschlossenen Augen meist daneben; doch macht das ganze einen gewollten Eindruck.

Umfang des Oberarmes rechts = 21 cm, links = 24 cm.

Umfang des Unterarmes rechts = 22 cm, links = 24 cm.

Es besteht in der rechten Hand eine stereognostische Störung. Am Arm und an der rechten Brustseite scheinen Berührungen weniger deutlich empfunden zu werden als links, doch sind seine Angaben nicht einwandfrei. Nadelstiche werden gleichmäßig empfunden. Eine Apraxie besteht nicht. — Das rechte Bein ist dünner als das linke.

Umfang handbreit über der Patella rechts = 34 cm, links = 36½ cm.

Umfang der Wade rechts = 28 cm, links = 30 cm.

Sehnenphänomene rechts lebhafter als links. Andeutung von Fußklonus, Zehenreflex plantar. Beim Kniehackenversuch besteht im rechten Bein eine deutliche Ataxie, im linken nicht. In der rechten großen Zehe besteht eine Lagegefühlsstörung. Ein Unterschied bei Berührungen und Nadelstichen scheint in den Beinen nicht zu bestehen. Kremasterreflex ist beiderseits vorhanden, der Bauchdeckenreflex fehlt rechts. In der rechten Hand besteht eine Muskelsinnstörung, er kann mit derselben gar nicht schreiben.

Untersuchung Stabsarzt Dr. Liebau. 2. XI. 1917:

Trommelfelle: rechtes trockene Perforation, linkes o. B.

Flüstersprache: rechts ½ m, links 2 m.

Weber: rechts.

Rinne: links +, rechts —.

Knochenleitung beiderseits 15/20.

Spontan: kein Nystagmus.

Nach Spülen des linken Ohres mit 20° warmen Wassers 20 ccm, schwacher Nystagmus rechts, linke Hand weicht nach links ab.

Nach Spülen des rechten Ohres mit 20 ccm Wasser: Nystagmus links, rechts Abweichung mit der linken Hand nach beiden Seiten.

Kompressionsergebnis läßt sich wegen Widerstrebens nicht erzielen.

Bei Pat. besteht eine Alexie. Kann einzelne Buchstaben, wie ein gedrucktes H, nicht lesen. Ebenso kennt er p nicht. Statt o sagt er c oder v. Dagegen kennt er andere Buchstaben wieder. Lateinische Druckbuchstaben kann er lesen.

Schreibschrift liest er besser als Druckschrift. Vorgeschriebene Worte, die er lange anschauen kann, liest er weniger gut als solche, die nach kurzer Exposition seinen Blicken entzogen werden. Es bestehen optische Erinnerungsdefekte für Bilder. So zeichnet er zuerst ein Kreuz als Malzeichen; erst später kommt er darauf, wie ein Kreuz zu zeichnen ist. Es besteht eine sehr starke Rechenstörung, die sich sowohl durch Verlangsamung des Rechnens als auch durch falsche Resultate kundgibt, ferner eine Störung im Begriff des Positionssystems; so liest er statt 28 — 82, statt 69 — 96 und schreibt 69 als 96, 28 als 82. Auch weiß er nicht recht fünf- bis sechs- und siebenstellige Zahlen zu lesen.

1 × 3 = 3 + mom.	3 — 1 = 2 + mom.
2 × 4 = 8 + „	8 — 3 = 5 + 3 ³ / ₅ ''
3 × 5 = 15 + „	13 — 5 = 7 — 7 ¹ / ₅ ''
4 × 6 = 24 + „	18 — 7 = 9 — 4 ³ / ₅ ''
5 × 7 = 35 + „	32 — 9 = 28 — 9 ³ / ₅ ''
6 × 8 = 64 — 3 ¹ / ₅ ''	36 — 11 = 25 + 9 ⁴ / ₅ ''
7 × 9 = 63 + 2 ¹ / ₅ ''	38 — 17 = 21 + 9 ⁴ / ₅ ''
8 × 10 = 80 + mom.	48 — 19 = 29 + 35''
9 × 11 = 110 — 3 ¹ / ₅ ''	50 — 28 = 22 + 4 ² / ₅ ''
12 × 13 = Nach 30''	43 — 17 = 26 + 16 ⁴ / ₅ ''

wiederholt er die Aufgabe und sagt, ich weiß nicht, wie ich das machen soll.

2 + 2 = 4 + mom.	6 : 2 = 3 + mom.
3 + 4 = 7 + 3 ⁴ / ₅ ''	8 : 4 = 2 + 1 ³ / ₅ ''
4 + 6 = 10 + 6 ¹ / ₅ ''	15 : 3 = 5 + mom.
5 + 8 = 13 + 3 ² / ₅ ''	12 : 2 = 6 + mom.
8 + 14 = 22 + 3 ⁴ / ₅ ''	18 : 2 = 9 + 3 ¹ / ₅ ''
11 + 20 = 31 + 2 ³ / ₅ ''	28 : 7 = 4 + 30 ¹ / ₅ ''
14 + 26 = 40 + 12 ² / ₅ ''	81 : 3 = 27 Nach 1 Min. kein Ergebnis, danach mit Hilfe 17''.
17 + 32 = 49 + 27 ¹ / ₅ ''	

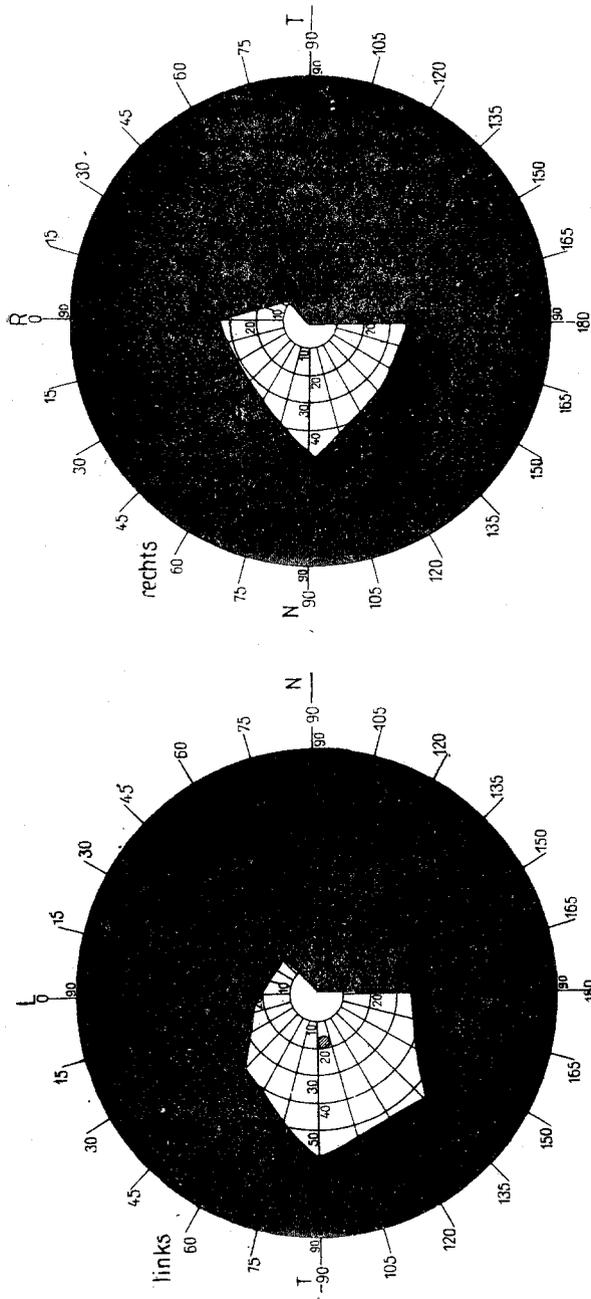


Fig. 3.

18720 nachdem erklärt, geht es.
 52315 +
 71230 +
 571230 + nach Erklärung gelingt es.
 1 mit 5 Nullen erkennt er als 100000.

1. XII. 1917. Schätzen von Kugeln.

6 = 8 2''
 4 = 4 2''
 8 = 9 2''
 11 = 15 2''
 15 = 18 3'' 18 = 20
 12 = 12 3 Gruppen à 4
 20 = 20 4 Gruppen à 5
 28 = 24 4 Gruppen à 7

Rechnen:

3 + 3 = 6 + mom.
 3 + 4 = 7 + „
 5 + 1 = 6 + „
 5 + 5 = 10 + „
 9 + 7 = 16 + $4\frac{3}{5}$ ''
 8 + 7 = 15 + $5\frac{4}{5}$ ''
 9 + 11 = 20 + $2\frac{1}{5}$ ''
 8 + 15 = 53 - 15''
 13 + 7 = 20 + $5\frac{2}{5}$ ''
 14 + 9 = 23 + 14''
 21 + 13 = 34 + $11\frac{2}{5}$ '' (20 + 13 + 1)
 18 + 15 = 33 + $6\frac{4}{5}$ '' (15 + 15 + 3)
 19 + 17 = 36 + $20\frac{1}{5}$ '' (20 + 17 - 1)
 22 + 16 = 34 - $20\frac{3}{5}$ '' (20 + 12 - 2) findet nicht plus 2
 17 - 4 = 13 + $5\frac{1}{5}$ ''
 102 + 8 = 120 + $3\frac{4}{5}$ ''
 127 + 24 = 151 + $20\frac{4}{5}$ '' (127 + 20 + 4)
 138 - 21 = 151 - $18\frac{2}{5}$ '' (138 - 20 - 1) löst die Aufgabe richtig nach 1' 10''

25 : 5 = 5 + mom.
 42 : 6 = 7 + „
 56 : 8 = 7 + „ dreht die Zahlen um und multipliziert.
 83 : 9 = Erst nach Erklärung findet er 9 Rest 2.
 51 : 7 = 7 Rest 2
 76 : 8 = Kann er nicht ausrechnen.
 5 × 13 = 39 — rechnet dann richtig 65.
 8 × 15 = 90 — rechnet dann richtig 120.

Bei der Addition wird 9 und 6 immer verwechselt, beim Übergang in einen anderen Zehner greift er fast stets einen Zehner zu hoch, manchmal auch mehrere.

Zahlenschreiben: 1, 2, 3, 4 schreibt er, 5 nicht; bei 6 sagt er: einmal so rum, und einmal so rum; entsprechende Handbewegung, schreibt 6 in Spiegelschrift.

7 gelingt, statt 8 schreibt er 3; dann schreibt er 8 oben richtig, den unteren Kreis vollendet er nicht; statt 9 schreibt er 6. 10 richtig.

Kopieren der Zahlen gelingt.

Lesen der Zahlen. Liest die Zahlen von 1—10, ebenso 12 und 13 und 21, 31, 24, 52, 67, 89, 100. Bei 120 nimmt er die „0“ fort und sagt 12; er bekommt 120 nicht heraus. Die Zahl wird ihm gesagt. „Es ist manchmal so“, sagt er. 180, 190, 290. Nachdem man ihm das Fehlende ins Gedächtnis gerufen hat, antwortet er stets richtig. 421 liest er, indem er die 4 beiseite schiebt und dann 21 liest. Dasselbe macht er mit 735, 753, 482. Bei 735 weiß er nicht, ob er 35 oder 53 sagen soll; immer wieder stellt er Zehner und Einer um, zuletzt sagt er es richtig. 1082 liest er richtig.

1425 liest er, indem er jede einzelne Position beiseite rückt.

7383 sagt zuerst 700, dann aber 7000 und liest richtig 7383.

Er sagt, daß er immer die hinterste Zahl beim Sprechen vorstellt. Bei einer fünfstelligen Zahl sagt er zuerst 1000, dann aber Million. Zählt von 10000—90000, kann aber die Zahl 100000 nicht bilden, trotzdem er bis 99999 richtig zählt. Kann eine sechsstellige Zahl wegen der Hemi-anopsie nicht lesen, als die Zahl aber klein aufgeschrieben wird, liest er richtig, aber erst nachdem ihm der Zahlbegriff 100000 erklärt worden ist.

10369 + 25817 +.

128639 sagt sechsstellige Zahl, eine mehr, sagt gleich Million.

Eine dreistellige Zahl heißt „hundert“, vierstellige „tausend“, sechsstellige Zahl heißt „Million“.

Akustische Merkfähigkeit von Zahlen:

567 +	497861 +
793 +	54725 +
7482 +	75489731 +
789156 +	68734961 +
131492 +	

Wenn inzwischen einige leichte Aufgaben gerechnet werden, vermag er sich an die vorher genannte Zahl nicht mehr zu erinnern.

Nachsprechen von Zahlen:

365, 758, 27832, 112614, 1436822, 9418766, 36914, 16411, 38971, 768973, 3759856, 754612 spontan nachgesprochen.

Nachsprechen von Einzelzahlen:

69317895 + 5798432 + 78569432 — 89725849 + 971683 +
57439791 —.

Optisches Zahlengedächtnis:

379	1''	—	} weiß nicht mehr, wie sie heißt, weiß die ganze Zahl nicht mehr,
906	2''	+	
783	2''	—	
875	3''	—	

3604	4''	—	} irrt sich bei diesen Zahlen um eine Stelle, vergißt die letzten Zahlen und nach weiteren 2'' behält er die letzten 2, vergißt aber die 1.
5453	4''	+	
64630	4''	—	
87362	4''	—	
745702	5''	+	
385774	5''	+	
902638	4''	—	

5. II. 1918. Zahlen lesen:

4637279 — 6'' kann eine siebenstellige Zahl nicht erledigen.

815 weiß nicht, ob er 815 oder 851 sagen soll, gibt an, daß es Hunderter sind.

463 dasselbe. $6\frac{2}{5}''$.

279 + 7463 + $12\frac{2}{5}''$ hat 3 und 6 umgedreht.

8279 + 11'' 74653 — 1'15'' bekommt es nicht heraus, da er nicht weiß, daß er beim Aussprechen einer fünfstelligen Zahl mit 4 beginnen muß. In der Reihenfolge sagt er 10000—90000 richtig auf. Nachdem ihm die Zahlen auseinandergenommen vorgelegt werden, gelingt es ihm, die Zahl zu sagen. Alsdann gelingt:

68279 in $14\frac{1}{5}''$ 31956 + $35\frac{2}{5}''$, rückt die Zahlen auseinander.

839127 — $39\frac{2}{5}''$ kommt nicht weiter, gibt erst falsch 5 Stellen an, dann richtig 6, kommt dann auf 100000, rückt dabei die Ziffern auseinander.

745261 — $11\frac{4}{5}''$ zögert — gibt an nicht zu wissen, ob 61 oder 16; käme ihm vor, als ob er 16 sähe, kann dies aber nicht erklären.

837 — $37\frac{1}{5}''$ zögert, sagt es nach weiteren $7\frac{3}{5}''$ richtig.

1457826 — $32\frac{4}{5}''$, wenn er 3 Ziffern allein liest, sagt er richtig 457.

Zahlen aus geraden Strichen? Gibt 1 an. 4 erkennt er nicht: an, da er 4 mit einem Bogen schreibt.

3, 2 sind oben ähnlich. Mom.

9, 3, 5 sind unten ähnlich, muß diese Zahlen erst sehen.

Römische Zahlen:

Ein aufrechter Winkel = V, aufrechter Winkel mit einem Strich dahinter = VI, aufrechter Winkel mit 3 Strichen = VIII, sagt, daß er es raten müsse, da er es nicht genau weiß.

