

Zeitschrift: Jahresbericht der Geographischen Gesellschaft von Bern
Herausgeber: Geographische Gesellschaft Bern
Band: 24 (1913-1918)

Artikel: Morphologische Untersuchungen am Napf
Autor: Flückiger, O.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-322597>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.12.2025

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

Morphologische Untersuchungen am Napf.

Von O. Flückiger.

Im Schweizer Mittelland stellen die Napfgruppe, das Zürcher Oberland und der nördliche Teil der luzernisch-aargauischen Seitentäler der Aare, nach ihren Formen betrachtet, ein Besonderes dar. Während der letzten Eiszeit lagen diese Gebiete zum grössten Teil ausserhalb des Gletscherbereichs, ununterbrochen der Erosion des fliessenden Wassers ausgesetzt. Es sind jetzt reif zerschnittene Landschaften; die baumartige Verästelung der Rücken, die Wurzelverzweigung der zahllosen Tälchen und Runsen weichen auffällig ab von der parallelen Ordnung der langen, plumpen, wenig gegliederten Bergrücken des übrigen Mittellandes, die unter der letzten Vergletscherung lagen, wie Lindenberg, Pfannenstiel. Die reif zertalte Landschaft des Emmentals im weiteren Sinne aufgefasst, liegt innerhalb einer Grenzlinie, die von Schangnau zum Bantiger bei Bern, nach Olten und über Wolhusen nach Schangnau zurückläuft. Inmitten dieses Rahmens erhebt sich der Napf als höchster Punkt einer fast kreisrunden Berggruppe, die durch radial verlaufende Täler und deren Seitengraben wie eine reich modellierte Rosette von Rücken und Tälchen erscheint. Diese Gruppe sei hier als „Napf“ bezeichnet. Im folgenden besprechen wir charakteristische Formen dieser reif zerschnittenen Molasselandschaft. Ortsnamen und Kartenhinweise beziehen sich auf den Topographischen Atlas 1:25,000.

Aufbau, Abtragung, „Gänge“. Die Schichten der Napfgruppen sind die der miocänen Molasse: Nagelfluh, wechsellagernd mit mürben Sandstein- und Mergelbänken. Die Südhälfte des Napf wurde von der subalpinen Faltung erfasst, die Schichten alpenwärts aufgerichtet; an der Nordseite haben, mit örtlichen Ausnahmen, die Schichten ihre nahezu horizontale Lage beibehalten. Die Napfhöhe selbst steht an der Grenze der Dislokation; die Pultfläche des Gipfels ist schon leicht geneigt, deutlicher noch die Fläche

des Surenbodens. Niederenzi und Höchenzi leiten bereits zur wagrechten Molasse über. Die Hintergründe des Twärengrabens und des Golgrabens auf der Westseite der Napfgruppe liegen in den schrägen Schichten. Nach Osten zieht der Dislokationsrand ungefähr zum Knie der Kleinen Emme bei Wolhusen. Je weiter nach Süden, um so steiler richten sich die Schichten auf. Die Antiklinale geht über das Entlebuch; wo die höchste Wölbung der Molassefalte zu erwarten wäre, liegt das Tal der Kleinen Emme. In der Beichlen südöstlich Escholz matt fallen die Schichten alpenwärts ein; ihre Schichtköpfe bilden die Steilwand gegen das Entlebuch. Auf der ungleichen Lagerung der Gesteinsbänke an der Nord- und Südhalfte des Napf beruht der abweichende Charakter des Landschaftsbildes. Gegenüber der flachen Lagerung der Nordseite bedingen die nach Süden ansteigenden Schichten mit dem Steilabbruch der Schichtköpfe ein stark bewegtes Relief.

Eine frisch entstandene Steilwand durchschneidet harte und weiche Gesteinsbänke gleichmässig glatt. Erst länger wirkende Abtragung terrassiert die Gehänge, so, dass dem widerstandsfähigen Fels eine steile, dem mürben eine flachere Böschung entspricht. Schmale Schichtenterrassen ziehen wie Bänder durch die Talhintergründe und umgürten die Bastionen der Bergrücken. Vor allem sind die höher gelegenen Teile der Halden treppenartig terrassiert; nahe dem Talboden, wo die Hänge weniger lang der Denudation ausgesetzt waren, verwischt sich diese Gliederung. Aber selten sind auch an den höhern, deutlicher modellierten Stellen die Stufen so scharf gemeisselt und in kahle Felswände und grüne flache Wiesenstreifen unterschieden wie am Rigi. Die Stufen der harten Nagelfluh und die Terrassen im weichen Mergel werden in der Napfgruppe gleichmässig von der Vegetationsdecke eingehüllt. In der Nordhalfte der Napfgruppe erscheint, besonders gegen die Talfurche von Willisau und Sumiswald hinaus, die Bänderung der Halden so undeutlich, dass man sie im hellen, gleichmässigen Licht des Mittags leicht übersieht; erst bei der schrägen Abendbeleuchtung mit reicherer Licht- und Schattenwirkung treten alle jene Böschungsunterschiede hervor, so dass die vermeintlich glatten Gehänge auf einmal eine ungeahnt reiche Gliederung zeigen. Dann offenbart sich auch, wie die Siedlungen, die Wege, die Verteilung von Acker und Wiese, Weide und Wald mit diesen Formen verknüpft sind, und viele Beziehungen zwischen Mensch und Boden werden klar, die das volle Tageslicht nicht erkennen liess.

Während der Schneeschmelze wirkt die Terrassierung der Gehänge am eindringlichsten, wenn auf den Schichtflächen noch der Schnee liegt, am Steilbord aber bereits geschwunden ist. Dann erscheinen weithin die Rücken mit einer steifen Lineatur versehen, und sonderbare Kontraste ergeben sich in den Talhintergründen zwischen den leicht geschwungenen Kammlinien und den weiss-schwarzen Streifen der Schichtterrassen.* Die Bewohner des Landes nennen die horizontale oder ansteigende Schichtterrasse einen „Gang“. Er ist, wie ein Höhenrücken oder ein Graben, dem Menschen eine bedeutungsvolle Form, bisweilen durch besonderen Namen individualisiert. So zieht der „Schattsitegang“ südlich Trub vom Gehöft Altgfähl durch einen Einzugskessel des Äschengrabens zum Rossgrat hinüber. Auf den „Gängen“ verlaufen mit Vorliebe die Wege und Fusswege. Zwar führen sie nur auf viel gewundenen Umwegen durch die Hintergründe der Erosionskessel zum Ziel; aber sie entsprechen dem geringsten Kraft- und Zeitaufwand, indem sie den mühsamen Abstieg in den Graben und den Aufstieg an der jenseitigen Berghalde vermeiden. Bisweilen folgen die Wege so getreu allen Ein- und Ausbiegungen des Geländes, dass schon auf dem Kartenbild zu erkennen ist, wie die Wegstrecke dem Gesimse eines „Ganges“ entlang führt. An den Waldhalden heben sich die „Gänge“ meist als Weide- oder Wiesenstreifen vom dunkeln Nadelholz ab. Der Bauer auf dem hochgelegenen Hof geht, nach örtlicher Redeweise, zum Mähen „in die Gänge hinab“. In der Topographischen Karte 1:25,000 sind einzelne dieser Gänge als helle Streifen zwischen der Waldzeichnung sichtbar, so auf Blatt 200, Menzberg, im Hintergrund des Dürreneggrabens beim Gehöft Bern und im Seblengraben bei der St. Theodulkapelle. Die Streifen- und Stufenbildung in der Molasse des Napf hat, entsprechend dem Bergnamen „Rigi“, hier ihren Ausdruck im Namen „Riegenen“ gefunden, den vier Höfe auf dem Bergrücken zwischen Trubbach, Ilfis und Golgraben bei Langnau tragen; dabei ist zu sagen, dass die Terrassierung der Gehänge in der Nähe des Napfgipfels selbst viel deutlicher hervortritt als bei jenen Höfen am Rand der Napfgruppe. Die Schichtterrasse ist dort am breitesten, wo sie die konvexe Form einer Bastion umgürtet; in dem Hintergrund des Erosionskessels verengert sich die Terrasse zu einem schmalen Gesimse, einem „Gang“. Die breit ausladende Schichtfläche am Bergvorsprung bietet einen

* Rütimyer L., „Über Tal- und Seebildung.“ S. 14. Basel 1874.

günstigen Siedlungs- und Wirtschaftsboden. Gewöhnlich lehnt das Haus am Innenrand der Terrasse an die Berghalde, so dass Wiesen und Äcker, in tiefern Lagen der Obstgarten vor dem Haus liegen. Auch in der leicht geneigten Molasse ist die Anordnung der Bauernhöfe dieselbe, z. B. Ober-, Mittler- und Unterbuchen, Längenbühl zwischen Menzberg und Menznau.

In den z. T. rissigen Nagelfluhbänken sickert das meteorische Wasser ein; die unterlagernde Mergelschicht bildet einen Quellhorizont. Bei Trub ist die linke Talseite durch junge Anrisse zu Steilwänden facettiert; an diesen Aufschlüssen lässt sich das Schichtprofil auf die Wasserdurchlässigkeit prüfen. Nach längerer Schönwetterzeit liegen die Nagelfluhbänder völlig trocken; darunter ist die Mergelschicht von der Feuchtigkeit noch dunkel gefärbt. Am Kontakt entnimmt man dem Berg da und dort das Quellwasser. Da die Schichtterrassen als Mergelbänke die Quellhorizonte sind, so leiden die „Gänge“ oft unter Versumpfung. Überall rieselt am Fuss der Nagelfluhalde das Wasser auf den „Gang“ hinaus. Hier kommt das weidende Vieh zur Tränke und zerstampft den feuchten Boden an einzelnen Stellen zum grundlosen Morast, der dann am ehesten noch auf den von der Halde abgerollten Nagelfluhtrümmern passierbar ist.

Die Formen der Gehänge. An den Berghalden tritt ausser den steif durchgehenden Schichtgesimsen eine Gliederung anderer Art auf. Die Eggen, ihre Verzweigungen bis zu den äussersten Gliedern, den stumpfen Bastionen, sind von den letzten Enden der Grabenverästelung in Form steiler, seichter Rinnen wie Wellblech kanneliert. — Regen- oder Schneeschmelzwasser überspült nur auf kurze Strecke Weges den Hang flächenhaft; die Wasserteilchen finden sich rasch zu Wasserfäden und diese wieder zu einem stärkeren Gerinne zusammen. Aber ihre Sammelfläche ist so klein, die Rinnen stehen einander so nahe, dass kein dauernder Wasserablauf entstehen kann. Nur in seltenen Fällen, wie bei Wolkenbrüchen und bei beschleunigter Schneeschmelze unter dem Einfluss des Föhns, fliesst soviel Wasser durch diese Mulden hinab, dass es oberflächlich als Gerinne sichtbar wird. Gewöhnlich sickert das Wasser in die Rasen- und Humusdecke ein, nähert sich vom ganzen Einzugsstrichter her allmählich dem Auslauf und setzt hier als kleiner, unsichtbarer Sickerstrom in Rasen und Erde den Weg durch die Vertiefung hinaus fort. So kommt es nicht zum Ein-

schneiden V-förmig profilierter Runsen, sondern weich modellierter, nicht aufgerissener Mulden, die zwischen gerundeten Rücken parallel zu Tal ziehen. Eine äusserlich wahrnehmbare Erosionsarbeit scheint das Wasser in der Mulde nicht auszuüben; der dichte Rasenfilz überzieht ununterbrochen die leichte Einsenkung. Aber längs der Tiefenlinie ist der Boden stärker durchfeuchtet, weicher, lockerer als an den Seiten. Unter der Einwirkung des durchsickernden Wassers gerät der Boden, für das Auge unmerklich, in gleitende oder kriechende Bewegung; das vollzieht sich so langsam, dass der Zusammenhang der Rasendecke nicht verloren geht. Die Bewegung im Talstrich hat wieder ein langsam konvergierendes Gleiten an den beiden Halden zur Folge. Bei alledem bleibt die Rasendecke entweder unberührt, oder sie regeneriert sich im gleichen Verhältnis, wie das Kriechen des Untergrundes sie lockert. Das verborgen sickern Wasser fördert Erde vom gelockerten Grund allmählich zu Tal und arbeitet, nur mit viel geringerem Wirkungsgrad, ähnlich wie ein oberflächliches Gerinne, — eine unter der Rasendecke tätige Erosion. — Flösse das Wasser unter dem Rasen als Strang mit konzentriertem Querschnitt dahin, so hätte es bald den Filz zerrissen und eine Scharte in den Grund gesägt. Statt dessen wandert es in breiter Zone durch den Boden der Eintiefung; es erzeugt und unterhält eine schwach einbiegende Muldenform.

