

vier. Nach neun Tagen enthält eine Tonne des nun zum Impfstoff gewordenen Gebräus nur noch ein einziges lebendes Virus.

Das war die Berechnung, die Salk auf Grund seiner Laboratoriumsexperimente aufgestellt hatte. In der Praxis aber, bei der Herstellung großer Mengen in den pharmazeutischen Werken, tauchten unerwartet Schwierigkeiten auf. Das Formaldehyd vermochte die Viren nicht immer mit der von Dr. Salk durch Laborversuche ermittelten Geschwindigkeit abzutöten. Oft waren nach der Neun-Tage-Periode noch Tausende von Viren lebendig. Die Fabriken mußten ganze Produktionseinheiten wieder vernichten.

Als der US-Gesundheitsdienst im April sechs Werken eine Lizenz zur Herstellung



Kinderlähmungsforscher Salk*
Fehler wurden entdeckt

des Vakzins erteilte, stellten Gesundheitsdienst-Präsident Leonard Scheele und Dr. Salk eine Bedingung: Alle Hersteller sollten beweisen, daß sie kontinuierlich ungefährlichen Impfstoff herzustellen vermochten. Doch die wichtige Forderung wurde weder näher definiert noch in den Lizenz- und Sicherheitsbestimmungen verankert.

So kam es, daß die um ihr Renommee besorgten Werke dem Gesundheitsdienst nur einwandfreie Produktionseinheiten meldeten. Der Gesundheitsdienst erfuhr nicht, wie viele Produktionseinheiten von den Fabriken stillschweigend wieder vernichtet wurden, weil sie noch zu viele lebende Viren enthielten. Lange Zeit wußte man bei den Gesundheitsbehörden in Washington nicht, daß ein beunruhigend hoher Prozentsatz „Ausschuß“ produziert wurde, Salks Verfahren sich also nicht hundertprozentig bewährte.

Erst als nach Beginn der Impf-Aktion mehrere Dutzend Kinder erkrankten, die mit dem Impfstoff eines einzigen Werkes — der Cutter-Laboratorien in Kalifornien — gespritzt worden waren, wurde man argwöhnisch. Der staatliche Gesundheitsdienst hatte Stichproben jeder einzelnen Produktionseinheit untersucht. Und doch mußten sich in der Impfflüssigkeit noch lebende

Viren befunden haben. Wie war das möglich?

In Atlantic City bot Dr. Salk den erstaunten Ärzten eine Erklärung: In mehreren Fällen müssen sich die Viren in den mit Formaldehyd angefüllten Tanks zusammengeklumpt haben. So konnten Viren, die sich inmitten eines solchen Klumpens befanden und durch abgetötete „Brüder“ von der Formaldehyd-Lösung isoliert wurden, das sonst tödliche Bad überleben. Da es nicht möglich war, jeden Kubikzentimeter des Vakzins zu testen — man mußte sich auf Stichproben beschränken —, besteht die Möglichkeit, daß die überlebenden Viren unbemerkt durch die Prüfung rutschten.

Die Experten des US-Gesundheitsdienstes haben sich deswegen entschlossen, die von Salk unter Laboratoriumsbedingungen entwickelte Abtötungstheorie („inactivation theory“) über Bord zu werfen. Sie erließen neue Überwachungsbestimmungen, die nun — bei siebenfacher Überprüfung jeder Produktionseinheit — „größtmögliche Sicherheit“ gewähren sollen.