2 aufrechte Winkel aufeinander = —. Wie sieht ein Kreuz aus?, zeichnet zuerst ein Malzeichen, kommt, nachdem gezeigt, darauf wie ein Kreuz gezeichnet wird.

□ kann er gleich zeichnen, ebenso △ und ○.

Vom Quadrat eine Ecke abschneiden = 5-Eck.

Vom Quadrat 2 Ecken abschneiden = 7-Eck. Das 1. ausgezählt, das 2. Mal geraten, dann richtig 6-Eck, hat sich im Kopf vorgestellt.

Vom □ 3 Ecken abschneiden = kann sich er nicht mehr vorstellen.

Vom Zuckerhut abschneiden, ? die Spitze = kommt Kreis zum Vorschein.

Messen: 1 m = 100 cm, 1 cm = 10 mm.

Gewichte: 2 ℥ = 1 kg, weiß nicht, wieviel g 1 ℥ hat, meint 1000 g.

Bei St. besteht infolge seiner Verletzung eine sehr erhebliche Störung. Er ist schon als kr.u. entlassen und mußte, da er sich zu Hause nicht zurecht fand, in die Schule für Gehirnverletzte aufgenommen werden. Körperlich findet sich bei ihm eine rechtsseitige Lähmung, außerdem eine stereognostische Störung, während die Sensibilität für Nadelstiche und Berührungen erhalten ist. Infolge der Richtung des Schusses, die von links vorn nach rechts hinten bis zur Sagittalnaht geht, ist bei ihm auch eine Alexie vorhanden und eine schwere Gesichtsfeldstörung. Es ist nicht nur die rechte Gesichtshälfte ausgefallen, sondern auch das linke Gesichtsfeld ist hauptsächlich im oberen Quadranten beschränkt. Psychisch ist Patient schwer geschädigt.

Die Rechenstörung bei ihm ist außerordentlich groß. Es findet sich einmal wie bei allen Fällen, die Rechenstörungen aufweisen, eine starke zeitliche Verlangsamung. Aber es werden auch selbst leichtere Aufgaben wie $13-5$ oder $18-7$ falsch gerechnet. Schwerere Multiplikationen vermag er nicht auszurechnen. 12×13 kann er nicht rechnen und gibt an, nicht zu wissen, wie er das machen soll. Das gleiche gilt für schwerere Divisionen. Sein optisches Zahlengedächtnis ist außerordentlich schlecht. Er kann sich dreistellige Zahlen, die er selbst 3 Sekunden betrachtet hat, nicht merken, während im Gegensatz dazu die Merkfähigkeit auf akustische Reize nicht erheblich herabgesetzt ist. Ebenso schlecht ist sein optisches Formvorstellungsvermögen; Kreis, Dreieck und Quadrat vermag er zu zeichnen, aber wenn er vom Quadrat die Ecken in der Vorstellung abschneiden soll, so kommt er nicht zustande damit, sondern fängt, da er ziemlich pfiffig ist, an zu raten. Nur vom Zuckerhut kann er sich die Spitze abgeschnitten vorstellen und weiß, daß die Fläche, die entsteht, einen Kreis darstellt. Das Vorstellen von Ziffern gelingt; er gibt an, daß eine 1 nur aus geraden Strichen geschrieben wird, und daß 2 und 3 in ihrem oberen Teil sich ähnlich sehen, während er nicht die Ziffern angeben kann, welche im unteren Teil sich gleichen. Die lateinischen Ziffern kennt er, doch kann er nicht angeben, welche Zahl ein nach oben offener Winkel und drei gerade Striche dahinter darstellt, ebensowenig findet er die römische Ziffer, welche aus zwei mit ihrer Spitze aufeinander stehenden Winkeln besteht. Ich habe bei keinem meiner anderen Patienten, welche die römischen Ziffern kennen, diese Störung des Nichtvorstellkönnens gesehen. Ich glaube, daß es verhältnismäßig leicht ist, sich diese Formen vorzustellen. Endlich findet sich bei ihm auch eine Störung des optischen Auffassungsvermögens.

Der Patient weist, genau so wie Ull., eine Störung beim Lesen und Schreiben von Zahlen auf; in vielleicht noch ausgedehnterem Maße geschieht bei ihm das Umdrehen von Zehnern und Einern. Er ist sich übrigens dieses Fehlers vollkommen bewußt und zögert stets, wenn er an die letzten beiden Stellen kommt; doch kann er, trotzdem er sein Manko kennt, den Fehler nicht vermeiden; häufig versucht er, wie er selbst angibt, zu raten. Einmal macht er die Angabe, daß er nicht wisse, ob es 61 oder 16 heiße, es käme ihm so vor, als wenn er 16 sähe, tatsächlich war es 61. Ein anderes Mal sollte er 9 schreiben und schrieb 6. Seine Störung des Ziffernbegriffes geht aber noch über das Maß dessen, was wir bei Ull. konstatiert haben, hinaus. Anfangs ist er nicht imstande, eine dreistellige Zahl, wie 120, zu lesen; es ist ihm nicht klar, daß bei einer dreistelligen Zahl die erste Zahl links die Hunderter darstellen. Um fertigzuwerden mit der Zahl, schiebt er die Null beiseite und liest dann 12; läßt man ihn Reihen sprechen von 90 über 100 weiter, so gelingt das. Nachdem man ihm eine dreistellige Zahl erklärt hat, vermag er 180, 190 zu lesen. Mit den Tausendern findet er sich zurecht. Zwar liest er beim ersten Ansatz 7383 zuerst als 700, verbessert sich aber dann zu 7000. Mit einer fünfstelligen Zahl wird er zuerst nicht fertig, da die ihm gebotenen Holzziffern mehr Raum einnehmen, als das vorhandene Gesichtsfeld überschauen kann. Es werden ihm dann die Zahlen klein aufgeschrieben und so liest er sie richtig. Eine sechsstellige Zahl kann er wieder nicht lesen; hier meint er, daß eine sechsstellige Zahl eine Million vorstellt, und läßt man ihn nun von 10000 zählen, 20000, 30000 usw., so kommt er wohl bis 90000, kann aber dann 100000 nicht bilden. Es gelingt ihm der Sprung von 99999 auf 100000 nicht. Ich möchte diese letzte Tatsache vorläufig beiseite lassen und die bis dahin mitgeteilten Störungen betrachten. Hier kann es gar keinem Zweifel unterliegen, daß eine erhebliche Störung seines Ziffernbegriffes vorliegt; er kennt noch die Ziffern, auch noch den Stellenwert der Zehner und Einer, dagegen bei den Hundertern und weiter hinauf werden erhebliche Fehler gemacht, aus denen hervorgeht, daß ihm der Stellenwert der dritten, vierten Stelle usw. nicht mehr vollkommen bekannt ist. Allerdings lernt er für die Tausender und Zehntausender sehr schnell wieder das Positionssystem begreifen. Für höhere Stellenwerte gelingt das aber nicht.

Einen Beweis für die Störung seines Ziffernbegriffes sehe ich auch in der starken Verlangsamung beim Lesen von mehrstelligen Zahlen. Für eine vierstellige Zahl gebraucht er $12\frac{2}{5}$ und 11 Sekunden. Für

eine fünfstellige Zahl in einem Falle $14\frac{1}{5}$, in einem anderen Fall sogar $35\frac{2}{5}$ Sekunden. Diese Verlängerung der Zeiten wird häufig durch vergebliche Versuche, der Zahl Herr zu werden, bedingt. Erst bei sechsstelligen Zahlen macht sich die Einengung des Gesichtsfeldes geltend, während er fünfstellige Zahlen noch überschauen kann.

Jetzt muß ich noch auf die eigentümliche Störung zurückkommen, die darin besteht, daß er nicht von 99999 zu 100000 zählen konnte. Er vermochte diesen Schritt nicht zu tun, dabei fehlte ihm sicher nicht das Wort 100000, denn ich habe nie bei ihm irgendwelche aphasischen Symptome feststellen können. Um eine Störung des Ziffernbegriffes kann es sich aber wohl nicht handeln, da es ein reines Zählen betraf und mit dem Ziffernbegriff doch immer die zu schreibenden oder zu lesenden Zifferngruppen verbunden sind. Sowohl im Lockeschen Sinn, nach dem der Begriff der Einheit mit dem wiederholten Begriff des + 1 den Zahlbegriff ergibt, als auch im Kantschen Sinn, wonach die Zahl die Einheit der Gleichen ist, hätten wir es hier mit einer Störung des Zahlbegriffes zu tun. Wenn wir daran erinnern, was ich über die Bildung der großen Zahlen sowohl bei den Griechen wie auch im Mittelalter erwähnt habe, so könnte man das auch als Stütze dafür anführen, daß hier tatsächlich eine wenn auch leichte Störung des Zahlbegriffes vorliegt. Es ist das gewiß nur eine leichte Störung, denn die Beziehungen der Zahlen zueinander, wie sie beim Rechnen in die Erscheinung treten, waren nicht gestört und, wie gesagt, früheren Generationen war 10000 schon die äußerste Grenze ihres Zählvermögens. Daß diese Störung des Zahlbegriffes keine sehr schwere ist, geht auch daraus hervor, daß er sehr bald wieder 100000 lernt. Auch bei einer anderen Gelegenheit konnte man an eine Störung seines Zahlbegriffes denken, nämlich beim Versuch zu addieren. Denn wurde beim Addieren eine Zehnerreihe überschritten, so übersprang er sehr häufig die nächste Zehnerreihe oder auch zwei und das Resultat war in den Zehnern um ein oder zwei Zehner zu hoch. Den gleichen Fehler machte er auch beim Zählen beim Übergang von einem Zehner zum anderen. Doch ist meiner Ansicht nach diese Störung vielmehr auf einen Mangel seiner Konzentrationsfähigkeit zurückzuführen, die recht bedeutend war und sich am deutlichsten beim Bummspielen ausdrückte.

Vorgeschichte.

5. IX. 1915. Arthur Sch., $23\frac{1}{2}$ Jahr alt, Zivilberuf Tischler, stammt aus gesunder Familie, war früher stets gesund, Mutter durch Unfall vor einem Jahre verunglückt.

Er hat keinen Stahlhelm getragen und weiß sich der Ereignisse, des

der Verwundung vorhergehenden Tages nicht mehr zu erinnern. Die Feldlazarette, in denen er gelegen hat, weiß er nicht anzugeben, nur später in Königsberg, dann in Greifswald und zuletzt in Frankfurt, von wo aus er am 1. X. 1916 entlassen wurde. Bis jetzt war er zu Haus und konnte sich dort nicht beschäftigen, da sein Gedächtnis sehr schlecht ist und der rechte Arm und das rechte Bein gelähmt sind. Zeitweise hat er noch Kopfschmerzen, kein Erbrechen, keine Übelkeit. Die Sprache war anfangs ganz weg, hat sich aber später gebessert. Jetzt fehlen ihm noch hin und wieder einzelne Worte.

Pat. klagt über Kopfschmerzen zeitweise und Zucken im rechten Arm und Bein.

Aufnahmebefund. 1,70 m großer, kräftig gebauter Mann mit blasser Gesichtsfarbe.

Es findet sich eine Einschußöffnung am rechten Hinterkopf, die an der Sagittalnaht endet, zwei Querfinger unterhalb des Haarwirbels; ein zweiter Knochendefekt findet sich oberhalb des linken Ohres, zwei Querfinger oberhalb des oberen Ohrpols, die linke Gesichtshälfte ist verstrichen, das Pfeifen und Lachen gelingt nicht.

Der obere Ast des Fazialis ist frei. Augenbewegungen sind frei, Pupillen und Lidspalten gleich weit, Pupillenreaktion +. Pat. macht häufig tickartige, zuckende Bewegungen im Kopf und im rechten Arm. Der Gang ist typisch hemiplegisch, der rechte Arm wird abduziert und flektiert gehalten. Das Bein wird zirkumduzierend aufgesetzt. Mit der rechten Hand und dem rechten Arm kann er nur ganz minimale Bewegungen ausführen. Sehnenphänomen am rechten Arm erheblich gesteigert. Die rechte Hand fühlt sich kühl an und ist livide verfärbt. Der rechte Arm kann nicht bis zur Horizontalen gehoben werden, es bestehen deutliche Spasmen. Bei Bewegungen tritt ein Wackeltremor auf; eine Lagegefühlstörung besteht in den Armen nicht, dagegen scheint in den Fingern eine Störung der Tiefensensibilität zu bestehen. Pat. weiß nicht, ob die Finger gebeugt oder gestreckt stehen; auch besteht eine stereognostische Störung. Im rechten Bein finden sich Spasmen, gesteigerte Sehnenphänomene, Babinski, Fußklonus, kein Patellarklonus. Nadelstiche und Berührungen werden am ganzen Körper verspürt. Bei Fuß-Augenschluß schwankt er trotz Ablenkung der Aufmerksamkeit nach links. Er gibt an, auf dem linken Ohr besser zu hören, als rechts. Zeigeversuch ist nur mit der linken Hand auszuführen, da die rechte infolge der Spasmen unbrauchbar ist. Keine Alexie, keine Sprachstörung. Urin frei von Eiweiß.

Gesichtsfeldausfall (Fig. 4) am Perimeter im Sinne einer Quadranten-Hemianopsie nach links und unten mit Übergreifen auf die rechte Gesichtsfeldhälfte. Dabei besteht am Perimeter auch eine Einschränkung des übrigen Gesichtsfeldes, die etwa als kontralaterale Einengung gedeutet werden kann. Bei Prüfung mit der Hand, also bei großen Objekten, fehlt diese letztere Einschränkung und es ist nur von unten links her ein wenn auch geringer Gesichtsfelddefekt nachweisbar.

Psychologische Untersuchung:

24. X. Es besteht eine außerordentliche Verlangsamung der Rechen-

fähigkeit, ferner Störungen der Merkfähigkeit für Zahlen und Worte, der Konzentrationsfähigkeit, des Gedächtnisses.

$1 \times 3 = 3$	+	2''	$3 - 1 = 2$	+	2''
$2 \times 4 = 8$	+	2''	$8 - 3 = 5$	+	2''
$3 \times 5 = 15$	+	2''	$13 - 5 = 3$	-	2''
$4 \times 6 = 24$	+	2''	$18 - 7 = 9$	-	14''
$5 \times 7 = 35$	+	4''	$32 - 9 = 27$	-	33''
$6 \times 8 = 56$	-	12''	$36 - 11 = 20$	-	8''
$7 \times 9 = 63$	+	2''	$38 - 17 = 21$	+	23''
$8 \times 10 = 80$	+	2''	$48 - 19 = 29$	+	11''
$9 \times 11 = 99$	+	6''	$50 - 28 = 22$	+	7''
$12 \times 13 = 156$	-	13''	$43 - 17 = 26$	+	

$2 + 2 = 4$	+	2''	$6 : 2 = 3$	+	2''
$3 + 4 = 7$	+	6''	$8 : 4 = 2$	+	2''
$4 + 6 = 10$	+	5''	$15 : 3 = 5$	+	2''
$5 + 8 = 12$	-	7''	$12 : 2 = 6$	+	9''
$8 + 14 = 22$	+	11''	$18 : 2 = 9$	+	2''
$11 + 20 = 31$	+	6''	$28 : 7 = 4$	+	14''
$14 + 26 = 40$	+	22''	$81 : 3 = 27$	+	19''
$17 + 32 = 52$	-	14''	$126 : 6 = 21$	+	24''
$20 + 38 = 58$	+	11''	$192 : 4 = 46$	-	$20\frac{2}{5}''$
$23 + 44 = 67$	+	21''	$368 : 9 = 55$	-	28''

Gibt an, daß er es nicht herausbekommt.