An der kannelierten Halde mögen diese Rinnen, die Endglieder der Talverästelung, in Abständen von etwa 60 Metern aufeinander folgen; in der Zahl ist nicht ein genauer Wert, sondern nur die Grössenordnung der hier dargestellten Formen zu sehen; sie entspricht einer mittelfeinen bis groben Gliederung der Landschaft. Es ist die Frage, warum es am Napf nur zu einer Zerschneidung in grobe bis mittelfeine Züge kam, warum der Seitengraben letzten Grades sich nicht von neuem nach dem Vorbild der grössern in weitere Gräben zerteilte und so fort, bis die letzten Wurzeln der Gerinne die glatte Halde aufgezehrt und mit feinsten Runsen und Rippen ornamentiert hätten. Solange das Wasser flächenhaft, in dünner Schicht die geneigte Halde abspült, ist die Wirkung gleichmässig verteilt. Die lineare Eintiefung beginnt erst, wenn sich die Wasserteilchen zu einem Strang von ausreichender Stärke vereinigen. Je nach der Bodenbedeckung kann nun die Erosion bei sehr ungleicher Stärke des Rinnsals einsetzen, die übrigen Faktoren, wie Gefälle, Art des Untergrundes

als gleich vorausgesetzt. Spannt sich ein zäher Rasenfilz über den Boden hin, so sickert anfänglich das Wasser durch das Wurzelgeflecht, ohne den Untergrund merklich zu beeinflussen. Erst wenn sich zahlreiche Wasserfäden zu stärkerem Wirkungsgrad zusammengefunden haben, setzen sie trotz der Schutzdecke den Boden langsam in Bewegung; es beginnt die Gliederung der Halden. Beim durchwegs kräftigen und lückenlosen Rasen im feuchten Klima Mitteleuropas setzt das eine grössere Menge Wasser und damit eine entsprechend grosse Einzugsfläche voraus. So erklärt sich im Napf und in andern reif zerschnittenen Landschaften unter gleichem Klima der geringe bis mittlere Grad der Zerteilung, wie er oben in den ungefähren Abständen ihrer letzten Glieder, der Rippen oder der Rinnen, ausgedrückt ist. Infolge der mehr zonalen als linearen Wasserwirkung unter einer zähen Rasendecke geht den Formen auch jede Schärfe ab; die Höhenkurven umziehen die kannelierten Halden mit schwachen Ein- und Ausbiegungen. — Noch weniger als der Rasenfilz vermag das Waldkleid die Erosion lahm zu legen. Bei starkem Regen kommen die Bäche trüb aus dem Bergwald herunter; sie haben trotz des Waldes den Boden abgespült und ausgenagt. Am meisten wehrt der Laubwald der Erosion. Das Lager faulender Blätter hält das Wasser gleich einem Schwamm fest und gibt es nur allmählich ab; eine plötzliche, starke Durchfurchung des Waldbodens ist da ausgeschlossen. Dem Nadelwald fehlt ein solcher Bodenschutz. In seinen dichten, lichtarmen Beständen fehlt auch das Unterholz, fehlen die auf dem Boden kauernenden Pflanzen, die den Abfluss verzögern könnten. *Passarge** vertritt die Auffassung, dass der Wald energisch den Boden vor Abspülung und Erosion bewahrt. Entgegen dieser Ansicht vermag jeder Gang durch einen Bergwald zu überzeugen, wie Regen- und Schmelzwasser den Waldboden, im besondern den unbedeckten, durchfurchen.

Anders als mitteleuropäische, stark befeuchtete Landschaften verhalten sich die Trockengebiete, wo der Rasen keine geschlossene Decke bildet, oder wo der Pflanzenwuchs fast völlig aufhört. Auf dem ungeschützten Boden reisst bei den seltenen Regengüssen schon ein dürftiger Wasserfaden eine Rinne. Die Zertalung der Landschaft setzt sich bis zur feinen Gliederung fort (Bad Lands der Union). Es entsteht die reiche, feine Verästelung, wie sie auch im mitteleuropäischen Klima künstlich oder durch Rutschungen kahl-

* Passarge, Physiologische Morphologie. Hamburg 1912.

gelegte Halden rippen kann. Unter den heutigen klimatischen Verhältnissen und in dem Pflanzenkleid, das ihnen entspricht, ist nicht zu erwarten, dass der Napf noch reicher und feiner zerschnitten werde, so, als ob der heutige Zustand nur der Unfertigkeit eines Durchgangsstadiums entspräche. Er hat seine klimatisch bedingte Gliederung, die grobe bis mittelfeine, erreicht. Nur unter dem Einfluss eines lange dauernden Steppenklimas würden seine Glieder in die feinste Rippung ummodelliert. Weder am Napf, noch an seinem Gegenstück, den Bergen im Tössgebiet, sind Spuren solch reichster Skulptur zu finden; das wäre mit ein Grund, jene Annahme abzulehnen, dass unser Land in den letzten Zeiträumen der erdgeschichtlichen Vergangenheit unter einem lang dauernden Steppenklima gestanden hätte. Überzog einmal im Laufe einer langen Trockenzeit ein Netz feinsten Bad Lands-Formen die Napflandschaft, so mussten bei zunehmender Feuchtigkeit und stärkerer Bewachsung nur noch die Hauptrinnen als Erosionsfurchen weiter wirken und allmählich nach der Seite hin die kleineren Formen wieder aufzehren. Nun befindet sich aber die Napflandschaft mit einzelnen Formelementen noch im Stadium früher Reife; wenn irgendwo, so müssten an solchen Stellen die noch nicht in die groben Formen einbezogenen Überreste der Feingliederung zu finden sein.

Aus all den parallelen Runsen treten ebensoviele Schwemmkegel auf den Talboden oder auf die breiten Kiesterrassen längs des Baches hinaus. Steil an der Spitze, schwingen sie in leichter Einbuchtung zu der weiten Basis hinaus und gehen fast unmerklich in die benachbarten Schwemmformen und in die horizontale Talterrasse über. Diese ganz flachen Formen der Schwemmkegelränder stehen nicht im Einklang mit der verborgen unter dem Rasen wirksamen Erosion in höhern Teilen der Rinnen. Schlammablagerung unter so kleinem Böschungswinkel setzt den Transport in frei rinnendem Wasser voraus. Die langsame, kriechende Bodenbewegung unter dem Rasen kann nur unter genügend steilem Böschungswinkel vor sich gehen. Geraten bei stärkerer Durchfeuchtung Erdmassen vorübergehend unter dem Rasen in rascheres Gleiten, so werden sie durch den Rasenfilz ähnlich im Fliessen gehemmt, wie ein Lavastrom in seiner zäh gewordenen Erstarrungshaut. Man beobachtet wirklich an einzelnen steilen Kegeln Schwellformen, zum Teil deutliche Wülste, die aus der Gleitbewegung unter der Rasendecke zu verstehen sind, so im Gerstengraben und bei den

Höfen von Brandösch. Der flache Auslauf der meisten Schwemmkegel lässt nur die Annahme zu, dass ein ungehindertes Verschwemmen des Schlammes stattfinden konnte. Zwei Möglichkeiten der Entstehung bieten sich dem Verständnis der Formen. Es liesse sich vermuten, dass beim Bau der Schuttfächer, nach der Entstehung der Kiesterrassen, denen sie auflagern, die Gehänge relativ kahl waren. Die Erosion formte die Kannelierung und baute daraus, von keiner Rasendecke behindert, die Kegel. Als der Rasen den Boden überwucherte, wandelte sich der scharfe Zuschnitt der Runsen zur welligen Muldenform. Der Kegel erhielt noch im obern Teil einen geringen Zuwachs, nicht aber an den flachen Rändern. Träfe die Annahme von den kahlen Halden zu, dann müsste aber auch die feingliedrige Zerteilung eingetreten sein, die sich im Napf nicht einmal in Spuren vorfindet. Wahrscheinlich vollzogen sich Erosion und Verschwemmung des Schlammes im Wald, der die Wasserkwirkung wohl dämpft, aber nicht aufhebt; auch ohne die morphologischen Hinweise liegt die Vorstellung am nächsten, dass vor der Besiedelung Höhen und Tiefen der Napflandschaft mit einem einheitlichen Walddkleid überzogen waren. Dass Rinnen und Schwemmkegel im Wald entstanden sind, muss also aus den Formen selbst gefolgert werden.

Die weiche Modellierung der Halden ist dem Rasenfilz zuzuschreiben, der dem Wasser einen scharfen Grabenschnitt wehrt. Wo an Steilhängen Rasen und Humus locker auf dem Felsgrund haften, arbeiten das rinnende Wasser und der Zug der Schwere zusammen, die Grasnarbe weiter zu lockern. Schollen und Strähne von Rasen lösen sich aus dem Zusammenhang; Erde und Fels liegen dann frei zutage. Die vielen parallelen Rinnen sehen aus, als ob ein Riesenkamm die Abhänge von oben bis unten durchfurcht hätte. Die Furchen liegen nur oberflächlich in der Erdschicht. Durchzieht eine Schichtterrasse, ein „Gang“, eine so gekämmte Halde, so setzen die Rinnen hier ab, wie auf einer Karte die Schraffen an den Höhenkurven. Solche seichte Furchen haben auf der Südseite des Napf, ferner im Eschengraben am Rossgrat, die Halden gezeichnet. Häufig führen diese ersten Risse im Rasenkleid der Steilhänge zu umfangreichen Erdschlipfen.

Im Talstück Hergiswil-Willisau scheint die Stileinheit der Landschaft gestört zu sein; es fehlen fast durchweg im Haupttal die üblichen Wellblechrillen und es treten glatte Halden auf. Zweifellos waren die Rillen einst vorhanden; in den Seitengraben

sind sie voll entwickelt. Auf dem breiten Talboden pendelnd, hat der Fluss die Halden unterspült, ins Rutschen gebracht und ihre Gliederung vernichtet. Die frühern, durchgebildeten Formen wurden damit ausgelöscht; die Halden sehen wieder unfertig aus.