Aber auch bei dem jetzigen Verfahren gibt es keine absolute Garantie dafür, daß das Vakzin keine lebenden Viren mehr enthält. „Es ist unmöglich, ein hundertprozentig sicheres Vakzin zu produzieren“, erklärte Gesundheitsdienst-Präsident Scheele nach der Wiederaufnahme der Impf-Aktion Anfang des Monats, „aber wir können den Impfstoff jetzt mit einem so großen Sicherheitsfaktor herstellen, daß die Infektionsgefahr gegenüber dem Schutz, den der Impfstoff gewährt, praktisch bedeutungslos ist.“

GESCHICHTE

FORSCHUNG

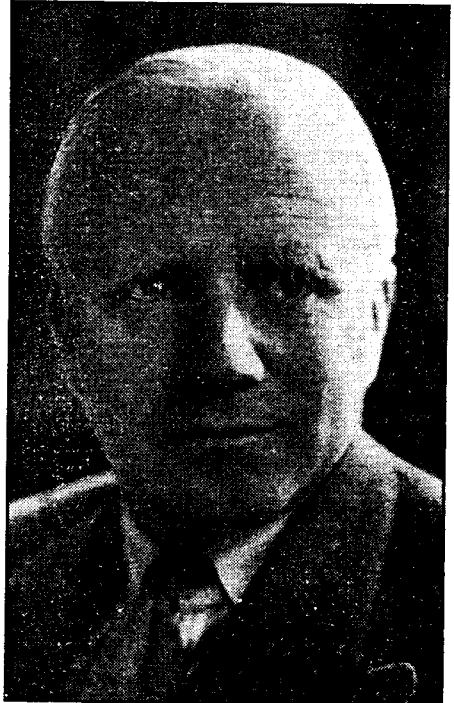
Welchen Weg nahm Hannibal?

Nach Ausbruch des zweiten punischen Krieges (218 vor Christus) erwarteten die Römer die Landung einer feindlichen Flotte. Eine Invasion auf anderem Wege schien ausgeschlossen: Im Nordwesten versperrten die eisstarrenden Alpen den Weg; die einzige Küstenstraße längs der heutigen Riviera war durch römische Legionen verriegelt. Doch Roms großer Gegner, der punische Feldherr Hannibal, marschierte mit 90 000 Mann, 12 000 Reitern und 37 Kriegs-Elefanten, den Panzern des Altertums, durch das heutige Spanien gen Norden und überquerte die Alpen. Im Herbst des Jahres 218, ehe die Römer es ahnten, standen Hannibals Truppen in Norditalien. Es war — wie Historiker später urteilten — eine der kühnsten und großartigsten militärischen Operationen der Weltgeschichte.

„Man denke sich die Söhne Afrikas und des sonnigen Spaniens, wie sie mit Waffen und Gepäck belastet, die eismustarrten Höhen ersteigen“, begeisterte sich der Historiker K. F. Becker in seiner „Weltgeschichte“. „Man denke sich den Troß der Elefanten und Pferde, die über Klippen und Eisschollen an der Hand geleitet werden mußten und oft ausgleitend ihre Führer mit sich in den Abgrund rissen; ungebahnte Wege, ohne Wagenspur und durch keine Karten der Reisenden vorgezeichnet, bewohnt von wilden Horden; eine Jahreszeit endlich (Ende Oktober), in welcher selbst jetzt, da Gebirgsstraßen angelegt sind, keine Wanderer die Reise wagen würden... Schrecklicher als der Aufstieg gestaltete sich der Abstieg. Der frisch gefallene Schnee hinderte jede Orientierung. Menschen und Tiere stürzten

in die Abgründe. Nach 15 furchtbaren Tagen kam man in der Ebene von Ivrea an.“ Etwa die Hälfte seines Heeres hatte Hannibal während des wagemutigen Marsches verloren. Doch mit den restlichen Truppen verwüstete er 15 Jahre lang Italien.

In den letzten Jahrhunderten beschäftigten sich Dutzende von Historikern und Militärwissenschaftlern mit der interessantesten Frage des Feldzuges: Auf welchem Wege zog Hannibal mit seiner großen Armee über die Alpen? Jetzt scheint es dem Leiter des Naturhistorischen Museums in London, Sir Gavin de Beer, 55, nach 25jähriger naturwissenschaftlicher Detektivarbeit gelungen zu sein, die Frage zu beantworten. Er



Hannibalforscher Sir Gavin de Beer
Irrtümer wurden geklärt

mußte viele Hilfsmittel der Naturwissenschaften — Geographie, Wetterkunde, Botanik — einspannen, um das Rätsel des Hannibalweges zu lösen.