$X - 3 = 14$	} gelingt trotz mehrfacher Wiederh. nicht.	$X = 17 + 8$	-
$X + 5 = 16$		$X = 30 - 12$	-
$X : 9 = 5$			

Akustische Merkfähigkeit f. Zahlen:

27 614 +
121 356 - wiederholt +
481 929 - wiederholt -
369 958 +
431 726 - wiederholt in anderer Reihe
239 173 - wiederholt -
98 346 +

Merken von Worten:

5 Worte wiederholt.
1. Wiederholung: +.
6 Worte: Nur drei und eins aus der ersten Reihe.
Weiß jetzt von den 5 ersten Worten nur noch 2.
1. Wiederholung: 4 Worte.
2. „ 5 „
3. „ 5 „

Bummispiel: Nennt und klopft 17, weiß aber sofort, daß er es nicht sprechen durfte. Übersieht 28; nach 31 große Pause, 35 übersehen, nach 39 große Lücke, 42 übersehen, desgleichen 49. Zeit: 1'49''.

Optische Merkfähigkeit.

538 = + 2'', 971 = + 2'', 7249 = 742 in 3'' wiederholt einzeln 7902; 8771 - 33842 = + 4 (einzeln), 74251 = - 4'' einzeln 4'', 479729 = 447902 = 449702, 384507 = + 5'', 4543178 = 5871 in 5'' = 5478318 in weiteren 5''.

Gibt richtige Beispiele für 2-, 3-, 4-, 5-, 6- und 7 stellige Zahlen an.

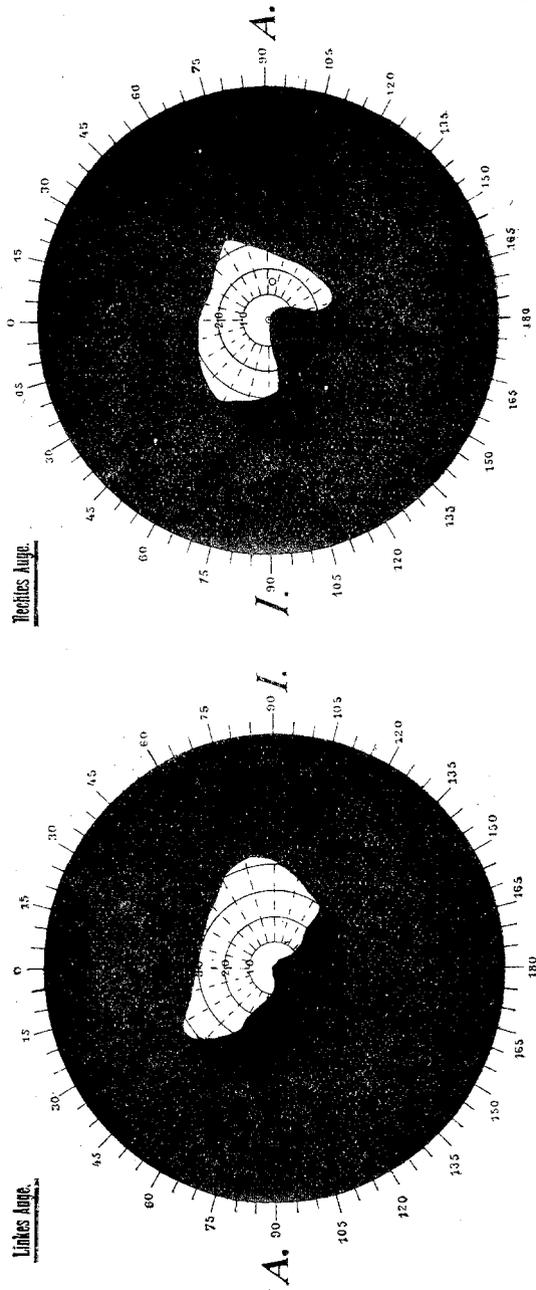


Fig. 4.

Benennen von Gegenständen: 1. Gegenstände werden benannt, doch fehlen für einzelne Dinge: Löscher, Gummi, die Worte. 2. Nachbildungen: Sämtlich benannt, doch langsam.

Murmeln schätzen: statt 6 — 5, statt 11 — 10, statt 6 — 7, 4 — 4, statt 9 in 2 Reihen = 10. 8 in einer Reihe = 8.

Gruppen zu 4 (4×4) sagt 20. Die Anzahl der Gruppen erkannt, doch die Gruppen zu 5 geschätzt. Wiederholung 16. $6(3 \times 6)$ 18. Gruppe und Anzahl richtig erkannt. $7(3 \times 7)$ 21. +.

9. X. Sch. schreibt linkshändig.

Kopie:		Zahlenschreiben:	Lesen:
25	$5\frac{1}{5}''$	9218	$11\frac{3}{5}''$
59	$6''$	23411	$17\frac{4}{5}''$
78	$6''$	39798	$18\frac{4}{5}''$
83	$6''$	97614	$13\frac{4}{5}''$
113	$5\frac{3}{5}''$	435672	$39\frac{1}{5}''$
197	$12''$	728911	$36\frac{1}{5}''$
783	$9\frac{4}{5}''$	1713824	$21\frac{3}{5}''$
1513	$9\frac{4}{5}''$	Kopie: 78117 = $18\frac{1}{5}''$	
7871	$13\frac{4}{5}''$	5983147 = $27''$	
		Er kopiert jede Ziffer einzeln und vergleicht am Schluß.	

Welche Ziffern aus geraden Strichen? Findet nur 1. Nachdem er die Ziffern geschrieben hat, findet er die 4 auch noch nicht.

6 umgekehrt = 9, sofort richtig.

Welche Zahl aus einem oder mehreren Kreisen? 8 wird bald gefunden, 0 findet er unter keinen Umständen. Als sie ihm genannt wird, meint er, es sei kein Kreis.

Welche Zahlen sehen sich im unteren Teile gleich? Er findet nicht 3 und 5. Die Zahlen in Buchstaben geschrieben, schreibt erst „fier“, verbessert dann „vier“ (Zeit $3'25\frac{4}{5}''$).

153. Zunge anlegen. Zeit $1''$.

286. Er vermag weder die wagrechten noch senkrechten Reihen

470. anzugeben, auch die Zahlen der Diagonale kennt er nicht.

Schätzen der Schläge:

60 Schwingungen: 5 = 5; 11 = 10; 10 weiß nicht die Anzahl.

100 „ 10 = 8; 12 = 10; 14 = 18.

150 „ 10 = 8; 14 = 14; 18 = 20; 4 = 4; 8 = 10.

Schätzen von Murmeln:

10 = 8; 9 = 6; 5 = 5; 4 = 4; 6 = 5; 8 = 7; 12 = 10; 15 = 12.

Schätzen von Gruppen:

12 zu $4 \times 3 = 12$; 20 zu $5 \times 4 = 25$.

Schätzen von Kugeln geht gut.

$(12 : 2) \times 2 = 12$; $(18 : 3) \times 6 = 36$.

6. XII. 1917. Schüler schreibt links.

Diktat:

78 = $5\frac{4}{5}''$	1215 = 12015, liest aber 1215 10''
67 = $3\frac{4}{5}''$	8763 = 870063, liest 87063 $24\frac{1}{5}''$
135 = 4''	8763 = 8700063, liest 870063 $20\frac{2}{5}''$
709 = 4''	sagt dann, stimmt doch nicht.
827 = $6\frac{1}{5}''$	

Kopie: 12	mom.	Lesen: 317	mom.
31	„	456	„
89	„	278	„
283	$8\frac{4}{5}''$	6234	liest erst 600, dann richt.
491	8''	4317	4''
375	10''	97872	$7\frac{2}{5}''$
9237	13''	34318	$5\frac{1}{5}''$
4782	11''	639752	$8\frac{3}{5}''$
49356	$14\frac{1}{5}''$	7389192	24''
87724	$15\frac{1}{5}''$		
95362	18''		
731742	— $30\frac{1}{5}''$ braucht sehr lange Zeit, um das Bild aufzunehmen		
2724534	$35\frac{2}{5}''$ und sieht oft zum Vergleich hin.		

Sch. liest heute ein kleines Stück ohne Stocken, wenn auch nur langsam, und macht nur einen Fehler dabei. Das Heraussuchen aus dem Buchstabenkasten gelingt, so z. B. A K H L P X. Er schreibt das ABC anfangs richtig, bei dem Buchstaben E überlegt er sehr lange, ehe er darauf kommt. Schreibt dann statt O — U, weiß aber, daß er U geschrieben hat. Er überlegt sehr lange, ehe er die Buchstaben P und Q herausbekommen hat. Das ganze ABC wird ziemlich flott geschrieben; er schreibt einige lateinische Buchstaben dazwischen, wobei dieselben sehr langsam geschrieben werden. Wenn man bei einer 3 vorn einen senkrechten Strich zieht, was entsteht dann für ein Buchstabe? Die Antwort darauf bringt er nicht fertig; erst nachdem es ihm aufgeschrieben wird, gelingt es: B? Auf die Frage, was aus einem Quadrat herauskommt, wenn eine Ecke abgeschnitten wird, sagt er zuerst: Viereck. Dann nach genauer Überlegung: Fünfeck. Auf die Fragen, wenn man von einem Quadrat 2 Ecken abschneidet, fragt Patient: Welche Ecken? Antwort: Die beiden obersten! Darauf meint Patient, daß das Aufzeichnen ganz einfach sei, aber das Nachdenken nicht, sagt dann: 7 Ecken. Ein Stück Zucker hat 6 Flächen, 8 Ecken und 4 Kanten, sagt dann aber richtig: 12 Kanten. Patient soll sich einen Zuckerhut vorstellen, oben die Spitze abschneiden und dann sagen, was für eine Fläche dies ist. Antwort: Ein rundes Ding; kommt erst später auf den

Namen Kreisfläche. Patient soll bei einem großen gedruckten H den Mittelstrich ausradieren und die beiden stehengebliebenen Striche durch einen schrägen Strich verbinden. Antwort: N.

Römische Zahlen: Drei gerade Striche? Antwort: III. Ein oben offener Winkel; Patient kommt nicht darauf, schreibt zuerst ein X auf, und sagt dann, die obere Hälfte davon ist V.

Arabische Zahlen: Welche Zahlen werden aus geraden Strichen gemacht? Antwort: 4 und 10, kommt aber nicht auf 1.

Welche Zahlen werden aus einem oder mehreren Kreisen gemacht? Antwort: 8, 10, kommt erst später auf 0.

Welche Zahlen sind in ihrem unteren Teil gleich oder ähnlich? Antwort: 2 und 3 zuerst, dann 1, 2. Kommt damit nicht zustande.

Welche Zahlen sind in ihrem oberen Teil ähnlich? Antwort: 2 und 3, 8 und 9.

Bei zwei verschiedenen Meandern wird der Unterschied sofort erkannt. Gleiche Figuren ordnet er richtig zueinander.

Der Patient Sch. zeigt also infolge eines Gehirndurchschusses, welcher vom rechten Hinterkopf durchgegangen ist bis zur linken Kopfseite hinter dem linken Ohr, eine rechtsseitige Hemiplegie, verbunden mit einer stereognostischen Störung einer solchen der Tiefensensibilität. Eine Sprachstörung und Alexie findet sich bei dem Patienten nicht, dagegen besteht eine erhebliche Gesichtsfeldeinschränkung, welche besonders ausgeprägt ist nach links unten und sich dort als Quadrantenhemianopsie präsentiert. Bei der Prüfung mit größeren Objekten allerdings fehlt diese Einengung und auch die Quadrantenhemianopsie ist keine vollkommene. Bei dem Patienten ist auch wieder eine Rechenstörung vorhanden. Auch bei diesem Patienten ist die Rechenstörung eine recht erhebliche. Sie äußert sich auch wieder darin, daß das Rechnen sehr verlangsamt ist. Diese Verlangsamung macht sich beim Addieren und Subtrahieren, ebenso wie beim Dividieren geltend. Weniger ausgesprochen ist die Störung bei der Multiplikation. Eine ebensolche Verlangsamung findet sich beim Lesen der Zahlen. Das Kopieren und Diktatschreiben kann hierbei nicht in Betracht gezogen werden, weil Patient mit der linken Hand schreibt. Endlich findet sich auch hier wieder der uns bekannte Unterschied zwischen der optischen und akustischen Merkfähigkeit. Insofern unterscheidet sich dieser Fall kaum von dem vorhergehenden. Er zeigt aber nicht wie der vorhergehende die eigenartige Umstellung der Zehner und Einer. Dafür aber hat er eine andere Störung, die auch dem Ziffernbegriff zuzuzählen ist. Diktirt

man ihm eine Zahl wie 1215, so setzt er nach 12 eine 0, schreibt also 12015, während er es richtig liest. 8763 schreibt er wie 870063.

Hier ist also vollkommen das Bewußtsein vom Stellenwert der Ziffern verloren gegangen. Er schreibt genau so, wie ein Römer schreiben würde, dem man 8763 diktiert, indem er die 700 einfach als 7 mit zwei Nullen darstellt. Es ist zwar bei ihm kein vollkommenes Vergessen des Positionssystems eingetreten, da er 8 Tausend ohne Null richtig an die erste Stelle setzt. Es besteht also bei ihm ein vollkommenes Durcheinander in dieser Richtung. Das drückt sich auch bei ihm in den Zeiten aus, denn er braucht für das Schreiben dieser Zahlen die drei- und vierfache Zeit als beim Schreiben einer dreistelligen Zahl, die ihm begrifflich keine Schwierigkeiten macht.

Betrachtet man diese beiden letzten Fälle gegenüber den Fällen mit nur rechtsseitiger Hemianopsie, so ist hier eine erheblich schwerere Rechenstörung zu verzeichnen als bei den ersten Fällen. Hier gesellt sich noch eine deutliche Störung des Ziffernbegriffes zu den übrigen hinzu, im Fall St. wahrscheinlich auch eine solche des Zahlbegriffes.

Fälle mit reiner unterer Quadrantenhemianopsie ohne Rechenstörung.

31. XII. 1917. Vorgeschichte.

v. Tr., 23 Jahre alt. Eltern gesund, Geschwister ebenfalls, selbst früher auch stets gesund gewesen. Im August 1914 ins Feld gekommen, am 20. II. 1915 durch Gewehrshuß am Hinterkopf verwundet. Tangentialschuß. Keinen Stahlhelm getragen. Gutes Gedächtnis für alle Ereignisse vor und nach der Verwundung. Anfangs war die Sehkraft ganz geschwunden, er konnte nur hell und dunkel unterscheiden, aber keine Gegenstände. Dieser Zustand dauerte einige Tage. Das erste, das er wiedererkannte, waren die blanken Knöpfe eines Uniformrockes, das zweite ein schwarz-weißes Eisernes-Kreuz-Band. Auch bestand anfangs eine Störung des Gedächtnisses und des Geschmackes, beides hat sich bald gebessert; ferner bestand eine Alexie, er konnte einen Brief, der von seiner Mutter kam, wohl erkennen, daß letztere ihn geschrieben hat; konnte denselben aber nicht lesen. — Es traten starke Schwindelanfälle auf bei seelischer Aufregung und Schreck, verbunden mit optischen Erscheinungen (optische Epilepsie?). Es waren Gesichterscheinungen in der Art, daß er Gegenstände, die er erst angeschaut hatte, plötzlich überall sah, wo er hinschaute. — Anfangs sind die Anfälle sehr oft aufgetreten, seit ungefähr $\frac{3}{4}$ Jahren fast gar nicht mehr. Augenbewegungen waren anfangs auch nicht in vollem Umfange möglich.