Die Halden setzen sich aus folgenden Formelementen zusammen: Oben die Rillen; daraus treten die Schwemmkegel hervor; sie verwachsen zu einem einheitlichen Fuss, der unmerklich auf die breite, horizontale Kiesterrasse ausgeht; mit Steilbord bricht die Terrasse zum Bach ab. Der Bewohner nützt diese Formelemente in verschiedener Weise. Die steilen Rippen und Runsen bleiben dem Wald oder der Weide überlassen. Schwemmkegel und Terrasse tragen meist Wiesen oder Äcker. Zwischen den beiden Wirtschaftsgebieten geht häufig ein Holzzaun über Rippen und Mulden hinweg. Das Bauernhaus lagert behäbig in der warmen, windgeschützten Mulde, von Obstbäumen umgeben, auf dem obern Teil des Schwemmkegels, wo sich auch am ehesten Trinkwasser findet. Oder die Höfe stehen am Terrassenrand, dem Talsträsschen am nächsten. Wenn aus den grössern Seitengräben selbst mächtige Schwemmkegel auf die breite Schotterterrasse hinauswachsen, wie bei Lauperswil, Ranflüh, Rüderswil, Waldhaus bei Lützelflüh oder auf der Bäreggterrasse bei Langnau, so halten die Höfe die leichte Erhöhung am Grabenausgang inne. Soweit die feine Schwemmerde des Kegels reicht, umschliessen Obstgarten und Wiesland den Hof. Der durchlässige, trockene Kiesboden der Terrasse dagegen trägt die langen Streifen der Korn- und Kartoffelfelder.

Eggen und Knubel. Von der Napfhöhe aus strahlen die „Eggen“ nach allen Richtungen und sinken dabei allmählich zur randlichen Talfurche ab. Im Verlauf und im Formenreichtum der Eggen lassen sich einige charakteristische Fälle festhalten. Vereinigen sich zwei Bäche im spitzen Winkel, so müsste im gleichmässig widerstandsfähigen Gestein der eingeschlossene Grat auch gleichmässig zur Mündungsstelle absinken. Wo der Fels aber horizontal wechsellagert, wie im Napf, da stellt sich die früher besprochene Treppenstufung der Gratlinie ein. Der Aufstieg vom Luthernbad zum Napf über die Trachselegg führt abwechselnd über steile Stellen und fast horizontal verlaufende Rücken; das ist ein Beispiel einer gestuften Egg. Von den Hauptbergrücken gehen die Seitenrinnen in steilem Abfall ungefähr einander parallel ins Tal hinaus; auch die kurzen Eggen dazwischen sinken steil gegen das

Tal ab; denn je tiefer die Runse absteigt, um so weiter liegen ihre Seitenhalden zurück; auch diese letzten vorspringenden Bastionen sind gestuft. Das ist in einfachen Zügen das Modell der Seitenrippen, die mit dem Hauptrücken zusammen die Fiederform in der Anlage der Eggen hervorrufen. Seitenrippen in schönster Modellierung sind, im Hintergrund des Hüttengrabens, der Krähengrat und die Egg von Hohschwendi. In der aufgerichteten Nagelfluh sieht der Stufenbau etwas anders aus. Die Gratlinie, die über die Schichtköpfe hin absteigt, nimmt dann Guirlandenform an, indem sie sich je der nächst tiefer liegenden Schicht in einer leichten Einbiegung, einer Seilkurve ähnlich, angleicht. Auf der Südseite des Napf sieht man überall die Eggen in diesen leicht geschwungenen Bogen alpenwärts absinken.

Denken wir uns einen breiten Rücken, weithin von ungefähr der selben Höhe, an dessen Flanken sich Runsen eintiefen. Die unfertige Rinne mit erst entstehendem Einzugsrichter hat auf den Verlauf der Höhenlinie vorläufig noch keinen Einfluss; der Rücken ist noch nicht in den Erosionsbereich einbezogen. Dagegen schneiden die reif entwickelten Seitengräben mit den Erosionskesseln in den Kern des Berges ein und drängen die Rückwand über die ursprüngliche Wasserscheide hinaus; die Höhenlinie sinkt hier ein. Arbeiten beidseits des Rückens zwei Kessel einander entgegen, so beschleunigt das die Eintiefung an der Berührungsstelle. In einem ersten Stadium des Vorgangs sind die beiden gegenständigen Kessel mit ihrer Rückwand an der Wasserscheide eben zusammengestossen; hier ist die Egg zum Grat geschärft, aber die Höhenlinie selbst ist noch nicht berührt. In der weiteren Entwicklung überschneiden sich die Kessel; der scharfe Grat biegt zum Sattel ein. Die Plateaureste sind durch rückgreifende Erosion verkleinert, aber noch nicht aufgezehrt. In konzentrischen Hohlflächen geht die Abwitterung weiter; der trennende Grat sinkt immer tiefer ein; die kräftigsten Formen sind dann erreicht, wenn die erweiterten Kessel die Rückenflächen völlig aufgezehrt und dazwischen die tiefste Einsattelung geschaffen haben; das ist die Reife der Landschaft. Weiterhin wittern dann die höhern Teile des Grates rascher ab als die Sättel, und die Höhenunterschiede der Egg mindern sich wieder. Im Napf sind fast durchweg die Ebenheiten der Rücken völlig oder nahezu den Erosionskesseln anheimgefallen; ein Überrest ist die Pultfläche des Hochgell zwischen Kurzenei- und Hornbachgraben, ein anderer die Platte des Surenbodens, durch einen schön geschwungenen Grat

mit dem Höchenzi verbunden. Wenn einst der Surenboden von allen anliegenden Kesseln her aufgezehrt ist, so hat sich unterdessen der Verbindungsgrat so eingetieft, dass jener, völlig aus dem Zusammenhang gelöst, als isolierter Gipfel erscheinen muss. Gleiches gilt für den Napf selbst, dessen Pultfläche allmählich der allseitigen Benagung erliegt.

Neben diesen kleinen Verebnungen gibt es noch Eggen, die auf ihrer ganzen Länge eine Plateaufläche tragen. Entweder sind sie von weitabständigen Tälern eingefasst, oder, und das gibt hier den Ausschlag, es dringen nur kurze steile Gräben in den Rücken ein, deren Ursprungstrichter noch lange nicht an der Wasserscheide zusammentreffen. So ist es auf der Risisegg zwischen Trubbach und Hämmelbach, von der im Abschnitt über die Störungen im Aufbau noch die Rede ist. Die völlig ebene Schichtplatte ist hier stellenweise auf dem Bergrücken noch einige hundert Meter breit. Der Südhang ist durch eine wunderbar regelmässige Reihe von Runsen nur schwach gegliedert; von der Nordseite her greifen die Trichter der steilen Trubzuflüsse etwas tiefer in den Berg hinein. Gegenüber andern Eggen steht die Risisegg in der Entwicklung weit zurück. Es bedarf noch einer langen Wandlung, bis die rückgreifende Erosion eine Reihe isolierter Schichtflächenreste und Guirlandenkämme modelliert hat, und bis noch später die letzten Reste der Hochfläche den Seitengräben zum Opfer gefallen sind. Grössere Teilfelder liegen ausser der Risisegg heute noch auf der Breitenbnit nördlich des Trubbaches und auf den Rücken, die zwischen Menznau und Hergiswil nordwärts gegen Willisau hinausziehen.

Gilt die Napfgruppe als reif zertalte Landschaft, so gebietet immerhin die grosse Verschiedenheit in der Gestalt der Eggen, die Reife nicht schematisch für alle Formelemente vorauszusetzen. Reif sind die Hauptgräben mit ausgeglichener Gefällskurve; die vielen kurzen Seitengräben gehören aber schon verschiedenen Entwicklungsstadien an; neben ältern, tief zurückliegenden Gräben mit gut ausgebildetem Ursprungskessel laufen jüngere, ungestüm rückgreifende Runsen mit unfertigen Formen. Ebenso fügen sich die erwähnten Plateauflächen einiger Eggen nicht dem Modell der reif zerschnittenen Landschaft ein. Die Haupttäler sind hier in der Entwicklung bereits weiter fortgeschritten als der Bergrücken, den sie einschliessen. Geringer ist der Unterschied an den Eggen, die nur noch kleine Restfelder der Rückenfläche tragen. Erst da

herrscht die völlige Einheit im landschaftlichen Stil, wo zwischen den reif geformten Gräben die Egg als durchgehend schmaler Rücken auf- und absteigt.

Je nach der Anordnung der Seitengräben beidseits der Egg sind die von der Erosion ausgesparten Höcker verschieden modelliert. Gegenständige, d. h. mit den Achsen im gleichen Querprofil liegende Kessel formen vierkantige Pyramiden auf geradlinig fortlaufendem Grat. Viel häufiger treten die Ursprungskessel der Seitengräben wechselständig oder verschränkt an den Grat heran, d. h. das Querprofil durch die Achse eines Kessels trifft auf der andern Seite der Egg ungefähr die Rippe zwischen zwei Kesseln. Demzufolge windet sich die Kammlinie im Zickzack um die Hintergründe der Seitentäler. Wo sich Kesselwände überschneiden, liegt ein Sattel; zwischen den Kesseln bleiben Dreikanter ausgespart. Diese drei- oder vierkantigen Pyramiden auf der Egg, zwischen denen die Kammlinie schwingt, tragen im Emmental den Namen „Knubel“ (z. B. Kampenknubel, Risiseggknubel, das Enziknübeli am Napf)*. Es sind allgemein die Aussichtspunkte, welche einen Überblick über das Gelände gestatten. Da die Treppenstufen der Halden in den höhern Teilen des Napf sich besonders deutlich abzeichnen, so ist häufig der Knubel von einem Gang umsäumt, d. h. er steht als kantiger oder kantengerundeter Höcker auf einer allseitig vorstehenden Schichtplatte. Beispiele dieser Art sind auf horizontaler oder leicht geneigter Schichtfläche das Romooser Enzi am Napf, der Dreikanter P. 1182 bei Oberstutz westlich des Kampenknubels und P. 1313 bei Grübli auf der Südseite des Napf. Dieser letzte Knubel, von Mergel unterlagert, ruht auf leicht nördlich fallender Schichtplatte, die ihn als Gang umrahmt. Der Wasservorrat des Nagelfluhkerns tritt am Nordfuss auf dem Mergelhorizont als kleiner Brunnen zutage. Reich an schönen Knubelformen ist die Egg, die vom Hengst am Napf nach Menzberg zieht, samt ihren nördlich abzweigenden Seitenkämmen. Der Hengst selbst ist eine solche dreikantige Pyramide, vom Felszirkus der Nordseite energischer als von den übrigen angegraben. Eine lokal reichere Zerschneidung der Halden hat gegenüber Menzberg auf der Gartenegg P. 1003 Zwillingknubel geformt. Die zahlreichen Knubel, als Gipfel kleinsten Maßstabes der Egg aufgesetzt, verleihen zusammen mit den leicht geschwungenen Guirlanden der Kammlinie der Napf-

* Vgl. J. und W. Grimm, Deutsches Wörterbuch, Bd. V, K. sp. 1513/14, 1470. Leipzig 1873.

landschaft einen besonderen Reiz. Von jedem der Höcker dringt der Blick in neue bewaldete Talhintergründe, die man auf vielgewundener Höhenwanderung umgeht. Häufig steigen die Knubel, grün berast, aus dem Dunkel des Tannenwaldes auf; manchmal tragen sie einen struppigen Busch von Tannen. Als „Schinenzinggen“ erscheint an der Hohmatt ein ungewöhnlich zugespitzter Knubel. Der Emmentaler liebt es, die weitschauende Höhe des Knubels durch einen einzelstehenden Baum auszuzeichnen; in tiefern Regionen ist es eine Linde, höher oben ein Bergahorn oder eine Tanne. (Ein gleicher „Höhenkultus“ z. B. in der Moränenlandschaft Schönenberg-Hütten zwischen Sihl und Zürichsee!) Der Höhenweg über die Egg strebt eine gleichmässige Höhenlage an und führt regelmässig um den Knubel herum.