Als Ausgangspunkt boten sich ihm Berichte zweier Historiker: die des Griechen Polybios, der rund zwanzig Jahre nach der Alpenüberquerung geboren wurde und später im dritten punischen Krieg den Untergang Karthagos mit eigenen Augen sah, und die des Römers Livius, der fünf Generationen nach Hannibals Feldzug lebte.

Beide Geschichtsschreiber berichten, daß Hannibal nach Überschreitung der Rhône die „Insel“ erreichte. Beide stimmen überein, daß es eigentlich gar keine Insel war, sondern ein dreieckiges fruchtbares Stück Land. Auf der einen Seite war es von der Rhône begrenzt, auf der zweiten von einem Fluß, den man bisher für die Isère hielt, auf der dritten von Bergen.

Sir Gavin de Beer stellte fest, daß der Grieche den Fluß als Skaras verzeichnete, der Römer ihn aber Arar nannte. Die ersten Herausgeber der Werke des Polybios glaubten klüger zu sein als der Autor und korrigierten den Namen: Sie druckten „Araros“, um ihn dem Text des Livius anzugleichen. Als sich dann herausstellte, daß Cäsar unter der Arar die Saone verstanden hatte (die viel weiter nördlich fließt), einigten sich die Herausgeber spä-

* Bei der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Universität von New York.

terer Editionen auf Isara oder Isaras, die heutige Isère. Das war plausibel, aber falsch.

Als den möglichen Vater dieses Irrtums bezeichnete de Beer den Danziger Philipp Clüver (1580 bis 1622), der an der holländischen Universität Leiden tätig war. In einem Werk, das posthum in Leiden erschien, bezeichnete Clüver — nach de Beers Wissen als erster — die Isère als eine Grenze des Dreiecks. So groß war seine Autorität, daß die gesamte Wissenschaft dreihunderteinunddreißig Jahre lang seinem Irrtum erlag und im Glauben an Clüvers sämtliche Ausgaben von Livius und Polybios entstellte*.

Mit Hilfe geographisch-historischer Nachschlagewerke und philologischer Methoden stellte de Beer fest, daß die Arar oder Skaras der Alten identisch ist mit der Aygues, die etwa neunzig Kilometer südlich der Isère, unweit von Orange, in die Rhône mündet. Im Winkel zwischen Rhône und Aygues liegt, von den Bergen Les Baronnais abgeschlossen, ein Geländedreieck. Es ist das einzige dieser Art im linken Rhonetal (siehe Karte).

Davon ausgehend konnte de Beer an Hand historischer Berichte leicht feststellen, wo Hannibal mit seinen Elefanten die Rhône überschritten hatte, nämlich vier Tagesreisen entfernt, also in der Gegend von Arles. Auf ähnliche Weise konnte er anderen geographischen Angaben des Livius und Polybios entnehmen, daß der Feldherr überhaupt nie bis an die Isère gekommen, sondern schon früher abgebogen und entlang der Drôme, einem anderen Nebenfluß der Rhône, auf die Alpen zumarschiert war. Er erreichte ihre Ausläufer an einem Paß: dem Col de Grimone.

Nach dem Bericht des Livius wandte er sich von dort dem Tal des Oberlaufs der Durance zu; aber das glaubten die Erforscher des Hannibalwegs dem römischen Geschichtsschreiber bisher nicht. Eine

* De Beer konnte eine einzige Ausnahme registrieren: Die Oxford-Livius-Ausgabe spricht von der „Sara“.

Nebenbemerkung des Livius wird nun von de Beer als Beweis dafür gewertet, daß der Römer sich nicht irrte. Er hatte erwähnt, daß der betreffende Fluß im Anschwellen war, als Hannibal ihn im Oktober durchquerte. Der Wasserstand der Isère, die von Gletschern und Schneefeldern gespeist wird, sinkt aber im Oktober. Die Durance dagegen, die ihr Wasser aus Quellen hoch in den Bergen bezieht, schwillt an.