Pat. klagt noch über Sehstörung, er kann keine geraden Striche ausführen. Es besteht eine gewisse Ungeschicklichkeit, er kann nicht wi-

früher mehrere Stufen auf einmal nehmen, vor allem stört ihn der Ausfall des Gesichtsfeldes nach unten. Schwindelerscheinungen und Kopfschmerzen sind nach langen Märschen nicht aufgetreten. Das Anordnen von Farbnuancen zueinander geht langsam, aber gut.

2. I. 1918. Aufnahmebefund.

1,70 m großer, grazil gebauter Mann mit guter Muskulatur. Es findet sich eine Narbe, die 1 cm über der Linea nuchae superior, einen Querfinger von der Sagittalnaht anfängt und fast 10 cm horizontal verläuft. — Pupillen und Lidspalten gleich weit, Pupillenreaktion +, Augenbewegungen frei. VII und XII normal, nur fällt es auf, daß die linke Gesichtshälfte weniger ausgeprägt ist als die rechte. Grobe Kraft in beiden Armen gut, es können alle Bewegungen in den Armen und Händen ausgeführt werden; in den Händen besteht keine Ataxie, auch keine motorische Apraxie. In den Händen besteht eine Unfähigkeit, Bewegungen nachzumachen, besonders dann, wenn die vorgenannten Handbewegungen in der entgegengesetzten Richtung gesehen werden, auch gelingt es nicht einen Stern auszuschneiden, gerade Striche können nicht ausgeführt werden. Keine Sensibilitätsstörungen. Bei Gegenständen, die er bei geschlossenen Augen in die Hand nimmt, erkennt er die Form, aber nicht die Masse, woraus sie gemacht sind; so sagt er immer statt Pappe: Papier, es besteht keine stereognostische Störung. Eine Lagegefühls- und Gleichgewichtsstörung besteht nicht. Keine Ataxie. Der Gang zeigt keine Besonderheiten. Keine Hypotonie in den Beinen, Sehnenphänomene an den unteren Gliedmaßen lebhaft. Keine Fußklonus, Zehenreflexe plantar, keine Ataxie in den Beinen beim Knie-Hackenversuch, in den Zehen keine Lagegefühlsstörung. — Bauchdecken- und Kremasterreflexe vorhanden. — Sprache zeigt keine Schwierigkeiten. Es fällt auf, daß Gegenstände, die nur angesehen werden, nicht immer richtig mit Namen angegeben werden; besonders auffällig ist es bei einem Postabschnitt, der sehr umständlich beschrieben wird, auch bei einem kleinen Blumentopf. Als er den Topf aber in die Hand nimmt, kann er den Namen angeben. Das Lesen geht langsam, hin und wieder werden Silben ausgelassen, doch verbessert sich Pat. sofort, wenn er merkt, daß der Sinn nicht stimmt. Schreiben geht sowohl beim Kopieren wie beim Diktieren gut. Abbildungen von Gegenständen werden gut erkannt und benannt. Die Heilbronnerschen Bilder werden gut erkannt und bewertet. An der Lampe vermißt er die Schraube zum Hochschrauben des Dochtes, konnte aber nicht auf den Namen Schraube kommen, auch nicht, als er eine Lampe zu sehen bekommt. — Falsch kolorierte Bilder werden richtig erkannt.

31. XII. 1917. Feststellung des Gesichtsfeldes: Doppelseitige untere Quadrantenhemianopsie (Fig. 5). Kann Würfel, die im unteren Quadranten, links unterhalb vom Fixierpunkt liegen, nur unsicher greifen.

Mosaikfeld legen, ein Wohnhaus, dauert 1^h 16' 17'' mit zwei Pausen und zweimaliger Hilfeleistung, gibt an, daß es ihm große Mühe macht, die Karreereihen abzuzählen, tut dies mit Hilfe des Federhalters und nachdem er zweimal auf Fehler aufmerksam gemacht und ihm die Verbesserung gezeigt wurde, beendet er das Bild schließlich richtig.

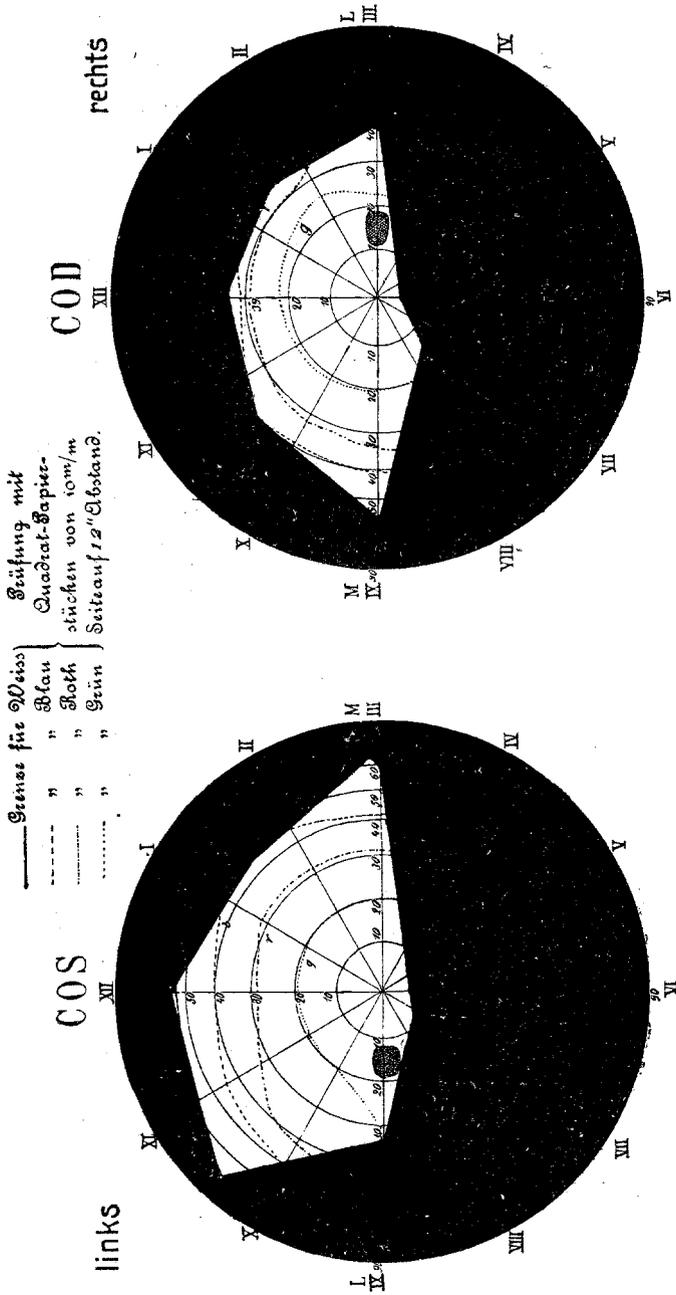


Fig. 5.

Diktat. 57 = +, 78 = +, 839 = +, 7854 = +, 18433 = +, 954614 = +,
1 × wiederholt, starkes Überlegen, ehe 614 genannt wird.

813721 ($6\frac{4}{5}''$) 1399855 ($7''$) 7824912 + ($6\frac{2}{5}''$).

Sommersches Schema:

$1 \times 3 = 3 + \text{mom.}$	$3 - 1 = 2 + 3''$
$2 \times 4 = 8 + 1\frac{4}{5}''$	$8 - 3 = 5 + \text{mom.}$
$3 \times 5 = 15 + \text{mom.}$	$13 - 5 = 8 + 2''$
$4 \times 6 = 24 + \text{,,}$	$18 - 7 = 11 + 3''$
$5 \times 7 = 35 + \text{,,}$	$32 - 9 = 21 - 3\frac{2}{5}''$
$6 \times 8 = 48 + 1\frac{2}{5}''$	$36 - 11 = 25 + 3\frac{1}{5}''$
$7 \times 9 = 63 + 2\frac{1}{5}''$	$38 - 17 = 11 - 4\frac{1}{5}''$
	verbessert 21
$8 \times 10 = 80 + \text{mom.}$	$48 - 19 = 31 - 4''$
$9 \times 11 = 99 + \text{,,}$	$50 - 28 = 26 - 3\frac{4}{5}''$
$12 \times 13 = 146 - 5''$	$43 - 17 = 16 - 4''$

$2 + 2 = 4 + \text{mom.}$	$6 : 2 = 3 + 1''$
$3 + 4 = 7 + \text{,,}$	$8 : 4 = 2 + \text{mom.}$
$4 + 6 = 10 + 1\frac{4}{5}''$	$15 : 3 = 5 + \text{,,}$
$5 + 8 = 13 + 2\frac{2}{5}''$	$12 : 2 = 6 + \text{,,}$
$8 + 14 = 22 + 3\frac{4}{5}''$	$18 : 2 = 9 + \text{,,}$
$11 + 20 = 31 + 4\frac{4}{5}''$	$28 : 7 = 4 + \text{,,}$
$14 + 26 = 40 + 2\frac{2}{5}''$	$81 : 3 = 27 + 4''$
$17 + 32 = 49 + 3\frac{4}{5}''$	$126 : 6 = 21 + 4''$
$20 + 38 = 58 + 2''$	$192 : 4 = 48 + 4''$
$23 + 44 = 67 + 2\frac{1}{5}''$	$369 : 9 = 67 - 12''$
	verbessert 47.

$X - 3 = 14$, $X = 12 - 5''$, $X + 5 = 16$, $X = 11 + 5''$.

Dann $17 + 3\frac{2}{5}''$, $X : 9 = 5$, $= 45 + 5''$, fast diese Aufgabe erst sehr schwer.

Zahlenlesen: 8467 +, 46087 +, 62765 $9\frac{1}{5}''$ +, 236965 + $6\frac{2}{5}''$.

5636078 = + $9''$, macht erst den Fehler, daß er die Zahlen gewissermaßen erst zählt.

Kopie von Zahlen: 56360 = 563060, findet den Fehler schwer, meint die letzte Null sei etwas verschoben und erscheine ihm daher größer. 40785 = + $8\frac{4}{5}$. 403856 = + $12''$. 8232576 = + $9\frac{1}{5}''$, beim Lesen kommt Pat. zuerst nicht zustande, liest erst 82 Millionen, dann in der Mitte die Zahlen 32 wie 23 und 76 wie 67. 78426 + $14''$, kommt erst nach vier Versuchen zustande, erklärt, unfähig zu sein, lange Zahlen zu übersehen.

Nachsprechen von Zahlen: 317 = +, 533 = +, 6894 = +, 59874 = +, 92826 = -, 855613 = +, 7448971 = -, 12357637 = +.

Nachsprechen einzelner Zahlen: 865 = +, 89124 = +, 75631 = +, 843712 = +, 528464873 = +, 6954371 = +.

4	8	4
9	7	3
5	7	2

Kann die 3 Zahlenreihen gut aufsagen, nicht aber die in der Diagonale.

Optischer Zahlengedächtnis: $7842 = 7842''$, die 2 vergessen, hat aber nur eine 3 stellige Zahl gesehen.

$2989 = 5'' +$, $97527 = 3''$, $549703 + 4''$, $304897 = + 4''$.

$87430792 = 5''$ betrachtet + $94930752 = 5''$ gelingt nicht vollständig.

$84978293 = 5''$. Gelingt erst nach Wiederholung.

Was ist ein Quadrat?: von 4 gleichen Seiten begrenzt. Was entsteht, wenn ich eine Diagonale durch ein Quadrat lege?: = 2 kongruente \triangle .

?, wenn von einem Viereck eine Ecke abgeschnitten wird? = 5-Eck. ?, wenn 2 Ecken abgeschnitten werden? = 6-Eck. ?, wenn 3 Ecken abgeschnitten werden? = 6-Eck, dann 8-Eck, gibt an, daß er sich vorstellen kann, aber nicht nachzählen, da er den Ausgangspunkt des Zählens verliert.

Wieviel Flächen hat ein Würfel? 6 Flächen, verwechselt dann Kanten und Ecken, kann sich den Würfel nicht vorstellen; es wird ihm ein Modell gezeigt.

Zuckerhut oben abgeschnitten, kann er sich nicht vorstellen und weiß nicht, wie die entstandene Fläche heißt.

Bei dem Leutnant von Tr.¹⁾ besteht ein Durchschuß, welcher die Sagittalnaht kreuzt und beide Hinterhauptsbeine getroffen hat. Die Folge davon ist einzig und allein auf nervösem Gebiet eine doppelseitige untere Quadrantenhemianopsie. Im übrigen sind keinerlei krankhafte Erscheinungen vom Nervensystem festzustellen. Dagegen findet sich tachystoskopisch eine erhebliche Verlangsamung seines optischen Auffassungsvermögens. Er gebraucht, um Kreise und Quadrate zu erfassen, 2 und 3 Sekunden. Ferner findet sich bei ihm die Störung, welche Poppelreuter als optische Apraxie bezeichnet. Er kann einen vorgezeichneten Stern nicht ausschneiden, kommt unter keinen Bedingungen damit zustande und schneidet fast alle Zacken ab. Ebenso kann er Handstellungen nicht nachmachen. Er kann auch keine geraden Striche ziehen, selbst wenn man ihn auffordert, einen geraden Strich zwischen zwei vorgezeichnete Geraden hinzuzuzeichnen. Es finden sich bei ihm sicher Reste einer optischen Aphasie, insofern als er Gegenstände, die er nur sieht, mehrfach nicht benennen kann; sobald er sie aber abtastet, findet er die richtige Bezeichnung. So kann er einen Blumentopf nicht benennen, solange er ihn sieht, sobald er ihn aber in die Hand nimmt, findet er den richtigen Ausdruck. Auch eine ausgesprochene optische Agnosie ist bei ihm zu konstatieren; er erkennt

1) Anm.: Dieser Fall von optischer Agnosie wird ausführlich noch von Frau Dr. Frank veröffentlicht werden..

und gebraucht alle Gegenstände richtig, nur unsicher, langsam und ungeschickt. Soll er Formen nachzeichnen oder nachbauen, so kommt er erst damit zustande, wenn er sie abgetastet hat.

Im allgemeinen zeigt die Unterhaltungssprache keine Störung. Ebenso geht das Diktatschreiben, Kopieren und Lesen gut.