In allen diesen Formen findet der Napf ein Seitenstück im Tössgebiet. Die kahle dreikantige Pyramide des Hüttkopfs an der obern Töss ist zwischen drei Erosionskesseln in etwas vergrössertem Maßstab das Abbild der unzähligen Knubel auf den Eggen des Emmentales. Ist auch die Bezeichnung Knubel nicht üblich, so kommt doch überall der Name „Egg“ vor. Als ein Seitenstück zu den beiden Schweizer Landschaften sei der Westteil der Alleghanies in West-Virginien U. S. A. erwähnt, wie er sich aus dem Kartenwerk der U. S. Geological Survey beurteilen lässt. Blatt Arnoldsburg z. B. zeigt ein reif zerschnittenes Plateau von 1200' Höhe. Das Relief der horizontal geschichteten Tafel ist feiner gegliedert als im Napf; die Höhenkurven biegen unruhiger ein und aus. Die aufs reichste verzweigten Bachrinnen haben die Rücken bis an die Wasserscheide heran aufgezehrt. Auf den Kämmen erscheinen, wie im Napf, die von der Erosion ausgesparten Höcker (als „Knob“ bezeichnet, z. B. Rattlesnake Knob). Zur Übereinstimmung der Form gesellt sich die Ähnlichkeit der Benennung. In West-Virginien wie im Emmental führen die Wege vorzugsweise über die Rücken, als Wasserscheidewege. Weitere zwei Beispiele reif zertalter Landschaften mögen noch dem Napf gegenübergestellt werden. Südlich des Monte Generoso im Tessin senken sich im Valle di Muggio Tälchen und Kämmе steiler zum Hauptbach hinaus als im Napf. Zwar schwingt die Egg, wie dort, in Guirlanden zu Tal; aber es entstehen nur noch Treppenstufen; die Kammlinie steigt aus den Einbiegungen nicht mehr zu sekundären Gipfeln nach Art der Knubel an. — Auf bildlichen Darstellungen der chinesischen Mauer lässt sich häufig jene besondere Stelle des chinesischen Berglandes

beurteilen, wo der Nankou-Pass und die Eisenbahn Peking-Kalgan die Mauer queren. Kämme und Knubel sind dort noch weit energischer modelliert als im Napf; von der alten Landoberfläche ist nichts ausgespart geblieben; die Höhenunterschiede zwischen Knubel und Sattel haben ihren grössten Wert erreicht. Die Landschaft ist in der Entwicklung weiter vorgerückt als die Napfgruppe.

Im Emmental gilt bisweilen als „Knubel“ auch eine scharf hervortretende Kuppe anderer Entstehung als der Drei- und Vierkanter zwischen wechsel- oder gegenständigen Erosionskesseln. In der schrägen Molasse ahmt z. B. der Schichtkopf des Staufenknebels im Hintergrund des Seltenbachgrabens diese Form nach. Selbst eiszeitliche Formen tragen vereinzelt den Namen. So im Entlebuch bei Schüpheim der glazial gerundete Felsrücken „Kappenknubel“, der Talsporn bei „Knubelmoos“, die Moränenhöcker westlich der Emme und östlich vom Bühlwald bei Escholz matt.* Das bedeutet aber nur eine vereinzelte Willkür im sonst landesüblichen Sprachgebrauch.

Talschlüsse. Die Wechsellagerung widerstandsfähiger Nagelfluh und rasch verwitternder Mergel lässt in den Talhintergründen Kessel- oder Schüsselformen entstehen. Sie sind sehr verschieden geformt, von den steilwandigen, kahlen Felsamphitheatern an Nord- und Ostflanke des Napfs zu den in radiale Runsen gegliederten Talschlüssen und zu den kleinen Anrissen, welche die Seitengraben und deren Verästelungen in der Flanke des Rückens zu modellieren beginnen. In der horizontalen Schichtlage kommen die regelmässigsten Schüsselformen zustande. Das meteorische Wasser fliesst an der Halde zuerst flächenhaft. Die Wasserfäden vereinigen sich zu Gerinnen; die Erosion setzt ein. Wo der Sägeschnitt durch die Fels- tafel hindurch in das Mergellager eintaucht, da wird es ausgewittert und ausgewaschen, nach rückwärts und nach den Seiten. Ringsum bröckelt die überhängende Felsbank ab. Geschieht das vom Angriffspunkt aus allseits gleichmässig, so entsteht jene Halbkreisform, die für die Erosionstrichter so bezeichnend ist. Längs der Böschungslinie wirkt das Wasser ungleich auf den Untergrund ein. Auf der Randzone der Schüssel, wo das Regen- und Schneeschmelzwasser noch flächenhaft abfliesst, bleibt es bei der Abspülung. Wo die Erosion zu wirken beginnt, gliedert sie die Halde in Rinnen und

* Vgl. Antenen, Mitteilungen über Talbildung und eiszeitliche Ablagerungen in den Emmentälern. *Eclog. Geol. Helv.* Vol. XI, 1910.

Rippen, die radial zum Abzugsgraben ziehen. In den Felskesseln auf der Nord- und Ostseite des Napfs sind die Wände völlig kanne- liert, die Felsrippen schmal und scharf, in kühne Türme und Zacken abgewittert. Im Gegensatz zu diesen schroffen Formen sind die Talschlüsse der Südwestseite nur schwachwellig gerippt, oder die trennenden Rücken sind breite Bastionen, die einen Fächer gut gesonderter Grabentrichter formen. Schwach gerippt sind die Halden im Hintergrund des Hüttengrabens. Im Gerstengraben hinter Trub treten in fast schematischer Regelmässigkeit die breiten Rücken konvergierend gegen die Talmitte vor. Das Relief erklärt am ein- leuchtendsten das im Emmental übliche Einzelhofsystem. Jeder der radialen Rücken ist das natürliche Wirtschaftsgebiet eines Hofes; auf der sonnigen Egg liegen die Äcker und Wiesen beim Bauern- haus; in den Gräben wiegt der Wald vor. Die Tälchen zerlegen die Landschaft in kleine Formen und Wirtschaftsflächen; mühsam und zeitraubend geht der Verkehr von der Egg zum Tal, noch müh- samer von Egg zu Egg; hier bleibt nur Raum und Bewegungs- freiheit für Einzelsiedler.

Im reif entwickelten Talhintergrund verläuft die Böschungs- linie von der Wasserscheide zum Abzugskanal konkav, wie es der Schüsselform entspricht, mit abnehmendem Gefälle vom Steilrand gegen die Mitte hin. Ein neu entstehender Einzugstrichter dagegen ist nur zunächst dem Angriffspunkt konkav. Die höchsten Stellen der Halde sind noch nicht in den Kessel einbezogen und der wasser- scheidende Rücken fällt in einer konvexen Böschung zu ihm ab. Später werden die konvexen Formen rings über dem Kessel auf- gezehrt. Die ausgeweiteten Hohlformen schneiden dann einander in scharfem, wasserscheidendem Grat, der an der Berührungsstelle guirlandenähnlich einbiegt. Über einen so geschärften Grat leitet z. B. der Fussweg von Höchenzi zum Surenboden.

Die Bäche des Napf fliessen in ausgeglichener Gefällskurve; das gilt nicht für zahlreiche, nur zeitweilig tätige Seitenrinnen, die an der Steilhalde einen Einzugstrichter geschaffen haben, aber noch 20—50 m hoch über dem grössern Bach in einer Felsstufe ausmünden. Die schwache Erosionskraft des intermittierenden Ge- rinnes vermochte mit der Eintiefung des Hauptbaches nicht Schritt zu halten. Der Gefällsausgleich erfolgt hier nicht einfach so, dass ein Sägeschnitt in die Stufenkante die Endkurve erreicht. Der aus- strudelnde Wassersturz, vereint mit der Auswitterung der Mergel- lagen, treibt vom Fuss der Stufe her in die horizontalen Molasse-

schichten zuerst einen kleinen Felskessel. Überall in der wagrechten Molasse ist diese Form zu finden, z. B. in den zahlreichen Tobeln am Pfannenstiel und in der Hörnlikette. Durchsetzt die steile Bachrinne mehrere harte Felsbänke, so entsteht auch je wieder ein kleiner Erosionskessel. Der ganze Seitengraben setzt sich dann aus einer treppenartig gestuften Reihe von Kesseln zusammen, die in den reifer ausgebildeten, flachern Einzugstrichter hinauflaufen. Solcher Art sind viele steile Runsen im Fontannental und an der linksseitigen Talhalde des Trubbaches. Wenn dann durch das Abwittern die Wände zurückweichen, so wächst allmählich je die untere Felsschüssel in die obere hinauf, bis zuletzt aus der Reihe unterinandergestellter Schüsseln ein ausgeglichenes Tal entsteht. Anders als in der wechsellagernden Molasse müsste sich die Runse im ungeschichteten Gestein ausbilden. Hier nähert sich der Bach, ohne eine solche Kesselreihe zu durchlaufen, im Sägeschnitt der Endkurve, wobei eine gleichmässige Abböschung der Tobelwände erfolgt.

In der schrägen Molasse in der Südhälfte des Napf, an der Beichlen südlich des Entlebachs, und weiterhin an den Höhen des Rämigummen zwischen Ilfis und Emme sind die Talschlüsse je nach der Lage der Talachse zum Schichtenverlauf verschieden geformt. Schneidet der Bach in die Stirnseite ein, so rundet sich der Einzugstrichter ähnlich wie in den wagrechten Schichten. Je steiler die Platten ansteigen, um so weniger tief wittern die mürben Zwischenlager aus und um so steiler sind die Erosionstrichter. Im Böschungswinkel der Zirkuswand kommt demnach ausser dem Entwicklungsstadium auch die Schichtlage zum Ausdruck. An der Beichlen steigen die Platten steil nach N. auf; daher die steilen (obsequenten) Trichter. Die Flachsüssel des Ballenbaches zwischen Escholz matt und Trub liegt in schwach nach S. ansteigenden Schichten. Der Erosionszirkus mit dem nach aussen leicht steigenden Boden hat eine entfernte Ähnlichkeit mit einem glazialen Kar; aber der Anstieg gegen den Zirkusausgang ist in der Struktur begründet.

Bäche im Streichen der schrägen Molasse bilden flache und unsymetrische Einzugstrichter aus. Sie folgen der weichen Schicht und gleiten auf der widerstandsfesteren Unterlage im Schichteinfall seitwärts ab. Die Wasserrinne ist von den ungleichen Böschungen der Schichtfläche und der Schichtköpfe eingefasst. Der Bach arbeitet mit vorwiegend seitlicher Erosion an der Abschälung der hangenden Schichtplatten. Infolge der geringen Tiefenerosion bleibt der Einzugstrichter im Isoklinaltal flach.