Damit hatte sich de Beer endlich an das Geheimnis des Hannibalzuges herangepircht: Welchen Paß hatte der Feldherr gewählt, um die Alpen zu überqueren? Die Berichte der Historiker enthielten einige wichtige Hinweise auf die Beschaffenheit des Passes. Er mußte sehr gefährlich gewesen sein, da Hannibal einen so großen Teil seiner Armee durch Absturz verlor. Er mußte sehr hoch liegen, da nicht nur frischer Schnee gefallen war, sondern auch noch Schnee vom vorangegangenen Winter einen Teil des Paßweges bedeckte. Er mußte von der Paßhöhe einen Blick auf die Ebene von Piemont gewähren und

— angesichts der Forschungen de Beers — vom Tal der Durance aus zugänglich sein.

Schon die zweite Voraussetzung schloß die bisher von vielen Forschern angebotenen Lösungen aus. Der oft genannte Col Clapier (60 km westlich von Turin) ist nur 2472 Meter hoch. Zwei andere Pässe, der Mont Cenis und der Kleine St. Bernhard, sind noch niedriger. Die Schneegrenze, unterhalb derer vorjähriger Schnee nicht mehr zu finden ist, liegt in diesem Alpengebiet heute etwa bei 3000 Metern. Und Fachleute der Wetterkunde, auf die sich de Beer beruft, haben nachgewiesen, daß es dort zu Hannibals Zeiten eher etwas wärmer war als heutzutage.

Nur der Col de la Traversette (2950 Meter), ein äußerst gefährlicher Paß, entspricht allen historischen Hinweisen. Der Weg dorthin führt durch die Täler der Durance und der Guil, durch eine enge Schlucht (Livius erwähnt eine Schlacht, die in einer engen Schlucht stattgefunden habe, ehe Hannibal den Paß erreichte) und an einem großen kahlen Felsen vorbei — nach der Schlacht hatten die Karthager an einem großen kahlen Felsen gelagert.



Hannibals Marsch über die Alpen: Die Hälfte des Heeres kam um

Die Paßhöhe des Col de la Traversette bietet einen Ausblick auf Piemont. Der Abstieg ist so steil, daß er die ungeheuren Verluste Hannibals leicht erklärt, und die Entfernung vom Col de Grimone bis Saluzzo beträgt 220 Kilometer. Das stimmt mit einer Angabe des Polybios überein, wonach der Weg vom „Anstieg auf die Alpen“ bis in die italienische Tiefebene 213 Kilometer betrug.

„Einige Autoren“, erklärt Sir Gavin de Beer, „hatten den Col de la Traversette bereits in Erwägung gezogen, ihn aber abgelehnt, weil er zu hoch, zu abgelegen und zu gefährlich sei. Sie hielten stattdessen nach einem netten, bequemen, tiefelegenen und sicheren Paß Ausschau, wobei sie völlig außer acht ließen, was Polybios und Livius über die Irreführung Hannibals durch verräterische Führer, über den Schnee und die schweren Verluste, die er erlitt, berichtet hatten.“

Sir Gavin de Beer wird über seine Forschungsergebnisse in einem Buch berichten, das im September in England, später in Amerika erscheinen soll*. Ein Vortrag, den er im Dritten Programm der englischen Rundfunkgesellschaft BBC über die Hannibal-Route hielt, hat ihm schier unendliche Korrespondenz eingetragen.

Er gibt zu, daß er das Problem vorwiegend am Schreibtisch gelöst hat. Er hat weder den Col de la Traversette bestiegen noch ist er den Hannibalweg entlang gefahren. „Ich habe lediglich zu beweisen versucht“, sagte Sir Gavin de Beer in der vergangenen Woche in London, „wie die Naturwissenschaft gelegentlich ein geschichtliches Problem lösen kann.“

* „Alps and Elephants“; Verlag Geoffrey Bles, London.