Dagegen besteht eine erhebliche Störung seines Formvorstellungsvermögens. Ein Quadrat kann er sich vorstellen und definieren und kann auch angeben, welches Formgebilde entsteht, wenn eine Diagonale durch das Quadrat gezogen wird. Dagegen kann er sich nicht klar machen, was für Gebilde entstehen, wenn man von einem Rechteck 1, 2, 3 oder 4 Ecken abschneidet. Er behauptet, mit dem Zählen der neu entstandenen Ecken nicht zustandekommen zu können. Noch weniger kann er sich einen Würfel vorstellen, verwechselt Kanten und Ecken, kann die Zahl der Kanten und Ecken nicht angeben, auch ist er nicht imstande, sich die Fläche vorzustellen, die entsteht, wenn ich an einem Zuckerhut die Spitze parallel zur Grundfläche abschneide. In Anbetracht seines Bildungsgrades ist diese Störung als eine erhebliche zu betrachten, da er sicher mit allen diesen Gebilden auf der Schule im mathematischen und geologischen Unterricht vielfach in Berührung gekommen ist. Nach allem diesem sollte man annehmen, daß sich bei ihm auch eine schwere Rechenstörung finden müßte. Dem ist aber nicht so. Beim Addieren und Subtrahieren, besonders beim letzteren, werden häufig Fehler gemacht, aber im ganzen und großen ist die Störung keine erhebliche. Etwas verlängert sind die Zeiten, die er beim Rechnen gebraucht, aber doch in keinem Verhältnis zu den Verlängerungen, die wir beim Rechnen der anderen Patienten feststellen konnten. Ganz vorzüglich aber ist sein optisches Zahlengedächtnis, ebensogut wie sein akustisches. Auch am Zahlenkarree hat er die neun Ziffern der drei Reihen gut aufsagen können, nur in der Diagonale vermag er sie sich nicht vorzustellen. Beim Lesen sowohl wie beim Kopieren von Zahlen treten dadurch Störungen auf, daß er sechs- und siebenstellige Zahlen nicht mit einem Blick zu überschauen vermag, sondern erst die Anzahl der Ziffern abzählen muß, wobei er leicht Fehler macht. Alles in allem aber muß man sagen, daß bei ihm im Verhältnis zu den übrigen optischen Störungen die Rechenstörung sehr gering ist und ferner, daß im Vergleich zu den anderen beschriebenen Fällen bei ihm ebenfalls die Rechenstörung als kaum bestehend bezeichnet werden kann.

11. XII. 1917. Vorgeschichte.

Landsturmmann Gustav B. ist 42 Jahre alt, Gläsermeister, verheiratet, Frau und 2 Jungen sind gesund.

Vater angeblich an Lungenschwindsucht, Mutter an Diabetes gestorben. Ein Bruder ist, 40 Jahre alt, in der Irrenanstalt Buch gestorben. Pat. war im Alter von 19 Jahren ca. 4 Wochen in der Charité in Behandlung, gibt an, dort Kochsche Lymphe erhalten zu haben, er habe Asthmaanfalle gehabt. Mit 24 Jahren an rechtsseitigem Leistenbruch operiert.

20. VI. 1915 als ungedienter Landsturm eingezogen. 1. VIII. 1916 ins Feld gekommen; April 1917 erkrankt, angeblich an Wollhynischem Fieber, ca. 8 Tage in Revierbehandlung. Wenige Tage später Anschwellung des rechten Fußes, um Mitte April ins Kriegslazarett Striy, bis Ende Mai dort, angeblich handelte es sich um Gicht.

Verwundet am 6. VIII. 1917 in Rußland (Beresina) durch Gewehrsgeschöß am Hinterkopf. War bewußtlos. Geschlechtskrank negiert, Alkohol-, Tabaksmißbrauch negiert.

Klagen: Beim Aufstehen Gefühl von Schwindel, der während des Aufseins verschwindet. Hin und wieder Kopfschmerzen, mehr ein Gefühl von Benommenheit. Gehör rechts angeblich aufgehoben resp. beeinträchtigt. Auch das Sehen auf dem rechten Auge soll etwas gelitten haben.

Befund: 1,70 m großer kräftig gebauter, muskulöser Mann von guter Gesichtsfarbe und intelligentem Gesichtsausdruck.

Es findet sich an der linken Linea nuchae superior eine 5 cm lange Narbe, ungefähr drei Finger breit von dem hinteren Ansatz der Ohrmuschel. In der Narbe eine granulierende Wunde, welche leicht belegt ist. Pfeifen, Zungezeigen, Ausblasen eines Lichtes kann ausgeführt werden. Augenbewegung frei. Pupillen und Lidspalten gleich weit. Pupillenreaktion prompt. Beim Blick nach oben besteht ein leichter Nystagmus, der nicht konstant ist. Auch beim Konvergenzversuch besteht ein leichter Nystagmus. Pat. fällt bei geschlossenen Augen und Beinen leicht nach hinten. Zeigeversuch erfolgt normal. Auffällig ist, daß Pat. dabei nicht schwankt. VII und XII normal. Grobe Kraft ist in den Armen gut. Mit den Händen können alle Bewegungen ausgeführt werden. Keine Adiadochokinesis. Keine Ataxie in den Händen. Sehnenphänomene nicht gesteigert an den Armen, ebensowenig an den Beinen, Zehenreflex plantar. Bauchdecken-Kremasterreflexe vorhanden. Berührungen und Nadelstiche werden am ganzen Körper empfunden. Beim Knie-Hackenversuch keine Ataxie. Keine Lagegefühlsstörungen.

14. XII. 1917. Untersuchung Stabsarzt Dr. Liebau.

Früher gut gehört, seit der Verwundung rechts schwerhörig.

Beide Trommelfelle getrübt.

Flüstersprache rechts 1 m, links 2 m; Weber links; Rinné beiderseits +.

Knochenleitung rechts 6/15, links 8/15.

Gesichtsfeld unregelmäßig konzentrisch eingengt mit stärkerer Betonung der beiden oberen Quadranten (Fig. 6). Bei Prüfung mit größeren Flächen zeigt sich das Gesichtsfeld frei.

Diktat:

98	$1\frac{4}{5}''$	16723	$6\frac{1}{5}''$
198	$2\frac{3}{5}''$	75821	$9\frac{1}{5}''$

755	3''	198612	10'' vergißt beide letzten Ziffern und muß fragen.
8937	4 ¹ / ₅ ''	738498	11''
		6615791	16 ⁴ / ₅ ''.

Lesen:

216	Scheint die letzte Ziffer	214	mom.
9321	häufig nicht zu sehen.	785	mom.
4769	Gesichtsfeld eingeeengt nach	3792	3 ¹ / ₅ ''
6347	beiden Seiten.	79039	12 ¹ / ₅ '' hat eine Ziffer nicht gesehen.
20176	5 ² / ₅ ''	85612	4 ⁴ / ₅ ''
		290361	5 ⁴ / ₅ ''
		852123	6''
		1238690	hat eine Ziffer nicht gesehen, liest sonst richtig.

Hälfte von 1000? = 500 }
 Hälfte von 100000? = 50000 } momentan.

Definiert Quadrat richtig.

Unterschied zwischen Quadrat und Rechteck? Sagt ein Rechteck ist ein Dreieck. Kennt den Ausdruck Rechteck nicht; hängt mit seinem Beruf (Glasermeister) zusammen; nennt es langes Format.

Schneide ich vom Rechteck eine Ecke ab, entstehen 5 Ecken, zwei Ecken 6 Ecken, drei Ecken 7 Ecken. Antwort fast momentan.

Viereck diagonal durchschnitten, gibt 2 Dreiecke.

Welche römische Zahl besteht aus einem Winkel?

Kommt nicht darauf, weil er unter Winkel einen rechten versteht. Nachdem er es einmal begriffen hat, gibt er richtige Antworten.

Welche von den arabischen Zahlen bestehen aus geraden Strichen? 1 und 4.

Welche Zahlen bestehen aus einem oder mehreren Ovalen? 8 und 0.

Welche Zahlen sind in der unteren Hälfte gleich? 3 mit 9, findet dann noch 5, nachdem er sich 2 und 3 hinschreibt.

Welche Ziffern haben gleiche Anfangsbuchstaben? Gelingt auch nicht bei lautem Aufsagen.

Schaut 1 Minute folgendes Zahlenbild an:

492	Sagt die 9 Ziffern richtig auf. In der Diagonale gelingt es auch, indem er nochmals die Zahlen aufsagt, sagt dann nur eine Ziffer falsch.
710	
386	

Wieviel Seiten hat ein Stück Zucker? — Vergißt die Längsseiten mitzuzählen.

Wieviel Kanten? — 8, vergißt wieder die verbindenden Kanten. Dann 12.

Welche Schnittfläche entsteht beim Abschneiden einer Ecke vom Würfel? Kann es sich nicht vorstellen.

Vom Zuckerhut die Spitze? Schnittfläche kreisförmig, Antwort momentan.

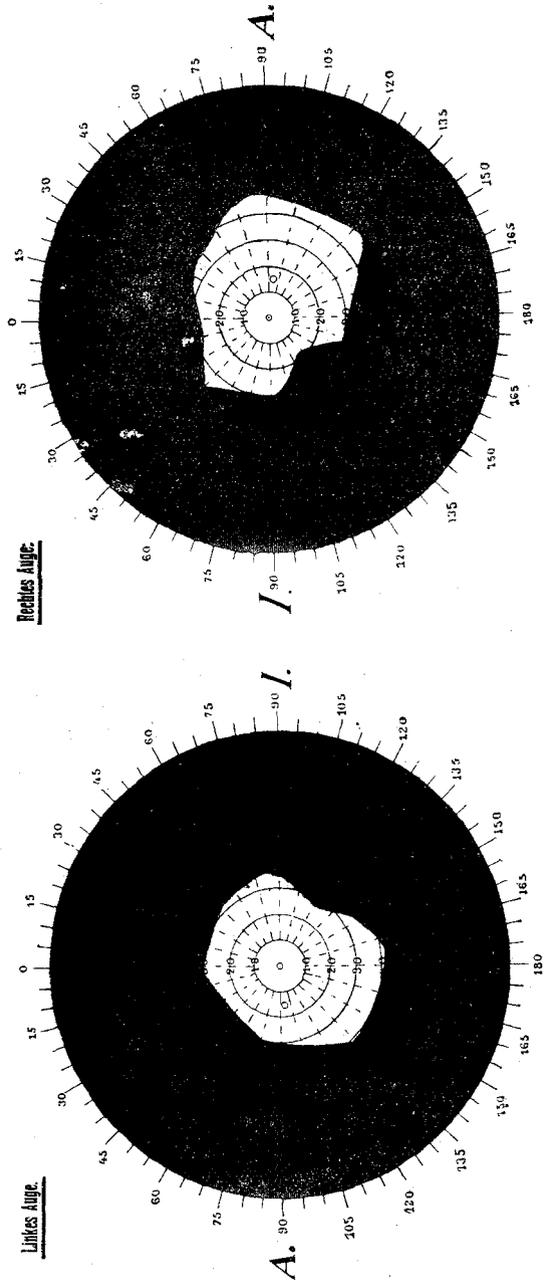


Fig. 6.

Soll sich gedrucktes großes lateinisches H vorstellen, Mittelstrich weg und diagonal die Ecken von links oben nach rechts unten verbinden. Antwort N sofort.

Lateinisches H. Mittelstrich nach rechts und links verlängern, in der Mitte unterbrechen. Antwort sofort t t. Kleines Oval dazwischen setzen. Kommt erst darauf, nachdem man ihm es näher erklärt: t o t.

Wiederholen von Zahlen:

79543

876982 weiß 2 nicht mehr,

6451792

87389548 5 zweifelhaft, sagt dann 9542.

Lesen von Zahlen:

6710 + 3'

321761 + 4'

48321 + 4'

6702432 hat die erste Ziffer nicht gesehen.

3876451 351 sagt er, berichtigt dann aber 4 statt 3.

5418760 momentan.

61235487 liest 847.

Sieht immer die ersten Ziffern nicht, oder es muß ihm gesagt werden, daß es eine sechs-, sieben- oder achtstellige Ziffer ist.

Schätzen der Schwingungen des Metronoms:

Schläge	Schwingungen	geschätzt
10	120	10
5	120	4
10	120	8
14	120	12
18	120	12
9	180	8
15	180	14
10	180	7

Schätzen von bunten Kugeln:

Für 7 — 6 geschätzt

„ 10 — 8 „

„ 13 — 12 „

„ 18 — 15 „

Schätzen von Kugelgruppen:

3 Gruppen zu 4 Kugeln gibt 10 an, da er 2 zu 3 und 1 zu 4 sieht. Größere Gruppen kann er nicht schätzen, da er nicht das ganze Bild sieht.

Sommersches Rechenschema:

$1 \times 3 = 3$	+	mom.	$3 - 1 = 2$	+	1''
$2 \times 4 = 8$	+	„	$8 - 3 = 5$	+	$\frac{4}{5}$ ''
$3 \times 5 = 15$	+	„	$13 - 5 = 8$	+	2''
$4 \times 6 = 24$	+	„	$18 - 7 = 11$	+	1''
$5 \times 7 = 35$	+	„	$32 - 9 = 23$	+	$\frac{2^2}{5}$ ''
$6 \times 8 = 48$	+	„	$36 - 11 = 25$	+	2''
$7 \times 9 = 63$	+	„	$38 - 17 = 21$	+	$\frac{5^1}{5}$ ''
$8 \times 10 = 80$	+	„	$48 - 19 = 29$	+	8''
$9 \times 11 = 99$	+	„	$50 - 28 = 22$	+	$\frac{1^4}{5}$ ''
$12 \times 13 = 156$	+	5''	$43 - 17 = 26$	+	$\frac{5^3}{5}$ ''

$2 + 2 = 4$	+	mom.	$6 : 2 = 3$	+	1''
$3 + 4 = 7$	+	„	$8 : 4 = 2$	+	1''
$4 + 6 = 10$	+	„	$15 : 3 = 5$	+	$\frac{1^1}{5}$ ''
$5 + 8 = 13$	+	„	$12 : 2 = 6$	+	$\frac{1^2}{5}$ ''
$8 + 14 = 22$	+	$\frac{3}{5}$ ''	$18 : 2 = 9$	+	2''
$11 + 20 = 31$	+	$\frac{1^2}{5}$ ''	$28 : 7 = 4$	+	$\frac{1^1}{5}$ ''
$14 + 26 = 40$	+	$\frac{1^3}{5}$ ''	$81 : 3 = 27$	+	5''
$17 + 32 = 49$	+	$\frac{2^3}{5}$ ''	$126 : 6 = 21$	+	$\frac{3^2}{5}$ ''
$20 + 38 = 58$	+	$\frac{1^3}{5}$ ''	$192 : 4 = 48$	+	$\frac{8^2}{5}$ ''
$23 + 44 = 67$	+	3''	$369 : 9 = 41$	+	8''

$$X - 3 = 14, X = 17 + 4'', X + 5 = 16, X = 11 + 1'', \\ X : 9 = 45 + 1''.$$

Merkfähigkeit:

Optisch: 5817 = +, 18475 = +, 148597 = +, 7143859 = +, 57184 = 7184, 10453798 = 10453828, 21798604 = 1798604, merkt 7stellige Zahlen.

Akustisch: 3479 = +, 68253 = +, 471896 = 47896.

392580 = +, 482039 = +, 6238547 = 6285437, 7921513 = 7912583.

5293760 = +, 84259301 = 843201 ...

Merkt 7stellige Zahlen.

Für Worte: Von 5 Worten merkt er 5, von 6 merkt er 5.

Mosaikfeld: Straßenbahnwagen richtig gelegt in 14' 38''.

Bummspiel: — 35 — mitgenannt in 2' 41''.