Im Fallen schräger Schichten sind die Bäche ausserstande, als Talschluss einen Zirkus zu formen. Das Wasser folgt den Schichtflächen. Die letzten Wurzelenden des Rinnsals, wo nur zeitweilig Wasser fliesst, verlaufen ohne erhebliche Eintiefung. Wenn sich dann einzelne Rinnen zu grösserer Erosionsarbeit vereinigen, so schneidet das Wasser auf einmal bis auf die untere Schichtplatte durch und räumt die obere in seinem Bereich weg. Talwärts wiederholt sich der Vorgang; auch die zweite, dann die dritte Schicht wird durchsägt und im nähern Bereich abgeschält. Der Bach modelliert einen engen Abzugskanal ohne Einzugskessel. Die von der Bachverästelung geschaffene Hohlform ist flach; die dachziegelartig gestufte Rückwand wird völlig von der Struktur beherrscht. Im Umkreis der obersten, kleinsten Wasserrinnen wiegt die Eintönigkeit der glatten Abschälungsfläche vor; eine Reihe schöner Beispiele für diese Formen bieten die Nordhänge der Rämisgummengruppe. Wo jedoch die kleinen, nur zeitweilig tätigen Wasserrinnen einzeln den Weg zur Tiefe suchen, wie die Wasserfäden auf einem Hausdach, da gräbt die Erosion langsam, unten nicht viel energischer als nahe der Kammhöhe. Das Wasser trägt dann leicht die ganze Schichtplatte ab, bevor es die nächsttiefere in Angriff nimmt. So gewinnt man den Eindruck einer noch beinahe unberührten Oberfläche, wo die Denudation schon grosse Arbeit verrichtet hat. Nur die parallel zur Tiefe steigenden dunklen Tannestreifen lassen aus der Ferne erkennen, dass auch hier rinnendes Wasser den Hang durchfurcht.

Flusserosion. Vom Wasserhaushalt der Bäche hängt zu einem guten Teil die Formengebung im Einzugsgebiet ab. Es ist für die Modellierung der Halden nicht dasselbe, ob der Bach gleichmässig Wasser führt, oder ob er, zeitweilig fast erloschen, plötzlich zu zerstörender Wildheit anschwillt. Bei ausgeglichenem Wasserhaushalt entsteht jenes Relief, wo die Einzelformen sich dem Gesamtbild des jeweiligen Entwicklungsstadiums harmonisch einordnen. Gewalttätigkeiten im Charakter des Baches stören mindestens in seinem nächsten Bereich den einheitlichen Stil der Landschaft; das Relief des reif zerschnittenen Berglandes wird durchsetzt von unfertigen Zügen, wie Unterspülungen, Anrissen, Wildwasserscharten, die sich alle erst nach langer Zeit den ältern Formelementen angleichen. Den Bächen des Napf fehlt zum ausgeglichenen Wasserhaushalt der Schneevorrat der Hochalpen oder die feuchtigkeits-

speichernde Moränendecke im Quellgebiet anderer Mittellandflüsse. Die Nagelfluh der Napfberge ist genügend rissig, um Wasser aufzuschlucken und langsam auf den Mergelbänken in Quellhorizonten wieder abzugeben; diese Retention reicht aber nicht hin, um in Trockenzeiten die Gerinne vor Wasserarmut zu bewahren. Lange Strecken der Bachläufe liegen dann tot, gleich den Fiumaren am Mittelmeer, öde, trockene Geröllstreifen. Durchweg sind die Bachbetten ansehnliche Kieslager, da die verwitternde Nagelfluh leicht in die sie zusammensetzenden Gerölle zerfällt. In solchen Kiesmassen versinkt bei Trockenheit der Bach auf längere Strecken und kommt weiter unten wieder zum Vorschein, ohne dass ein Seitengraben den Wasservorrat gespeist hätte. Die Napftäler führen die grössten Hochwasser bei hochsommerlichen Gewitterregen. Oft liegt der Wolkenbruch nur über einem kleinen Teil des weitverzweigten Hügellandes. Am 9. Juli 1905 ging z. B. während zwei Stunden ein Platzregen nur über die beiden Halden des obern Frittenbachs bei Langnau; der fast ausgetrocknete Bach wurde zum reissenden Strom, der die Ufer verheerte. Hagelschlag suchte gleichzeitig den benachbarten Golgraben heim. Aber auf diesen engen, scharf umgrenzten Raum der beiden Gräben blieb die Katastrophe beschränkt. — Der plötzlich auftretende Schwall schiebt das Holz vor sich her, das im Bachbett und am Ufer lag. An der Front der anstürmenden Wassermauer, dem „Anschluss“, schiesst ein unentwirrbarer Knäuel dürrer Äste und Sparren knackend und stäubend daher. Dazu gesellt sich das dumpfe Rollen der auf dem Grund des Baches mitgerissenen Steine. — Die Tiefenerosion arbeitet vorwiegend in den Kesseln der Talhintergründe und in den steilen seitlichen Runsen; talauswärts ist der Geröllbelag im Bachbett so mächtig und der Bach selbst mit dem Schutttransport so überfrachtet, dass das Wasser seitlich erodiert. Beständig werden die Wege dem Bach entlang unterfressen und machen Verbaue oder Verlegung notwendig; bogenförmige Anrisse drängen die Talterrassen zurück; an den vorspringenden Felsrippen formt das Wasser dreieckige Facetten, wie sie u. a. den Trubach linksseits begleiten. Durch vereinzelte harte Nagelfluhplatten sägt sich der Talfluss in einer Stufe, ein seltenes Bild in diesem Land der ausgeglichenen Gefällskurven. Solche Miniaturschluchten und -schnellen sind noch bei den Gehöften Brandösch und im Fankhausgraben zu sehen.

An Uferschutzbauten hat es nicht gefehlt, seitdem Menschen

da wohnen; aber sie wurden bis in die Neuzeit weder systematisch auf grössere Strecken ausgedehnt, noch mit ausreichenden Mitteln durchgeführt; das nächste Hochwasser machte stets wieder einen Teil der Arbeit zunichte. Eine moderne und durchgreifende Korrektur ist jetzt im Trubtal und in einigen Seitengräben dem Abschluss nahe. Uferschutzmauern und Wildbachstufen sollen der Erosion und dem Schuttransport wehren, Säuberung des Querprofils von Gesträuch dem Stau des Hochwassers vorbeugen. Noch ist damit die Zerstörung in den Talhintergründen, an den Steilhalden der Einzugs-kessel, nicht lahm gelegt, und hier muss die Verbauung einsetzen, wenn die Schuttförderung zur Ruhe kommen soll. Aufforstung der Talschlüsse und der seitlichen Runsen würde die Abtragung verzögern. Das Hofsystem mit abgerundetem Besitz hat bisher immer dem Zerstörungswerk des rinnenden Wassers Vorschub geleistet. Bei der Vermehrung der Berggüter infolge allmählicher Bevölkerungszunahme griff die Rodung auf jene Steilhalden über, die verständigerweise hätten bewaldet bleiben müssen. Die gleiche Erscheinung lässt sich auch in einem weitem Umkreis des Napf verfolgen. Als im 16. Jahrhundert die Bewohner, durch die Landnot gedrängt, hoch hinauf den Wald rodeten, um Berggüter anzulegen, da führten die Seitenbäche mehr Schutt in die Emme;* die Aufschüttung in ihrem Unterlauf bedrohte durch Rückstau der Aare das Aaretal oberhalb Solothurn.** Es sei hier auch daran erinnert, wie ungünstig die Waldverwüstung der grossen Revolution auf Haushalt und Tätigkeit der französischen Gewässer einwirkte. — Seit Jahren nehmen die Waldbestände im Napfgebiet wieder zu; Jungwald verhüllt vor kurzem noch offene Halden. Die grossen, neu entstehenden Waldflächen sind dazu berufen, den Abfluss auszugleichen und den Boden vor zerstörendem Angriff des Wassers zu schützen. Wenn sich einst die günstigen Wirkungen übersehen lassen, so wird die Napflandschaft in instruktiver Weise dafür zeugen, wie auch Wandlungen der Wirtschaft an der Formenbildung der Landoberfläche Anteil haben können.

Fels- und Erdschlipfe. Im alpennahen Teil der Napfgruppe begünstigt die Schiefstellung der Nagelfluh- und Mergelbänke das Schlipfen von Fels und Erde. Die wenig mächtigen Mergel werden

* H. Walser, Dörfer und Einzelhöfe zwischen Jura und Alpen im Kanton Bern. Bern 1901.

** J. R. Schneider, Das Seeland der Westschweiz. Bern 1881.

infolge der Klüftung in der Nagelfluh so durchfeuchtet, dass das Hangende auch bei geringer Neigung auf der seifig erweichten Unterlage leicht ins Gleiten kommt. Von dem bekanntesten Felschlipf, dem Bergsturz zu Goldau, unterscheiden sich die vielen Schlipfe im Napf durch die sehr viel geringere Abrutschmasse und die kürzere Gleitbahn. Die Rutschung kam jeweilen schon nahe der Abbruchstelle wieder zur Ruhe, und infolge der geringen Neigung ging sie meist langsam vor sich. Von dem Felsschlipf auf der Schinenalp, zu hinterst im Twärengraben bei Trub, berichten Augenzeugen, dass im Laufe einiger Tage aus der gleitenden Masse Wulstformen zu kleinen Hügeln emporquollen. In kleinen Verhältnissen vermag der Wald durch sein Wurzelwerk die im Gleiten auseinanderstrebenden Gesteinsbrocken noch etwas beisammen zu behalten und verzögert so den Ablauf der ganzen Bewegung. Bei grösseren Schlipfen und bei starker Neigung allerdings wird das Wurzelwerk rasch zerrissen. Am Schinenzingen bei der Schinenalp ist gegenwärtig eine waldbesetzte Schichtplatte im langsamen Gleiten. Die Fichten sind kreuz und quer gezerrt. Der Boden klappt in Spalten auf, und nur die straff gezogenen Wurzeln binden die Nagelfluhblöcke und Erdmassen noch zusammen und hindern ein rascheres Abschlipfen.

Bei diesen Erdbewegungen sind die Fälle auseinanderzuhalten, wo als Felsschlipf ein Stück einer Nagelfluhplatte, in Blöcke zerteilt, auf schräger Schichtfläche abgleitet, oder die entblösste Mergelschicht selbst sich zu Gleitwülsten zusammenschiebt, oder endlich an Steilhalden die felsumkleidende Humusdecke bei starker Durchfeuchtung abrutscht, eine „Erdlaur“ nach heimischem Sprachgebrauch.

An den Nordhalden der dislozierten Molasse treten die charakteristischen Formen der Felsschlipfe in allen Altersstufen auf. Solche aus jüngster Zeit haben noch völlig das scharfkantige Gewirr der Felstrümmer beibehalten. Die Blöcke sind vorwiegend so im Strom eingestellt, dass sie mit scharfer Nase in die Gleitrichtung weisen. Zwischen den Felstrümmern klaffen noch wie zu Anfang die Risse und Löcher, die ein Begehen der Gleitmasse, besonders wenn Schnee liegt, erschweren. Diesem Anfangszustand des Felschlipfes entspricht die noch kahle Abbruchwand. Mit vorrückendem Alter füllen sich die Risse zwischen den Blöcken durch das Erdkriechen und durch die Pflanzenwucherung aus; der Fuss findet auch in den Mulden sichern Boden. Die ursprünglich kahlen Blöcke

sind von unten her fast völlig mit Grün umspinnen, bis an die Steilseite, die am längsten das ursprüngliche Aussehen bewahrt. In einem spätern Stadium sind die scharfen Felsformen überhaupt ausgelöscht. Ein dickes Pflanzenpolster hat alles überzogen, die Blöcke zu rundlichen Höckern umgeformt und den Boden dazwischen eingeebnet. Hochwald breitet sich wieder über Trümmerfeld und Abrißstelle aus. Der Ausgleich der Formen stellt sich da rascher ein, wo die gleitenden Blöcke nur eine kurze Strecke gewandert und nur gegeneinander aufgerichtet sind, als wo sie in wildem Sturz sich aufeinandertürmten. Bergschlipfe gleichen Alters können demnach ein sehr ungleiches Bild bieten; wie bald die Höcker und Vertiefungen sich ausgleichen, hängt von der Ausgangsform ab. Schlipfe, die im Napf vor einem Jahrhundert entstanden, können durch das Erdkriechen und von der Pflanzendecke völlig überwältigt sein, während der gleichaltrige Bergsturz von Goldau diesem Stadium noch ferne steht. Gerät die alternde Sturzmasse von neuem in Bewegung, so reißen wieder Spalten im Boden auf, der Pflanzenfilz zerfetzt, in drehendem und schiebendem Gleiten bringen die Felstrümmer wieder scharfe Kanten und kahle Flächen zutage; es setzt von neuem der Gang durch die verschiedenen Stadien ein.

Scharfhöckeriges, unruhiges Relief verraten den Bergschlipf schon von weit her am Guggernüllli (Golgraben hinter Langnau), auf der Schinenalp, bei der untern Hohmatt zu hinterst im Golgraben, bei den Höfen Folz und Spitz im Hüttengraben, am Buchboden im Brandöschgraben, am Schwesternboden im Fankhausgraben und, nahe dabei, an der Hängelenfluh. Am Schwesternboden und am Krummattwald südlich Romoos ist sehr schön zu beobachten, wie im obern Teil die abgerutschten Massen sich in Wällen parallel der Abrisslinie anordnen. Am schärfsten und tiefsten klafft die Furche, die den ersten Trümmerwall von der Abbruchstelle trennt. Weiter unten liegen die Schuttmassen mehr und mehr chaotisch, oder sie ordnen sich zu talwärts ausbiegenden Gleitwülsten. Unter den Schlipfflächen des Napfs ist die Schinenalp die grösste. Der Abriss liegt nahe dem isoklinalen Kamm des Schinenzinggen. In der Mitte des Feldes blieb ein dreieckiger Ausschnitt der Schichttafel stehen; beidseits zog der Trümmerstrom vorbei und türmte an den Rändern die Blöcke zu Wällen an, gleich den Schollen, die der Eisgang eines Flusses an die Ufer wirft.

Der jüngste Schlipf, von dem Genaueres bekannt ist, ereignete sich im April 1896 am Buchboden. Nach Mitteilungen des damaligen

Bewohners ging ein Erdzittern voraus; nach einigen Stunden, in der Nacht, begann das langsame Gleiten. Im Schnee und in der Erde bildeten sich tiefe und breite „Schränze“ (Risse), die man erst mit Schnee ausfüllen musste, um das Vieh aus dem gefährdeten Haus auf den festen Boden zurückzuführen. Mit der drehenden und schleifenden Bewegung der Felsmassen glitt seltsamerweise das Haus auf seiner Grundlage ein gutes Stück hangabwärts, ohne Schaden zu nehmen. Es muss die Scholle, auf der das Haus steht, mitten in der drehenden und schiebenden Bewegung der Felsstücke in einfachem Gleiten, ohne starke Erschütterung an ihre heutige Stelle gewandert sein. Der Vorgang bestätigt, was man an allen den genannten Abschlipfflächen beobachten kann, dass zwischen den Zonen starken Zusammenschubs und der Wulstbildung inselartige Stellen liegen, die in geradlinigem Gleiten ihre glatte Oberfläche bewahrten. Zu den oben genannten Bergschlipfen gesellt sich als besonderer Fall der auf Kampenweid im Fankhausgraben. Da treibt auf durchweichter Unterlage die Schichtplatte fast unmerklich langsam einer Steilwand zu, so dass hier von Zeit zu Zeit Felsabbrüche erfolgen, gleich wie von einem Plateaugletscher das vorrückende Eis am Plateaurand stückweise zur Tiefe bricht.

Im Frühsommer 1910 gingen nach längerer Regenzeit von der Berghalde nördlich Signau eine Reihe verheerender Erdschlipfe zu Tal. Die Feuchtigkeit hatte am Steilhang die felsumkleidende Erddecke vom Untergrund gelöst. Es war ein Gleiten an der natürlichen Böschung, nicht auf einer Schichtfläche; das Tal von Signau liegt in der ungestörten Molasse. Weithin waren an der grünen Halde schildförmige Stücke weggerissen, und der kahle Fels trat zutage. Erdlawinen dieser Art mit all ihren Schädigungen sind in den Tälern des Napf keine Seltenheit. Besonders neigen dazu die Talhintergründe mit den steilsten Böschungen. Die Napfhöhe selbst ist am berasten Westabfall von vielen Wunden aufgerissen, und jedes Jahr treten neue Rutschungen ein. Waldboden bleibt von diesen Erdlawinen verschont; auch aus diesem Grund empfiehlt sich die Wiederaufforstung gefährdeter Halden.

Den grossen, in der Literatur bekannt gewordenen Bergstürzen und -schlipfen lassen sich die Fels- und Erdrutschungen im Napf nach Ausmass und verheerender Wirkung bei weitem nicht an die Seite stellen; und doch haben sie durch ihre Häufigkeit die Landformen merklich beeinflusst. Solche Stellen gelockerten Zusammenhalts bieten der Verwitterung eine günstige Angriffsfläche. In der

horizontalen Molasse der nördlichen Napftäler sind die Fels- und Erdbewegungen seltener; aber im südlichen Napf überraschen auf einer Wanderung über die Eggen immer wieder die charakteristischen Höckerformen der Schlipfe, die einen wesentlichen Bestandteil des Landschaftsbildes ausmachen.

Unregelmässigkeiten im Aufbau. Von den Höhen zwischen Menzberg und Menznau sieht man gegen N einzelne breite, leicht nach S einsinkende Felder, die eine Störung in der ungefähr wagrechten Schichtlage dieser Zone bedeuten; dazu gehören die Schichttafeln bei Schülen, bei Schülenhöhe, Oberberg, Wellsberg, Staldenweid, Ägertenboden, Elsenegg-Stoss und Oberkastelen. Bl. 198 des Top. Atlas zeigt diese Formen klar. Die Höhe des Stoss steigt von SE her leicht an; die Schichten brechen jäh zum Tal von Daiwil ab; von Schülen her gesehen ist der Stoss ein Bild im kleinen vom Stockberg in der dislozierten Molasse am Nordfuss des Säntis. Die südwärts geneigten Tafeln setzen sich in die Gegend von Willisau hinaus in die ungestörte Molasse fort. An einem Aufschluss bei Ober Markstein, 1 km südöstlich Daiwil, zeichnet sich die Flexur deutlich ab. Mit einem Rücksinken der Alpen samt der vorgelagerten Molassezone steht die Erscheinung wohl nicht im Zusammenhang. Sie ist nur als eine jener örtlich begrenzten Störungen in der normalen Schichtlage aufzufassen, auf die schon Kaufmann* hinwies, ohne auf Beispiele einzugehen. Westlich der genannten Felder zeigen die Höhen um das Hergiswilertal wieder ungestörte Schichtlage. Östlich des Tales von Daiwil verbirgt sich der Molasseboden unter Moränenaufschüttungen, die gegenüber dem reif zerschnittenen Hügelland des Napf ein anders geartetes Oberflächenbild bieten. Die Molasseverbiegung ist eine in den ersten Anfängen stecken gebliebene sekundäre Falte. Im modellartig einfachen Bau der Napfgruppe bedeutet sie eine geringfügige Unregelmässigkeit. Immerhin tritt die Störung im Landschaftsbild merklich hervor.

Eine andere eng begrenzte Stelle leichter Gegenneigung inmitten der südwärts ansteigenden Platten befindet sich südlich Trub auf der Risisegg; Top. Atlas Bl. 371. Von Risiseggknubel und der Egg P. 1098 sinken die Schichtplatten auf dem Bergrücken und die Schichtterrassen rings an den Halden leicht nach SE ein; bei der Einsattelung südlich P. 1111, Gehöft Altgfähl, gewinnen sie

* Kaufmann, Beiträge z. Geol. Karte, Lieferung XI, S. 331—334.

wieder den normalen Anstieg zur Pultfläche des Nageldaches und zur Höhe des Turner. Östlich des Äschengrabens sieht man die Störung wieder auf der Egg von Kohleren, ebenso im Äschengraben selbst. Die Synklinale zieht von Horgassweid über den Sattel bei Altgfähl in der Richtung des Hämelbaches. Beim Aufsteigen der Molassefalte bildete sich hier auf kurze Strecke eine leichte sekundäre Welle, wie eine schwache Runzelung auf der Hauptform, von NE nach SW ziehend. Kurz nach dem Auftauchen auf der Kohlerenhöhe ist die Welle am deutlichsten; dann flacht sie sich nach SW immer mehr ab und klingt am Ilfistal im weitgespannten Hauptgewölbe aus. Im Streifen wagrechter Schichtlagerung steht die Risisegg.

Ungleiche Erosion. Vom Napf aus sieht man in der Richtung von Hergiswil, Luthern, Sumiswald und Trub die reiche Verzweigung der Eggen und Gräben. Bei aller Unruhe beherrscht ein einheitlicher Stil die Bodenformen, der Stil der reifen Zertalung. Einheitlich ist auch das Kleid, ein bunter Mantel von Waldstücken, Weiden, Wiesen und Kornfeldern. Anders sind die Formen nordöstlich des Napf, im Abschnitt Romoos-Menzberg. Die welligen Höhen brechen unvermittelt zu Waldschluchten ab; die Kante liegt meist 100—130 m über der Sohle des Tobels. Zwei verschiedene Formgruppen durchdringen sich in dieser Landschaft; neubelebte Flusserosion hat steilwandige Engtäler in ein reifer entwickeltes Hügelland eingesenkt. Bl. 200 des Top. Atlas, Menzberg, gibt ein gutes Bild der ineinandergeschachtelten Formen; die Cañons durchziehen mit ihrer Wald- und Felszeichnung als dunkle Bänder die helleren Flächen der alten Landschaft. Die tiefen Felstobel tragen in hohem Masse zur Vereinsamung der Eggen und ihrer Bauernhöfe bei. Nur in mühsamem Anstieg aus den waldigen Tiefen herauf oder auf langen Umwegen durch die Hintergründe der Täler sind sie erreichbar. Die Höfe gehören zu den entlegensten der Napfgruppe; ihre Bewohner sind allen Hemmungen der isolierten Lage ausgesetzt, bewahren aber auch getreuer als anderswo den Schatz altväterischer Lebensformen. In ihrer anthropogeographischen Bedeutung lassen sich diese Tobel den morphologisch durchaus anders gearteten Furchen der Glens in Schottland an die Seite stellen.

Nach der Modellierung der höhern Landschaft muss die Erosionsbasis für das Einzugsgebiet der Kleinen und der Grossen

Fontannen im Entlebuch erniedrigt worden sein. Die Deutung des Vorgangs liegt beim Knie der Kleinen Emme bei Wolhusen. Von dort folgte der Fluss ursprünglich dem Ostfuss des Napf durch das heutige Trockental Wolhusen-Willisau. In der letzten Eiszeit drang ein westlicher Arm des Reussgletschers in das Entlebuch, quoll über die nördliche Bodenschwelle in die luzernisch-aargauischen Paralleltäler hinüber und reichte bis an den heutigen Taltorso am Ostrand des Napf.* Damals floss die Kleine Emme nach Norden; die Prallstellen ihrer Windungen sind an den Felsufern beim Tutensee und bei Daiwil erhalten geblieben. Nach der Eiszeit floss die Kleine Emme, in scharfem Knick zentripetal in das Zungenbecken des untern Entlebuchs und schnitt mit neu erwachter Kraft rückgreifend tiefer ein. Die junge Tiefenerosion wirkt heute bis Hasle oberhalb Entlebuch hinauf. Dort tritt der Fluss aus der breiten, sumpfigen Talmulde in das enge Felsbett ein. Aus den Fontannentälern fliesst der Bach durch eine Felsschlucht in das Haupttal heraus, ganz anders als bei den übrigen, breit offenen Napftälern. Der Sägeschnitt der Ausmündung trägt jugendliche Züge; doch hat die neubelebte Erosion schon bis in die Ursprungskessel der Fontannentäler zurückgegriffen.