Der Patient B. zeigt also keine erheblichen Störungen am Zentralnervensystem, außer seiner Einengung des Gesichtsfeldes, die sich auch beim Lesen von längeren Zahlen bemerkbar macht, so daß er sechs-, sieben- und achtstellige Zahlen nicht übersehen kann. Weitere erheblichen Störungen finden sich nicht. Nur am Tachistoskop kann man eine Verlangsamung des Auffassungsvermögens feststellen: zu Reihen, Quadraten und Quincunx geordnete Punkte erkennt er nicht in $\frac{1}{10}$ Sekunde, sondern gebraucht dazu 2—4 Sekunden. Bilder werden in $\frac{1}{10}$ Sekunde erkannt. Dagegen ist das Lesen von Worten ebenfalls verlangsamt. Beim Rechnen macht sich nur eine leichte Ver-

langsamung bemerkbar, und zwar vornehmlich beim Addieren und Subtrahieren, nicht aber beim Multiplizieren. Das Merken von Worten sowohl wie von Ziffern ist gut. Es ist kein Unterschied in der Merkfähigkeit auf optische wie akustische Reize zu beobachten. Das Zahlenkarree wird gut reproduziert, auch in der Diagonale. Ebenso ist das optische Gestaltungsvermögen in keiner Weise beeinträchtigt. Er kann sich ein Quadrat vorstellen und gibt die Gebilde richtig an, welche entstehen, wenn man 1, 2, 3 und 4 Ecken von ihm abschneidet. Ferner kann er die Ziffern angeben, die nur aus geraden Strichen bestehen oder bei denen die unteren oder oberen Hälften einander ähneln. Auch weiß er, wieviel Ecken, Kanten und Flächen ein Würfel hat. Es besteht also hier mit Ausnahme einer geringen Verlangsamung der Rechenfähigkeit und einer ebensolchen im optischen Auffassungsvermögen keine nachweisbare Störung.

Ich habe hier neun Fälle beschrieben und die Protokolle, welche die Untersuchungen über Rechenstörungen enthalten, in weitem Umfang mitgeteilt. Sehen wir uns nun die Fälle an, welche Rechenstörungen aufweisen, so zeigt es sich, daß es vornehmlich diejenigen sind, welche eine rechtsseitige Hemianopsie haben (vgl. die Tabelle S. 326). Dagegen hat der Fall mit linksseitiger Hemianopsie keine Rechenstörung¹⁾. Ebensovienig hat der mit unterer Quadrantenhemianopsie und der letzte von den mitgeteilten Fällen, welcher eine unregelmäßig konzentrische Einnengung mit stärkerer Beteiligung der oberen Quadranten aufwies, eine Rechenstörung. Dagegen läßt sich bei den Fällen mit doppelseitiger Hemianopsie eine schwere Rechenstörung konstatieren. Die Fälle, die in der Literatur über Rechenstörungen mitgeteilt worden sind, betrafen ebenfalls rechtsseitige Hemianopsien. Ich habe nun ferner mir das große Material Poppelreuters des genaueren auf Rechenstörungen hin angesehen. Er teilt sie ja nur ganz kursorisch mit; doch genügt das zur Feststellung, unter welchen Umständen eine Rechenstörung zu erwarten ist. Auch aus seinem Material kann man dasselbe Faktum konstatieren wie aus dem von mir mitgeteilten. Es ergibt sich da, daß sechs Fälle mit rechtsseitiger Hemianopsie schwere Rechenstörungen gehabt haben. Nur ein Fall hatte keine Rechenstörungen, ebenso wie ein Fall mit partieller rechtsseitiger Hemianopsie, bei der besonders der untere Quadrant getroffen war. Die linksseitigen Hemianop-

1) Ich habe in letzter Zeit zwei Fälle mit linksseitiger Hemianopsie gesehen, die Rechenstörungen aufwiesen. In beiden Fällen handelte es sich aber um Linkshänder. Diese Fälle bestätigen also nur unsere Anschauungen.

sien, von denen er fünf Fälle mitteilt, zeigen genau wie mein einer Fall keine Rechenstörungen. Die doppelseitigen Hemianopsien haben schwere Rechenstörungen. Bei den doppelseitigen Hemianopsien, bei denen nur die unteren Quadranten getroffen waren, war das Rechnen gut, ebenso wie bei den Quadrantenhemianopsien und ähnlichen Störungen. Man sieht also eine recht gute Übereinstimmung zwischen meinem und dem Material Poppelreuters, die um so wertvoller ist, als Poppelreuters Untersuchungen über die Rechenstörungen ganz nebenher laufen und unter keinem besonderen Gesichtswinkel unternommen worden sind. Es scheint also, daß zum Zustandekommen einer Rechenstörung eine Verletzung des linken Hinterhauptlappens erforderlich ist. Zu dieser Schlußfolgerung waren wir schon weiter oben gekommen.

Man kann nun weiter fragen, ob denn die Rechenstörung in irgendeiner Beziehung zum optischen System steht, da wir stets in Verbindung mit den Rechenstörungen eine rechtsseitige oder beiderseitige Hemianopsie finden. Ich habe schon in dem Teil über die normale Psychologie des Rechnens auseinandergesetzt, wie seit Pestalozzi die meisten Psychologen die Ansicht vertreten, daß das Rechnen aus der Anschauung entspringt, und habe ferner auf die Angaben Eckehards hingewiesen, daß das Rechnen bei den Kindern in einem großen Prozentsatz visuell, bei dem größten Teil gemischt visuell vor sich geht. Nun kann man natürlich bei unserem Material nicht mehr feststellen, ob die an Rechenstörung leidenden Patienten früher visuell oder nicht waren. Auch scheint mir die Annahme Poppelreuters, daß ein Patient, bei dem die Addition und Subtraktion gestört, die Multiplikation aber gut vorstatten geht, dem visuellen Typus angehört, nicht beweisend für einen visuellen Typus zu sein. Wollten wir diese Ansicht Poppelreuters als Beweis hinnehmen, so müßten alle Fälle, die ich beschrieben habe, dem ausgesprochenen visuellen Typus angehören. Das wäre aber ein außerordentlich großer Zufall. Wir müssen meiner Ansicht nach vielmehr die Frage ganz beiseite lassen, ob jemand früher beim Rechnen visuell war oder nicht und können uns nur auf die Feststellung beschränken, ob die Rechenstörung parallel geht mit sonstigen visuellen Störungen.

Die enge Verbindung, die zwischen der Hemianopsie und den Rechenstörungen vorhanden ist, legt die Vermutung nahe, daß tatsächlich hier mehr als eine nachbarschaftliche Beziehung besteht. Doch hat man bei der Alexie die gleiche Verbindung mit der Hemianopsie konstatiert und kennt doch Fälle, bei denen die Alexie mehr die Folge

N a m e	Gesichtsfeld	Alexie	Rechnen		Verlang- samung des Rechnens
			im Kopf	schriftl.	
Sch.	rechts Hemianopsie	+	sehr schlecht	sehr schlecht	sehr stark
D.	rechts Hemianopsie	+	sehr schlecht	verhält- nismäßig gut	sehr stark
I.	rechts Hemianopsie	+	schlecht	gut	sehr stark
Ul.	rechts Hemianopsie	+	schlecht	mäßig	sehr stark
S.	links Hemianopsie	—	gut	gut	nicht vorhand.
St.	doppelseitige Hemianopsie	—	schlecht	schlecht	sehr stark
Sch.	doppelseitige Hemianopsie	—	schlecht	schlecht	sehr stark
v. Tr.	doppelseit. untere Quadranten- hemianopsie	—	gut	gut	gering
B.	unregelmäßige konzentrische Einengung	—	gut	gut	gering

1) Die Zahlen bedeuten die Anzahl der gemerkten Ziffern.

einer aphasischen Störung ist, während in anderen Fällen die optische Störung die Grundlage für die Alexie abgibt. Nun habe ich eine Anzahl Prüfungen vorgenommen, um festzustellen, wie weit die optische Sphäre bei meinen Kranken mitbetroffen war. Ich habe in allen Fällen das

Störung des Begriffes der		Optisches Auffas- sungsver- mögen	Gestaltsvorstellungs- vermögen für		Merkfähigkeit für Zahlen		Konzentration- fähig- keit:
Ziffer	Zahl		geometr. Formen	Zahlen	optisch	akustisch	
gestört	—	—	sehr schlecht	—	—	—	—
—	—	verlang- samt	mittel- mäßig	mäßig	schlecht 2)	schlecht 3	—
—	—	verlang- samt	gut	gut, aber langsam	schlecht 4	gut 7	gut
gestört	—	verlang- samt	schlecht	gut	schlecht 4	gut 7	schlecht
—	—	gut	gut	gut	gut 7	gut 9	gut
gestört	gestört	verlang- samt	mittel- mäßig	mittel- mäßig	schlecht 4	gut 8	schlecht
gestört	—	verlang- samt	mittel- mäßig	schlecht	schlecht 4	gut 7	mäßig
—	—	sehr ver- langsam	sehr schlecht	mäßig	gut 8	gut 9	gut
—	—	verlang- samt	gut	gut	gut 7	gut 7	gut

Gestaltsvorstellungsvermögen zu prüfen versucht. Ich habe weiter oben beschrieben, in welcher Weise das geschah. In der Tabelle habe ich die Resultate eingetragen und man kann nun vergleichen, wie weit beide miteinander parallel gehen. Da zeigt sich überraschenderweise,

daß Rechenstörung und Gestaltsvorstellungsvermögen nicht in allen Fällen miteinander parallel gehen. Im Fall L. ist das Gestaltsvorstellungsvermögen ein gutes, während das Kopfrechnen als schlecht zu bezeichnen ist; umgekehrt ist bei dem Leutnant Tr. das Gestaltsvorstellungsvermögen außerordentlich schlecht, das Kopfrechnen aber gut. Auch bei St. und Sch., bei denen das Kopfrechnen sowohl wie das schriftliche Rechnen schlecht vonstatten geht, ist das Gestaltsvorstellungsvermögen nur als mittelmäßig zu bezeichnen. Man kann natürlich aus einer so kleinen Anzahl von Fällen kein procentuales Verhältnis berechnen und daraus Schlüsse ziehen. Zur Beurteilung kann man vielmehr nur individuelle Fälle heranziehen, und es sind nicht die Fälle beweisend, welche eine Kongruenz zeigen, sondern nur solche, bei denen eine Disproportionalität vorhanden ist. Denn bei den ersteren kann ja die Ursache der Kongruenz in einer so ausgedehnten Störung bestehen, daß zwei nicht zusammengehörige Funktionen gleichzeitig gestört sind und ausfallen. Dagegen kann es als beweisend gelten, wenn bald die eine, bald die andere Funktion gestört ist, während die andere intakt geblieben ist. Ist das der Fall, so müssen wir wohl annehmen, daß sie nicht eng miteinander verbunden sind. Nun ist aber das, was wir geprüft haben, als durchaus noch nicht psychologisch zusammengehörig anzusehen. Die Gestaltsqualitäten, deren Vorstellung wir bei den Patienten zu erwecken suchten, sind geometrischer Natur. Es ist aber durchaus noch nicht gesagt, daß solche geometrischen Gestalten mit dem Rechnen etwas zu tun haben. Meumann trennt die Psychologie des Rechnens vollkommen ab von der der Mathematik. Bekannt ist ferner, daß es berühmte Mathematiker gegeben hat, welche außerordentlich schlecht im Kopf gerechnet haben. Man könnte aber dem gegenüber einwenden, daß die vier angeführten Fälle nicht zum visuellen Typus gehören, sondern wahrscheinlich zum akustischen, und daß infolge der Verletzung ihre Rechenstörung nicht optischer, sondern akustischer Natur wäre, genau so, wie man bei der Alexie Formen, die auf verschiedener Basis beruhen, kennt. Wäre das aber der Fall, so müßte man hier Störungen finden, die in irgendeiner Weise das akustische Gebiet berühren. Bei L. ist das Kopfrechnen erheblich gestört, dagegen kann man aus der Tabelle sehen, daß bei ihm die akustische Merkfähigkeit für Ziffern und Zahlen eine gute ist, genau so, wie es sich in den anderen Fällen mit Ausnahme von D. ergeben hat. Bei allen kann man feststellen, daß sie 6—8 Ziffern, die ihnen vorgesagt wurden, unmittelbar wiederholen konnten, nur

D. war dazu nicht imstande. Diese akustische Merkfähigkeit ist sicherlich ein rein akustisch-motorischer Vorgang und geht deswegen auch so glatt vonstatten. Aber wäre irgendwie bei einem rein akustischen Typus die akustische Komponente gestört, so müßte man doch wohl annehmen, daß auch vorgesprochene Ziffernreihen schlechter wiederholt würden als bei normalen, und eine Reihe von 6—8 Ziffern zu wiederholen ist auch für einen normalen Menschen eine gute Leistung, wenn man von den Rechenkünstlern absieht. Denn Binet gibt an, daß ein normaler Mensch nach einmaligem Anhören nicht mehr als 6—12 Ziffern zu wiederholen imstande ist. Dagegen vermochten die beiden Rechenkünstler, die er untersuchte, Inaudi und Diamandi, 42 Ziffern zu reproduzieren. Auch sonst bieten sich keine Zeichen bei den Patienten, die dafür sprechen, daß das akustisch-sensorische Gebiet in Mitleidenschaft gezogen ist. Die Rubrik aber in der Tabelle, die die Resultate über die optische Merkfähigkeit enthält, zeigt ein ganz anderes Bild. Hier findet sich direkt ein Parallelismus zwischen optischer Merkfähigkeit für Ziffern und Rechenstörung. Es zeigt sich, daß die Patienten, die schlecht im Kopf rechneten, zugleich auch eine schlechte optische Merkfähigkeit für Ziffern haben, sowohl wenn man ihnen 5, 6 und mehr Ziffern in eine Reihe legt und sie 4, 5, 6 und 10 Sekunden betrachten läßt, oder aber, wenn man sie ein dreireihiges Ziffernkarree, das 9 Ziffern enthält, eine Minute lang betrachten läßt. Daß Menschen mit visuellem Typus 9 Ziffern in einem Ziffernkarree behalten können und auch in der Diagonale die Ziffern wiederzugeben vermögen, habe ich mehrfach feststellen können. Unter meinen Patienten konnten es hauptsächlich S. und B., beides Patienten, welche gut im Kopfe rechnen konnten. Alle anderen versagten hierbei. Sie konnten kaum die erste Reihe behalten. Nun kann man allerdings dagegen einwenden, daß diese Methode doch eine solche ist, welche wesentlich vom visuellen Typus geleistet werden kann. Eckerhardt stellt bei seinen Versuchen fest, daß von 3 dreistelligen Ziffern nur alle drei behalten wurden beim visuellen Typus. Allerdings ließ er zwischen Merken und Aufsagen irgendeine akustisch-motorische Prozedur ausführen, das Einmaleins aufsagen oder eine Chorstrophe sprechen. Bei meinen Patienten schloß sich aber die Reproduktion unmittelbar dem Merken an. Es besteht also sicherlich hier eine Herabsetzung der optischen Merkfähigkeit. Man muß jedoch hier noch auf einen anderen Punkt aufmerksam machen. Läßt man die Kranken nur 3 Ziffern allein oder auch 4—6 Ziffern in einer Reihe optisch merken, so gelingt das meistens:

bis zu 5 Ziffern, während umgekehrt im Zahlenkarree die Merkfähigkeit meist über 3 Ziffern in der ersten Reihe nicht hinausgeht. Hier scheint es sich noch um eine andere Störung zu handeln, und zwar um die Überschaubarkeit. Man versteht ja darunter nicht nur die Unfähigkeit, mit einem Blick rein peripher eine gewisse Anzahl von Eindrücken aufzunehmen, denn sonst würde ja jede Hemianopsie an einem Mangel der Überschaubarkeit leiden, sondern man faßt darunter auch eine psychische Fähigkeit, die darin besteht, daß man den optischen Eindruck als ganzes erfaßt und auch in seinen Gliedern werten kann. Kann man das nicht, so scheint häufig ein Zustand der Verwirrtheit aufzutreten, unter dem auch die Einzelleistung leidet, die man sonst unter günstigeren Bedingungen zu leisten vermag. So wäre es zu erklären, daß jemand, dessen Überschaubarkeit gelitten hat, wohl 5 Ziffern sich zu merken vermag, wenn sie ihm in einer Reihe allein geboten werden; wenn er aber 9 Ziffern behalten muß, die in drei Reihen angeordnet sind, so vermag er das nicht, weil er mit ihnen nicht fertig wird. Dafür spricht auch die Angabe, die die Patienten häufig machen: Ich habe mir nur die erste Reihe ansehen können, nicht aber die beiden anderen. Hier ist also gerade die Gliederung und die Anordnung in drei Reihen ein erschwerendes Moment, wenn auch dabei die absolute Anzahl von 9 Ziffern erheblich mit in Betracht kommt. Immerhin glaube ich sagen zu können, wenn auch in dieser Beziehung noch eine Reihe normaler Menschen untersucht werden müßte, daß jeder 9 Ziffern, sei es, daß sie in drei Reihen geordnet, oder aber 7 Ziffern, die in einer Reihe geschrieben sind, bei der Beobachtungsdauer von einer Minute imstande ist, zu reproduzieren. Wenigstens zeigen das bei meinem Material die Patienten, die gut rechnen konnten, sowohl S., wie Leutnant Tr., als auch B. Diese konnten optisch sich mindestens 7 Ziffern merken, während die übrigen Patienten kaum 5 Ziffern imstande waren zu behalten. Daß ein Unterschied zwischen optischer und akustischer Merkfähigkeit bestehen muß, scheint mir fast selbstverständlich. Denn beim Vorsprechen der Zahlen wird einfach nachgesprochen; der Vorgang ist also rein akustisch-motorisch, rein mechanisch und gelingt deswegen verhältnismäßig leicht. Dadurch ist die Kapazität größer. Das gleiche beobachten wir ja auch, wenn uns akustische gleichförmige Reize geboten werden. Normale Menschen können bis zu 15 und 17 Metronomschlägen schätzen, simultan aber nur 5—7 optisch gleichförmige Eindrücke. Berücksichtigt man das, so wird einem verständlich, daß die Spannung zwischen optischer und

akustischer Merkfähigkeit von 2 Ziffern, also eine Merkfähigkeit von 9 und 7 Ziffern, als das Normale anzusehen ist. Ich betone aber hier nochmals, daß mir leider ein größeres Material an normalen Menschen zum Vergleich fehlt und daß ich nur die wenigen Fälle mit guter Rechenfähigkeit heranziehen kann. Jedenfalls ist die außerordentliche Übereinstimmung zwischen der gestörten Rechenfähigkeit und der schlechten optischen Merkfähigkeit sehr bemerkenswert. Hier kann man nun folgende weitere Überlegung anschließen. Wenn nun bei allen die akustische Merkfähigkeit eine gute ist und trotzdem die Rechenfähigkeit schlecht, so kann doch das akustisch-sensorische Moment beim Rechnen nicht das Ausschlaggebende sein; denn einmal müßte man annehmen, daß für das Rechnen das akustische Moment kompensatorisch eintreten könnte, wenn das visuelle Moment ausfällt, zumal ja beim Kopfrechnen uns stets die Aufgabe akustisch geboten wird, und dann ist außerdem zu bedenken, daß doch nicht alle Fälle, die sich mir geboten haben, zufällig dem visuellen Typus angehört haben können. Nach den Prozentzahlen, die Eckehardt angibt, sind doch unter den Kindern, die er untersucht hat, mindestens 30 Proz. als zum akustischen Typus gehörig zu betrachten, also bei uns mindestens drei Fälle. Später aber verwischt sich dieses Verhältnis immer mehr, und bei den Erwachsenen ist ja der Vorgang des einfachen Rechnens als akustisch-motorisch-mechanisch anzusehen. Ist das aber der Fall, so müßten eigentlich alle Patienten beim Kopfrechnen bei ihrer guten akustischen Merkfähigkeit besseres leisten, als wir feststellen konnten. Wenn trotz des mechanischen Ablaufes auf akustisch-motorischen Bahnen bei Erwachsenen und trotz akustischer guter Merkfähigkeit für Ziffern die Rechenfähigkeit gestört ist, so scheint doch der Schluß berechtigt, daß das optische Moment beim Rechnen eine größere Rolle für jeden spielt, gleichgültig, ob er zum akustischen oder visuellen Typus gehört, als die akustischen Reize.

Nun müssen wir aber noch ein anderes Moment berücksichtigen. Ich habe schon bei Besprechung der einzelnen Fälle auf den Unterschied aufmerksam gemacht zwischen der Fähigkeit, im Kopf zu rechnen, und der des schriftlichen Rechnens. Drei Fälle zeigten diesen Unterschied, und zwar immer in der Richtung, daß das Kopfrechnen schlechter als das schriftliche Rechnen vor sich ging. Man findet gleich schlechte Leistungen von Kopf- und schriftlichem Rechnen, nie aber das umgekehrte Verhalten, daß das Kopfrechnen besser als das schriftliche Rechnen geht; wenigstens habe ich das bei keinem meiner Fälle beob-

achten können. Nun ist der Unterschied zwischen Kopfrechnen und schriftlichem Rechnen bei diesen Fällen ein recht erheblicher. L. ist, wie aus den Protokollen ersichtlich ist, imstande, recht schwierige mathematische Aufgaben zu lösen auch in ihrem rechnerischen Teil. Dagegen versagt er schon bei Aufgaben aus dem Einmaleins jenseits der Zehn. D. kann schriftlich mit Brüchen rechnen; im Verhältnis zu dem, was er im Kopfe zu leisten vermag, eine recht schwierige Aufgabe, denn im Kopfe vermag er nicht einmal mit dem einfachen Einmaleins fertigzuwerden. Hier geben uns seine Äußerungen einen Anhalt für die Ursache seiner Störung. Er gibt nämlich an, daß er an manchen Tagen im Kopfe rechnen kann, an anderen Tagen aber, um im Kopfe rechnen zu können, die Aufgabe sehen muß. Sobald er sie sieht, löst er dann auch die Aufgabe leicht und richtig. Der Versuch, ihm durch immerwährendes Wiederholen der Aufgabe das Merken der Aufgabe zu ermöglichen, gelingt viel schwerer als der zuerst eingeschlagene Weg. Er bedarf also zur Lösung der Aufgabe durchaus der optischen Unterstützung, genau so wie Sch. nur an den Fingern rechnen konnte, nicht aber im Kopf. Hier wird man sich doch wohl den Vorgang so vorstellen müssen, daß für das Kopfrechnen eine optische Hilfe notwendig ist und daß er sie nicht aufbringen kann, weil sein optisches Gedächtnis für Zahlen gelitten hat. Im Falle D. und Sch. wirkt erschwerend, daß eine sensorische Aphasie anfangs bestand. Bei D. aber ist zurzeit das Wortverständnis vollkommen in Ordnung. Er versteht jeden Befehl, führt jeden Auftrag richtig aus. Er versteht auch die Aufgaben, die von ihm gefordert werden, vollkommen. Das wird dadurch bewiesen, daß er sie richtig aufschreibt. Wenn er trotzdem mit der Lösung der Aufgabe beim Kopfrechnen Schwierigkeit hat, so daß er wünscht, daß sie vor ihm aufgeschrieben bis zur Lösung liegt, so muß man annehmen, daß seine Merkfähigkeit gelitten hat, und da durch stetes Vorsagen die Lösung nicht beschleunigt wird, so ist wohl anzunehmen, daß er zum Rechnen mehr einer optischen als einer akustischen Hilfe bedarf. Viel beweisender scheint mir aber der Fall L. zu liegen. Bei ihm hat nie eine sensorische Aphasie bestanden. Es konnte auch nie ein Zweifel bestehen, daß er jede Aufgabe, die ihm gestellt wurde, richtig verstand. Seine akustische Merkfähigkeit für Ziffern und Zahlen ist eine gute, und doch vermag er nur sehr schlecht im Kopfe zu rechnen, während er im Gegensatz dazu gut selbst schwerste Aufgaben beim schriftlichen Rechnen löst. Hier kann es meines Erachtens sich nur darum handeln, daß beim Kopfrechnen

eine optische Komponente notwendig ist. Nimmt man eine derartige visuelle Hilfe beim Kopfrechnen an, die wahrscheinlich nicht qualitativ verschieden ist von der, die wir beim ausgesprochen visuellen Typus zu sehen gewohnt sind, sondern nur graduell, so daß die meisten Menschen, die nicht dem visuellen Typus angehören, sich dieser Hilfe gar nicht bewußt werden, so wird man die einfachste Form dieser optischen Unterstützung darin zu sehen haben, daß tatsächlich nur die gestellte Aufgabe als Ziffer dem betreffenden Individuum optisch vorschwebt. Daß auch andere Arten der visuellen Hilfen vorkommen, hat Eckerhardt in seiner Arbeit beschrieben. Er stellt vier verschiedene Formen der visuellen Erinnerungsbilder fest: 1. die eben angegebene Form, wobei nur die einzelnen Ziffern vorgestellt werden; 2. nur das Resultat in der Form des schriftlichen Rechnens; 3. die Operation als schriftliches Rechnen; 4. die Operation als Vorwärtsgehen in der Reihe. Da es sich bei Sch. und D. um die Ausführung ganz einfacher Additionen und Multiplikationen handelt, so stellt das Rechnen an den Fingern bei Sch. oder das Aufschreiben bei D. sich so dar, daß beide ohne dauerndes Ziffernbild nicht rechnen konnten, weil ihnen das visuelle Erinnerungsbild fehlt. Bei L. muß man den Vorgang komplizierter annehmen. Hier machen vor allen Dingen Rechnungen aus dem Einmaleins jenseits der Zehn Schwierigkeiten. Dabei kann es nun so sein, daß der Patient neben dem Fehlen des visuellen Erinnerungsbildes der Aufgabe auch die Teilresultate sich nicht vorstellen kann, oder aber zwar die Teilresultate hat, sie aber nicht zusammenbringen kann, so daß hier also eine Störung der Überschaubarkeit vorliegen könnte. In beiden Fällen würde es sich aber um etwas Visuelles handeln. Natürlich kann man die drei Fälle als Vertreter des visuellen Typus ansehen und gegen die Verallgemeinerung Einspruch erheben. Ein direkter Beweis läßt sich ja nicht erbringen, daß wir es bei unsern Kranken mit Vertretern des visuellen Typus zu tun haben, da außerordentlich wenig Menschen wissen, ob sie dem oder jenem Typus angehören, und am allerwenigsten imstande sein werden, aus der Erinnerung anzugeben, welchem Typus sie angehört haben, nachdem sie die Fähigkeit verloren haben, sich Zahlen optisch vorzustellen. Der Unterschied zwischen der akustischen und optischen Merkfähigkeit der drei letzten Fälle, des besseren schriftlichen Rechnens gegenüber dem Kopfrechnen oder der Unmöglichkeit, im Kopf zu rechnen ohne visuelle Hilfe, läßt, wie gesagt, die Annahme berechtigt erscheinen, daß wir beim Kopfrechnen, ganz gleich, welchem Typus wir angehören,

stets visueller Erinnerungsbilder benötigen. Diese Tatsache würde dann eine Ergänzung darstellen zu den Erfahrungen, die man über das Rechnen der Naturvölker gesammelt hat, und zweitens zu denen, welche die Pädagogen an den Kindern gemacht haben und die in der Ansicht Pestalozzis gipfeln, daß das Wesen der Zahl als Element der Anschauung zu betrachten ist. Es scheint also so, als ob der enge Zusammenhang zwischen Rechenstörungen und rechtsseitiger Hemianopsie mehr als eine lokalisatorische Zufälligkeit ist, daß tatsächlich ein Zusammenhang besteht zwischen Rechnen und den optischen Vorgängen. Nun liegt es aber nicht so, daß die Verletzung irgendeines der optischen Gebiete zur Rechenstörung führt, sondern nur ein ganz bestimmtes, denn ich stellte schon vorher fest, daß bei linksseitiger Hemianopsie eine Rechenstörung nicht auftritt. Ferner zeigte ich, daß eine untere doppelte Quadrantenhemianopsie sich ebenfalls nicht mit Rechenstörung verbindet. Es ist also wesentlich die linke Hirnseite im optischen Gebiet der Träger der Rechenfähigkeit, aber auch hier wieder nicht der ganze Hinterlappen, sondern eine bestimmte Partie. Wenigstens sprechen die Fälle für diese Annahme, bei denen sich eine Rechenstörung bei gut erhaltenem Gestaltsauffassungsvermögen findet, vor allem aber jener Fall, bei dem sich eine partielle Seelenblindheit und schlechtes Gestaltsauffassungsvermögen mit guter Rechenfähigkeit verbindet. Es handelt sich also um eine engbegrenzte Stelle, die für die Rechenfähigkeit in Betracht kommt, also gewissermaßen um ein Zentrum. Auch Lewandowski und Stadelmann haben ein solches Zentrum in der linken hinteren Hirnhälfte angenommen. Das häufige Vorkommen der Rechenstörung mit rechtsseitiger Hemianopsie und Alexie könnte dahin gedeutet werden, daß dieses Zentrum in der Gegend des Gyrus angularis liegt. Endlich wäre noch die Tatsache zu erwähnen, daß sich bei doppelseitiger Hemianopsie die Rechenstörungen noch stärker ausprägen und schwerer sind als bei einseitiger, rechtsseitiger Hemianopsie. Diese Tatsache ist aber durchaus nicht überraschend, da wir auch bei der sensorischen Aphasie schwerere Störungen bei doppelseitiger Läsion sehen als bei einseitiger. Wahrscheinlich unterstützt die rechte Hirnhälfte die linke.

Ich möchte aber an dieser Stelle noch einmal darauf hinweisen, daß ich mir den Rechenvorgang und vor allen Dingen den dazu gehörigen Zahlen- und Ziffernbegriff nicht etwa grob mechanisch als einen Vereinigungspunkt von akustischen und optischen Bahnen vorstelle.

sondern, wie ich schon oben betont habe, im Sinne des Storchschen Begriffes von der Stereopsyche, nur ist im Zahl- und Ziffernbegriff die optische Komponente die stärkere. Ihr Ausfall bedeutet für diese Begriffe eine stärkere Schädigung als der Ausfall jeder anderen sensorischen Bahn. Am deutlichsten tritt das wohl bei jenen Störungen des Ziffernbegriffes auf, die ich in den Fällen Ull., L. und Sch. beschrieben habe, bei denen sich die Störung des Ziffernbegriffes erklärte aus einem teilweisen Vergessen des Positionssystems, also eines reinen optischen Vorganges. Denn ich habe gezeigt, daß die Patienten wohl die Zahlworte kannten, aber beim Umsetzen des Zahlwortes 28 in das Zahlensymbol sich irrten und die 8, wie sie sie hörten, voraus hinzeichneten, und dann erst die 2. Etwas ähnliches geschah, wenn bei den Hunderten und Tausenden, anstatt daß sie einfach als Stellenwert hingezeichnet wurden, die Ziffer mit soviel Nullen versehen wurde, wie sie hätte geschrieben werden müssen, wenn sie einfach als Hundert oder Tausend gegolten hätte. Dieser Ausfall der optischen Komponente führte zu einer Störung des Ziffernbegriffes, weil eben die optische Komponente hier das Übergewicht hat.