Im verlassenen Talstück Wolhusen-Willisau vermochte das gefällsarme Gerinne der Seewag die seitliche Schuttzufuhr nicht mehr zu bewältigen. Schwemmkegel engen den Talboden ein, stauen den Tutensee und sind Ursache der Versumpfung. Menznau, Daiwil, die Höfe von Tutensee stehen auf solchen Schwemmfächern. Zur Entwässerung des Sumpflandes wurde vor kurzem die Seewag in einem Tunnel unter Schuttkegel und Dorf Menznau durchgeleitet. Bei Unterschlechten, an der Wasserscheide gegen das Entlebuch, baute einst der Wiggernbach einen mächtigen Schwemmkegel in den Taltorso hinaus. Durch das tiefer liegende Tal der Kleinen Emme zentripetal abgezapft zerschneidet jetzt der Bach die eigene Aufschüttung. Auch die gegenüberliegenden Gehängefurchen sind bereits deutlich südwärts zur Kleinen Emme gerichtet. Gleich dem Wiggernbach wendet sich der Bihlbach aus der Talmulde von Ruswil zentripetal dem Emmebett zu. Kleine Emme und Bihlbach sind durch die selbe Ursache, die Vertiefung des untern Entlebuchs, aus ihrer ursprünglichen Nordrichtung abgedreht worden.

* Vgl. Oskar Frey, Talbildung und glaz. Ablagerungen zwischen Emme und Reuss. Denkschriften Schweiz. Nat. Ges., Bd. 41, 1907.

Durch die Fontannentäler zieht die Nordgrenze der schräg gestellten Molasse. Die Kleine Fontannen im N fließt in der horizontalen Nagelfluh; ihr Tal wird von beidseits gleich geböschten Steilwänden eingefasst. Darüber greifen die Erosionsnischen der seitlichen Rinnsale flachschüsselförmig in den Bergrücken der alten Landschaft hinein; ihr Abzugstrichter senkt sich als Stufe steil zum Hauptbach hinaus. In der schiefen Molasse liegt das junge Erosionstal mit unsymmetrischem Querprofil zwischen Schichtköpfen und Schichtplatte. Felsig, steil erhebt sich in den westöstlich ziehenden Tälern die Nordwand; die Wiesenhalde des rechten Ufers ist eine leicht geneigte Schichtfläche mit geringer Gliederung. Bei der Talbildung war sie Gleitfläche des Baches, da das erodierende Wasser den Bänken weichen Mergels und Sandsteins folgte. Die Asymmetrie des Talquerprofils ist an der Grossen Fontannen und ihren Zuflüssen in der Umgebung von Romoos besonders rein zu sehen.

Die Napfhöhe kann als Mittelpunkt des Systems ungefähr radial auslaufender Täler gelten. Doch verhalten sich diese Täler nach Gefälle und Erosionskraft der Bäche recht ungleich. In 4 km Entfernung vom Napf liegt die Talsohle im Fankhaus- und Hüttengraben im SW bei 920 und 905 m Höhe, aber nur bei 800 und 790 m im NE, am Krachenbach und an der Kleinen Fontannen. Die ungleiche Höhenlage der Täler bedingt einen ungleichen Kampf um die Wasserscheide. Die Wände der Felskessel im Osten werden rascher zurückgedrängt als die berasteten Halden in den westlichen Gräben. Die Wasserscheide wächst von Osten her in die Hintergründe des Fankhaus- und Hüttengrabens hinein. Da bei der Wechsellagerung harter und weicher Schichten stets die weichen auswittern und die harten nachbrechen, so erhält sich am Ursprung immer wieder die jugendliche Form des Felskessels, während der Bach talauswärts bereits in der ausgeglichenen Gefällskurve fließt.

Ähnlich den Fontannentobeln liegen auch die Sohlen der Luther und der Enziwigger im N tief, 4 km vom Napf entfernt 817 m und 795 m ü. M. Ein Kreis mit Radius Napf-Wolhusen, dem Napf als Mittelpunkt, schneidet die Kleine Emme in 570 m Höhe, die Enziwigger in 610 m, die Luthern in 660 m und den Trubbach bei Trubschachen in 740 m; daher die geringere Erosionskraft und die zahmeren Talschlüsse der Trubbäche.

Die einander benachbarten Täler des Hornbachs, der Luthern und der Enziwigger stehen infolge ungleicher Sohlenhöhe selbst

wieder im Kampf um die Wasserscheide. Immer erweitert der tiefer gelegene Bach sein Einzugsgebiet auf Kosten des höhern. Die Enziwigger treibt ihre Seitengräben nahe an die Luthern heran, und diese greift mit den linksseitigen Zuflüssen wieder hart an den Hornbach. Die Talhintergründe rings um den Napf stehen in einem ungleichen Kampf um die Wasserscheide. Die energische Erosion von N und E her formt deutlich eine Hauptwasserscheide zwischen der kräftigen nordöstlichen und der schwächern südwestlichen Grabengruppe. Ihre höchsten Erhebungen Höchenzi, Napf und Hengst sind von NE her in rascher Zerstörung begriffen. Der Felszirkus der Enziwigger hat die Pyramide des Hengst bereits bis in den Kern angeschnitten; vereint mit dem Kessel der Kleinen Fontannen wird er in verhältnismässig kurzer Zeit die Ruine völlig aufzehren.

Die ungleiche Erosion der NE- und SW-Seite beruht auf der ungleichen Lage der Erosionsbasis. Noch ein anderer Umstand mag hier in Frage kommen. Es ist von vornherein wahrscheinlich und wird durch die meteorologischen Aufzeichnungen bestätigt, dass die Westseite der Napfgruppe gegenüber dem Osten eine etwas grössere Niederschlagsmenge empfängt; für die Erosion steht entsprechend mehr Wasser zur Verfügung. Ebenso dürfte an den Westhalden der Aufprall und die mechanische Wirkung des vom Westwind herangepeitschten Regens stärker sein. Diese Faktoren würden an sich die Abtragung auf der Westseite der Napfgruppe begünstigen. Aber gegenüber dem starken Gefälle der nordöstlichen Täler und ihrem energischen Rückwärtsgreifen vermögen sie nicht aufzukommen.

Verebnungen. An Hängen und auf Bergrücken der wagrechten Schichten erscheinen häufig Verebnungen in kleinen Feldern. Der Blick sucht im Reichtum der Kleinformen nach Zusammenhängen, und man könnte in den Teilfeldern die Reste eines Systems höherer Talböden vermuten. Reich an solchen Terrassenstücken ist z. B. die Umgebung von Hergiswil im Lutherntal. Unterher Hergiswil bei Beiten ordnen sich eine Reihe von Verebnungen in das Niveau 650—660 m ein. Über Hergiswil selbst fügen sich beidseits des Tales Terrassenstücke zu einem Boden in 700 m Höhe; auf 750 m treten wieder Gesimse an den Höhen beidseits des Rumisbaches, bei Schattweid und bei Alp hervor. Die Platten von Romooser Enzi und Oberer Lushütte liegen bei 1340 m; westwärts gehört die

Hohmatt mit 1350 m noch in die gleiche Lage. Surenboden und Stächelegg bezeichnen eine Verebnung in 1320 m.

Der Verlauf dieser Felder zeigt, dass sie weder alten Talböden, noch in den höchsten Lagen einer vermuteten, wagrechten Uroberfläche angehören. Es sind herausgewitterte Schichtflächen. Massen von gleicher Mächtigkeit und gleichem Aufbau waren durch gleich lange Zeiträume den selben abtragenden Kräften ausgesetzt; da ist es weiter nicht verwunderlich, dass die Abtragung an verschiedenen Stellen den Fels bis auf die gleiche Schichtfläche hinab wegräumte. Die Abtragung vollzieht sich hier vorwiegend als Abschälen der Platten, so dass immer aufs neue eine noch unberührte Schichtfläche frei wird. Die Pultfläche des Napfgipfels ist als Abtragungsform zu verstehen, keineswegs, wie auch schon angenommen wurde, als Überrest der Uroberfläche. Es wäre unverständlich, wenn der sonst so weit fortgeschrittene Abtragungsvorgang hier gar nicht gewirkt hätte. Gleiches gilt von den Platten des Hochgfells zwischen Kurzenei- und Hornbachgraben und des Surenbodens. Alle diese Höhen ändern durch die Abschälung Schicht um Schicht ihren Charakter als Tafelberge nicht; nur die allseitig rückgreifende Erosion der Gräben zehrt endlich die Tafel auf. Die Bezeichnung „Boden“ kommt ausser dem Surenboden noch häufig vor; es ist stets eine Verebnung von genügender Grösse, um im Gewirr von Eggen und Gräben als etwas Besonderes aufzufallen. Die weite Verebnung von Balmeggberg und Breitebnit nördlich von Trub schneidet schwach ansteigende Schichten. Sie setzt sich aus einer Folge leicht schräger Teilfelder zusammen, die in schwacher Stufung ineinander übergehen. Die Terrassen von Schwibbogen 957 m bei Trub bis Folz ob Trubschachen könnten mit ihrem regelmässigen Gefälle zum Haupttal hinaus als Reste eines alten Talbodens gelten; sie entsprechen aber einer Schichtfläche auf dem widerstandsfähigen Stufenbildner, dem bei der Kirche Trub die Naturbrücke des Schwibbogens angehörte.* Die leichte Neigung der Gehängesimsen nach Trubschachen hinaus folgt dem Einsinken im Schichtstreichen, das sich auch auf dem Plateau der Risisegg zeigt.

Die weichen Mergelbänke beschleunigen das Abschälen der überlagernden Schichtplatten. Von diesem Abschälungsprozess wird das Relief in hohem Mass beeinflusst; die zahllosen Gehängesimse und „Böden“ im Napf sind fast durchweg abgewitterte Schichtflächen.

* Am 31. Dezember 1918 eingestürzt.

Kleinste Formen. In den höhern Lagen sind die Weideflächen meist mit kleinen, schwach welligen Höckern dicht besetzt. Wenn hier die Sonne eine dünne Schneedecke ungleichmässig aufzehrt, so dass der Schnee auf den kleinen Erhöhungen schwindet, in den Vertiefungen dazwischen liegen bleibt, so erscheint eine charakteristische Schneefleckenlandschaft. Im Sommer heben sich diese Höcker als Polster von *Calluna vulgaris*, Moosen und niedrigem Heidelbeergesträuch wie sammetbraune Tupfen vom grünen Untergrund der Weiden ab. Man möchte bei diesem buckligen Boden an die Oberfläche gehämmerter Kupfervasen denken. Auf den Bergweiden stand einst Wald. Nach dem Kahlschlag blieben die Baumstrünke im Boden zurück, wie es noch jetzt in diesem holzreichen Land vorkommt. Allmählich wucherte die Pflanzendecke darüber hin und hüllte den faulenden Strunk mit einem Polster ein. So entstand die höckerige Weidefläche. In Wäldern und Kahlschlägen kann man jederzeit beobachten, wie Moose und Heidekraut die Baumstrünke mit einer zähen Decke überwachsen. Unter dem Pflanzenfilz der Buckel liegt eine gelbliche Vermoderungserde, in der je nach dem Alter an Überresten noch die Holzstruktur zu erkennen ist. In den Mulden, wo sich Schnee und Feuchtigkeit am längsten halten, liegt schwarze Erde. Kommt solches Weideland unter den Pflug oder die Hacke, so gehen die Unebenheiten verloren; nur der Boden, der noch nie umgearbeitet wurde, bewahrt seine höckerige Beschaffenheit. Wenn die Unebenheiten durch den Anbau schon ausgeglichen sind, so bleibt doch noch der Farbenunterschied der Erde bestehen; an den Halden, in der Nachbarschaft der Weiden und des Waldes, kann man schwarz und gelb gefleckte Äcker sehen, die selbst einst Wald und Weide waren.