Nachdem wir nun also festgestellt haben, daß dem Rechnen ein Zentrum zukommt, das im optischen Gebiet liegt, und daß der Zusammenhang zwischen Rechen- und Sehstörung kein zufälliger ist, sondern daß beim Rechnen das optische Moment eine große Rolle spielt oder die wesentlichste Rolle, möchte ich auf die einzelnen Rechenstörungen eingehen, die beim Kopfrechnen uns entgegentreten. Sehen wir uns daraufhin Resultate und Zeitablauf beim Addieren, Subtrahieren, Multiplizieren und Dividieren im Kopfrechnen an, so fällt vor allen Dingen die zeitliche Verlangsamung fast überall auf. Die meisten der Aufgaben in dem von uns benutzten Sommerschen Rechenschema sind so einfach, daß sie momentan gelöst werden können. Vielfach treten hierbei Verlangsamung auf um das Drei- bis Sechsfache der Zeit. Diese Verlangsamungen können aus verschiedenen Momenten entstehen. Erstens kann das Auffassungsvermögen gestört oder behindert sein; zweitens kann die Merkfähigkeit gestört sein; drittens kann unsere Konzentrationsfähigkeit gelitten haben; viertens kann eine Störung der Überschaubarkeit vorhanden sein, so daß die Teilresultate, die erzielt werden, nur mit Mühe zu einem Ganzen vereint werden können; fünftens kann das Zahlengedächtnis gelitten haben, und zwar bis zu dem Grade, daß das Rechnen ganz unmöglich ist.

Unter Auffassungsvermögen müssen wir hier den einfachen Vor-

gang der Perzeption verstehen, d. h. daß der Patient sich die Eigenartigkeit der Aufgabe klarmacht, ob es sich um eine Addition, Subtraktion, Multiplikation oder Division handelt, welches Einmaleins für die beiden letzten Aufgaben in Betracht kommt und etwa dergleichen. Denn will man mehr darunter fassen, so kommt man gleich zu viel komplizierteren Begriffen, die in das Gebiet der Überschaubarkeit hineingreifen. Für die Verlangsamung des perzeptiven Vorganges kann das Ergebnis des tachystoskopischen Versuches angeführt werden. Wir sehen, daß bei allen unseren Kranken tatsächlich das optische Auffassungsvermögen erheblich verlangsamt ist. Gruppen von Strichen, Punkten und Quadraten werden außerordentlich langsam erfaßt. Als normal gilt $\frac{1}{10}$ Sekunde. Bei unseren Kranken geschieht die Erfassung kaum unter 2 Sekunden. Unsere Untersuchungen am Tachystoskop betreffen aber immer das optische Auffassungsvermögen. Beim Kopfrechnen jedoch werden alle Aufgaben akustisch gestellt. Wir haben nun zwar im vorgehenden nachgewiesen, daß beim Kopfrechnen, ganz gleich, ob der Untersuchte einen visuellen oder akustischen Typus darstellt, die optische Komponente, das optische Gedächtnis eine erhebliche Rolle spielt. Damit ist aber noch nicht bewiesen, daß auch bei der Perzeption von Rechenaufgaben, die im Kopf gerechnet werden sollen, sich ein ähnlicher Vorgang abspielt, daß also bei der akustischen Darbietung die Aufgabe erst erfaßt wird, nachdem sie ins Visuelle umgesetzt ist. Die Versuche, die diese Frage entscheiden sollen, habe ich noch nicht angestellt, da die Versuchsanordnung ziemlich kompliziert ist und ich im Augenblick nicht über Mittel und Zeit zu ihrer Ausführung verfüge. Läßt man die Patienten schriftlich addieren, z. B. in den Kräpelinschen Rechenheften, so kann man ebenfalls eine erhebliche Verlangsamung im Rechnen feststellen, die man natürlich zum Teil auf die Verlangsamung der optischen Auffassung beziehen kann.

Bei der Verlangsamung des Rechnens ist dann zweitens die Merkfähigkeit mit in Betracht zu ziehen. Man sieht häufig bei den Patienten das Bestreben, die Aufgabe, die ihnen gestellt ist, festzuhalten. Sie wiederholen die Aufgabe mehrfach, auch mitten beim Kopfrechnen, um sie dann nicht selten doch noch nach Erhalt eines Teilresultats zu vergessen. Auch hier muß wieder auf den eigenartigen Widerspruch hingewiesen werden zwischen der normalen akustischen Merkfähigkeit für Ziffern und Zahlen, wie wir sie ja schon mehrfach betonten, und dem leichten Vergessen der Aufgabe beim Rechnen. Ich habe weiter oben ja schon betont, daß ein unbewußtes visuelles Moment unbedingt das

Kopfrechnen beeinflussen muß und durch das Fehlen dieses Momentes auch die akustische Merkfähigkeit beim Rechnen beeinträchtigt wird. Eckerhardt weist darauf hin, daß die Visuellen, wenn zwischen Merken und Wiedergabe einer mehrstelligen Zahl ein akustisch-motorischer Vorgang eingeschoben wird, besser daran sind als die akustischen, weil diese die gemerkten Zahlen beim Hersagen einer Chorstrophe schlecht festhalten können, während die Visuellen sie trotz des Sprechens immer vor sich sehen. Unsere Kranken, deren optische Merkfähigkeit erheblich gesunken ist, sind im weitesten Sinn zum akustischen Menschen geworden, und so mag es kommen, daß sie, weil sie beim Kopfrechnen allein darauf angewiesen sind, akustisch-motorisch zu rechnen, sich die Aufgabe schlechter merken können als die, welche noch eine visuelle Stütze haben. Jedes Teilresultat wird von ihnen gesprochen, genau so, wie im Versuch die Chorstrophe, und beim Aussprechen dieses vergessen sie die Aufgabe, die sie durch stete Wiederholung zu behalten suchen.

Daß natürlich die Konzentrationsfähigkeit sowohl beim Kopfrechnen wie beim schriftlichen Rechnen von Bedeutung ist, unterliegt wohl keinem Zweifel. Beim Kinde tritt beim Rechnen die Unfähigkeit, sich zu konzentrieren, die die Folge einer erheblichen Ablenkbarkeit ist, sehr häufig in die Erscheinung. Manche leicht schwachsinnige Kinder können deswegen nicht rechnen, weil sie stark ablenkbar sind. Bei unseren Kranken findet man fast stets eine Konzentrationsstörung. Doch beruht diese nicht darauf, daß sie durch alle möglichen Reize abgelenkt werden, vielmehr tritt bei allen ein gewisser Mangel einer Bereitschaftsfähigkeit hervor. Es liegt das nicht daran, daß ihre Reaktionszeiten verlangsamt sind, sondern daß sie sich nur recht schwer auf die Aufgabe einstellen können und die Einstellung auch zu erhalten vermögen. Dabei kann man natürlich gleich die Frage erheben, wieweit bei den Störungen, die wir bei unseren Versuchen als Konzentrationsunfähigkeit bezeichnen, der Mangel der Merkfähigkeit eine Rolle spielt, ebenso auch im reziproken Sinne. Die Versuche, die in dieser Richtung von mir angestellt worden sind, sind im wesentlichen summarisch gewesen und rein orientierend. Sie sind vieldeutig, und die verschiedensten eben angeführten Komponenten mögen die Ursache für die angegebenen Störungen abgeben. Bei den Rechenstörungen, die sich bei den Stirnhirnverletzten finden, werde ich auf diese Dinge noch näher einzugehen haben, weil sie hier im Vordergrund stehen und einen wesentlichen Teil zur Störung beitragen. Auch die Ermüdbarkeit ist dann mit zu berücksichtigen.

Eine sehr große Rolle spielt aber meiner Ansicht nach bei der Verlangsamung des Rechnens unserer Patienten die Überschaubarkeit oder vielmehr der Mangel derselben. Wenn wir mehrere Zahlen addieren sollen, z. B. $15 + 18 + 12 + 25$, so wird ein guter Rechner, der seine Aufgabe übersieht, d. h. die gleichen Gruppen zusammenordnet, nicht in der gegebenen Reihenfolge rechnen, sondern Gruppen bilden, hier also $15 + 25$, von denen er sofort sieht, daß sie ganze Zehner geben muß, ebenso wie $18 + 12$. Hierbei kann etwas ganz Anschauliches, ein „quasi räumliches Moment“, eine Rolle spielen, etwa die Vorstellung, daß von 8 bis zu 10 in der Reihe nur zwei Punkte oder Striche fehlen. Überhaupt kann das beim Addieren oder beim Subtrahieren von erheblicher Bedeutung sein, z. B. wenn ich von 33 15 abzuziehen habe, die schnelle Erfassung, daß von 33 bis 30 nur 3 Einheiten fehlen, und ähnliches. Auch beim Multiplizieren ist diese Überschaubarkeit von Bedeutung, so wenn ich 12×25 zu multiplizieren habe und ich mir sofort klarmache, daß 4×25 100 sind usw., und ferner bei der Multiplikation von 7×19 ich mir sofort die Gruppe $7 \times 20 - 7$ vorstelle. Wer das nicht kann, wird natürlich langsamer rechnen als der erste, denn 7×20 ist etwas Mechanisches, während von den meisten 7×19 errechnet werden muß. Auch bei der Zusammenfassung der Endresultate zum Gesamtergebnis kann das gestörte Vermögen des Überschauens zu erheblichen Schwierigkeiten und Verlangsamungen führen. Gerade die Unfähigkeit vieler Patienten, mit einer Aufgabe fertigzuwerden, scheint mir darauf zu beruhen, daß sie die Teilresultate nicht zusammenfassen können.

Die letzte Komponente, die zur Verlangsamung des Rechnens beiträgt, ist das verminderte Zahlengedächtnis. Es macht natürlich einen erheblichen Unterschied in der Schnelligkeit des Rechnens, ob ich gewisse Resultate stets im Kopf parat habe oder nicht. Das schnelle Rechnen der Rechenkünstler beruht zum Teil darauf, und auch bei der Idiotin, die Witzel beschrieben hat, war ein glänzendes Zahlengedächtnis vorhanden. Aus demselben Grunde geht ja bei den meisten Menschen das Multiplizieren am allerbesten. Sinkt nun das Zahlengedächtnis, so muß jedes Resultat errechnet werden. Beim Multiplizieren wird dann das Einmaleins der betreffenden Zahl im Stillen aufgesagt, beim Addieren und Subtrahieren wird eins für eins vor- oder zurückgezählt. Daß das der Fall ist, kann man häufig durch Erfragen der Patienten erfahren. Natürlich nimmt das mehr Zeit in Anspruch, als das halbmechanische Rechnen mit Hilfe des Gedächtnisses. In den schwersten

Fällen ist das Zahlengedächtnis so stark geschädigt, daß auch die Reihen mitbetroffen sind und infolgedessen gar nicht mehr gerechnet werden kann.

Zusammenfassung.

1. Rechenstörung bei Hinterhauptverletzten findet sich nur dann, wenn die linke Gehirnhälfte getroffen ist; bei rechtsseitigen Verletzungen ist die Rechenfähigkeit stets eine gute. Bei doppelseitigen ausgedehnten Verletzungen finden sich schwere Rechenstörungen; dagegen scheint dieselbe zu fehlen, wenn sich nur doppelseitige untere Quadrantenhemianopsie findet. In der Gegend des linken Gyrus angularis scheint ein Zentrum für das Rechnen zu liegen.

2. Es besteht ein funktionales Verhältnis zwischen der Rechenfähigkeit und dem optischen System, so daß man annehmen muß, daß das Rechnen bei allen Menschen, selbst wenn sie nicht einem ausgesprochenen visuellen Typus angehören, visuell gestützt ist.

3. Das Gestaltsvorstellungsvermögen ist nicht immer parallel zur Rechenfähigkeit gestört. Man muß also annehmen, daß beide Fähigkeiten nicht fest miteinander verkuppelt sind, auch die Erfahrung, daß gute Mathematiker schlechte Kopfrechner sind, spricht dafür. Es folgt aber auch daraus, daß, falls Störungen des Gestaltsvorstellungsvermögens festgestellt werden, nicht sofort Rückschlüsse auf optische Störungen anderer Art gemacht werden dürfen. Es besteht der Eindruck, als wenn im optischen Gebiet eine große Differenzierung stattgefunden hat.

4. Es lassen sich Störungen des Ziffern- und Zahlenbegriffes nachweisen.

5. Die Rechenstörungen machen sich als Verlangsamung des Rechnens geltend und durch falsche Resultate. Die Verlangsamung kann zurückgeführt werden auf eine Störung des Auffassungsvermögens, der Merkfähigkeit, der Konzentrationsfähigkeit, der Überschaubarkeit und des Zahlengedächtnisses. Durch die gleichen Ursachen wird auch das Rechenergebnis beeinflusst.

Literaturübersicht.

Oppenheim, Lehrbuch der Nervenkrankheiten. 1913.

Bechterew, Neurol. Zentralbl. 1906.

Lewandowsky und Stadelmann, Über einen bemerkenswerten Fall von Hirnblutung u. üb. Rechenstörungen usw. Zeitschr. f. Psychol. u. Neurol. Bd. 11, Seite 249.

Sittig, Zur Psychopathologie des Zahlenverständnisses. Zeitschr. f. Pathopsych. 1914, Bd. 3, Heft 1.

Wertheimer, Über das Denken der Naturvölker. I. Zahlen und Zahlgebilde. Zeitschr. f. Psychol. 1912.

Ranschburg, Das kranke Gedächtnis. Leipzig 1911.

Derselbe, Zur normalen und pathologischen Psychologie des elementaren Rechnens. Zeitschr. f. exper. Pädag. 1908, Bd. 7.

Derselbe, Zur physiologischen und pathologischen Psychologie der elementaren Rechenarten. II. Teil. Zeitschr. f. exper. Pädag. 1909, Bd. 9.

Eckeardt, Visuelle Erinnerungsbilder beim Rechnen. Zeitschr. f. exper. Pädag. 1907, Bd. 5.

Rieger, Beschreibung der Intelligenzstörungen infolge einer Hirnverletzung. Würzburg 1888.

Eckeardt, Beobachtungen über das Zahlenverständnis der Schulrekruten. Zeitschr. f. exper. Pädag. 1909, Bd. 8.

Walsemann, Über die günstigsten Bedingungen der Zahlenversinnlichung. Zeitschr. f. pädagog. Psychol. 1904, Bd. 6.

Tropfke, Geschichte der Mathematik.

Wieleitner, Begriff der Zahl. Mathem.-physikal. Bibliothek Bd. 2.

Löffler, Ziffern und Ziffernsysteme der Kulturvölker. Mathem.-physikal. Bibliothek Bd. 1.

Schwarz, Das Wesen der Zahl. Langensalza 1910.

Bergson, Zeit und Freiheit. Jena 1911.

Liepmann, Drei Aufsätze aus dem Apraxiegebiet. Karger 1908.

Meumann, Vorlesungen zur Einführung in die experimentelle Pädagogik. 1914, Bd. 3.

Vanu Helene, Zur Psychologie der Zahlenauffassung. Dissertation. Würzburg 1904.