Glaziale und fluviatile Formen. Die Napflandschaft ist vom fließenden Wasser modelliert. Nur in einigen Randpartien, am Ostfuss und im Entlebuch, hat die Eiszeit Spuren hinterlassen. Um die Arbeitsweise der Wassererosion zu werten, ist es förderlich, die fluviatil gestaltete Landschaft mit den Bodenformen zu vergleichen, denen die letzte Eiszeit das Gepräge gab. Beide Landschaftstypen lassen sich nebeneinander prüfen auf der geologischen Karte der Umgebung des Hallwilersees und des obern Suhr- und Winentalen 1 : 25 000 von F. Mühlberg.* In den Erläuterungen weist der Verfasser auf den Gegensatz hin: der NW des dargestellten Bodens

* Herausgegeben von der Geol. Kommission der Schweiz. Naturf. Ges. 1910.

liegt ausserhalb, der SE innerhalb der Jungmoränen. Die Höhenkurven und der geologische Farbaufdruck bringen zusammen den Formenunterschied überraschend zur Geltung. — Als Typus des eiszeitlich geformten Molasserückens stellt sich der Lindenberg zwischen Seetal und Reuss dar, ein langer, plumper Bergzug mit nahezu glatten Halden, einem umgekippten Boote gleich. Mit der baumartigen Verästelung der Napfhöhen und dem unruhigen Auf- und Abwogen der Eggen hat er keine Ähnlichkeit. Als während der letzten Eiszeit das Wasser den eisfreien Napf zertalte, umfloss der Reussgletscher den Lindenberg. Er scheuerte seine Molasseflanken ab, glättete sie und füllte die Furchen mit Moränenschutt aus. So sind die steifen Formen entstanden, die in gleicher Weise den Molassehügel und die begleitenden Täler auszeichnen. Nie sieht man sie in ihrer eindringlichen Einfachheit schöner, als wenn der Lindenberg aus der weissen Tiefe des winterlichen Nebelmeeres aufsteigt.

Im aussermoränen Hügelland haben die Bäche und ihre Seitenrinnen die Bergformen bis in den Kern hinein zerschnitten; so ist es im aargauischen Mittelland, im Emmental, in den Bergen des Tösstales. Innerhalb der Jungmoränen vermochte das Wasser seit dem Schwinden des Eises nur unbedeutende Furchen in die glazial geformten Hügel zu graben. Wohl heissen einzelne dieser Rinnen „Tobel“; aber im Verhältnis zum mächtigen Molassekörper gehen sie wenig tief; die Bachläufe ritzen erst die Epidermis; stellenweise liegen sie noch im Grundmoränenüberzug. Häufig ist es weniger die Runse selbst, als in ihrer Begleitung ein Wald- oder Gebüschstreifen, der den Bachlauf aus der Ferne deutlich auf der einförmigen Halde zeichnet. Hier steht die Wassererosion erst am Anfang ihrer bodenformenden Arbeit; das verästelte Hügelland hingegen befindet sich in vorgerücktem Stadium der Zertalung. Im Stil der reif zerschnittenen Landschaft treten die steilen Gehängelinien als Rinnen und Rippen stark hervor; den glazial geformten Hang beherrscht die Horizontale, sei es im Wall der Seitenmoräne, in der Schotteranlagerung oder in der Kante der Erosionsterrasse. Man erinnere sich dabei der Moränen, die zu beiden Seiten dem Pfannenstiel entlang ziehen, des Walles, der an der Westseite des Hasenberges im Reusstal die weithin sichtbare Terrasse von Bellikon-Remetschwil bildet und zum Zirkus von Mellingen absteigt, und der hydrographisch und anthropogeographisch bedeutungsvollen Moränenrücken, die an den Halden des Lindenberges als Horizontalstreifen das Relief beleben.

Für Lindenberg und Napf ist bisher der Unterschied der Form nur in Worten, nicht aber in einem bestimmten Wert zum Ausdruck gekommen. Wie an einer gegliederten Küste der Reichtum an Buchten und Vorsprüngen durch das Verhältnis der wirklichen Uferlänge zur Länge eines gedachten, glatt verlaufenden Ufers erfasst werden kann, so steht hier das Ein- und Ausbiegen der Gehängekonturen dem einfachen Lauf der Tallinie gegenüber. Die Bezeichnung „reif zertalte Landschaft“ ist für den Grad der Gehängeentwicklung nicht eindeutig. Je nach Klima, Pflanzendecke und Beschaffenheit des Untergrundes kann die Taltextur grob bis fein sein. Je feiner die Zerschneidung der Halden, um so unruhiger verlaufen die Umrisslinien und um so stärker ist ihre Entwicklung gegenüber der Länge der Tallinie. Das Verhältnis beider Werte ist in den reifen Bad Lands der Union ein anderes als im reifen Napf.

Dringt das Nebelmeer, das die einfache Form des Lindenbergs zeichnete, in die Napftäler ein, so gewinnt man in täuschender Ähnlichkeit das Bild einer reich gegliederten Küstenlandschaft. Wie der Verlauf der Uferlinie den Grad der Küstenentwicklung bedingt, so mögen hier den Halden in gleichbleibendem Vertikalabstand vom Talboden folgende Umrisslinien oder, einfacher und ohne erhebliche Änderung des Resultates, die Höhenkurven der Karte als Mass für den Grad der Gehängeentwicklung dienen. Nahe der Wasserscheide ziehen die Isohypsen nur durch die Hintergründe der Erosionskessel; nahe dem Talboden dringen sie nur wenig in die Seitengräben hinein; Kurven in mittlerer Höhe erfassen das Wesentliche der Formen, die starke Zertalung am klarsten.

Grad der Gehängegliederung.

		Isohypse	
1.	Lindenberg, Hochdorf-Egliswil	500	1,1
2.	„ Abtwil-Hinterbühl	500	1,1
3.	„ Dörnten-Kirchenwinkel	600	1,3
4.	„ Abtwil-Hinterbühl	600	1,2
5.	Pfannenstiel Ostseite	600	1,1
6.	„ Westseite	600	1,7
7.	„ Ostseite	500	1,5
8.	„ Westseite	500	1,4
9.	Bantiger SW glazial	700	1,2
10.	„ N fluviatil	700	3,1

				Isohypse	
11.	Brandöschgraben (Napf),	rechts	. . .	1100	3,5
12.	"	"	links	. . . 1100	2,3
13.	Fankhausgraben (Napf),	links	. . .	1000	2,7
14.	"	"	links	. . . 1100	2,1
15.	Hornbachgraben (Napf),	rechts	. . .	1000	2,3
16.	"	"	links	. . . 1000	2,1
17.	Kurzeneigraben (Napf),	rechts	. . .	1000	2,3
18.	"	"	links	. . . 1000	2,3
19.	Luthernbachgraben (Napf),	links	. . .	1000	4,9
20.	"	"	links	. . . 1100	2,6
21.	Tal der Üerke, z. Suhr,	rechts	. . .	650	2,7
22.	{ Left Fork Creek, West- Virginia, U. S. A.	{	links	1000'	4,0
23.			rechts	1000'	4,2

Die Tabelle zeigt die Entwicklung der Halden in der glazial (1—9) und in der fluviatil geformten Landschaft (10—23). Höhenkurven und zugehörige Talstrecken wurden dem Topogr. Atlas 1 : 25 000, die Werte für 22 und 23 der Topography U. S. Geol. Survey, Blatt Arnoldsburg, 1 : 62 500, entnommen. Die Verhältniszahlen genauer als auf Zehntel ermitteln zu wollen, wäre in Rücksicht auf die Anlage der Karten (Generalisierung der kleinsten Formen) und auf die Fehler des Kurvenmessens zwecklos. Der Gegensatz glazialer und fluviatiler Gehängeentwicklung kommt in diesen Näherungswerten genügend zum Ausdruck. Im Glazialen bleibt die Verhältniszahl durchweg unter 2; in der reifen Erosionslandschaft steht sie über 2, meist recht bedeutend. Die Kurven unter 1 und 2 der Tabelle, am Lindenberg, liegen nahe dem Talboden und zeigen die geringsten Abweichungen gegenüber der einfach gezogenen Umrisslinie; bei 3 und 4 laufen sie 100 m höher schon merklich unruhiger über Moränenwälle und durch seichte Bachfurchen. In 19, Napflandschaft, folgt die Kurve in 1000 m Höhe den fiederförmig zerschnittenen Rippen; in 20 dagegen geht die Kurve in 1100 m Höhe nahe der Wasserscheide nur noch durch die Erosionskessel der Talhintergründe.

Unter der Voraussetzung eines geeigneten Hinterlandes erleichtert eine reiche Küstengliederung den Austausch materieller und geistiger Güter. Wie die Küstengliederung, so wirkt auch der Grad der Gehängegliederung auf Siedlung, Wirtschaft und Geistesart der Bewohner ein; nur ist der Einfluss in wesentlichen Dingen entgegengesetzter Art. Zwischen den Küstenvorsprüngen und den

Inseln bietet das Meer einen leichten Weg, der getrennt wohnende Menschengruppen zu einer Einheit verbindet. Anders im Land der Eggen und Gräben. Wohl ist auch hier die Wohnfläche gelockert und zerschnitten; aber es fehlt die bequeme Verbindung; nur mühsam wird der Verkehr vom Tal zum Grat und von Egg zu Egg unterhalten. Die Bewohner stehen hier unter Hemmungen verschiedenster Art. Eggen und Gräben der Napflandschaft sind ein Gebiet vorherrschender Einzelsiedlung und des abgerundeten Besitzes rings um den Hof. An den einförmigen Hängen der glazial modellierten Molasserücken wiegt das Dorf mit Streulage der Felder vor; so ist es am Pfannenstiel, am Lindenberg und an den Halden des Aare- und Gürbetales zwischen Thun und Bern. Die Form des Bodens ist nur einer der Faktoren, die Siedlung und Wirtschaft beeinflussen. Soweit aber dürfen die Werte der Gehängegliederung auch als Mass für anthropogeographische Verhältnisse gelten.

Am gleichen Bergzug können fluviatile und glaziale Formen einander ablösen, je nachdem die letzte Eiszeit die Halden der Wassererosion freigab oder sie ihr durch den Gletscher entzog. Die Mühlbergsche Karte des Hallwilersees lässt schön erkennen, wie die steife Gestalt der Molasserücken im SE sofort in die Fiederform übergeht, sobald sie ausserhalb der Jungmoränen stehen. Eggen und Gräben des Emmentals haben hier ihr Gegenstück, nur bei dem niedrigeren Relief etwas an Schärfe gemildert. An Stelle der Kämme treten gerundete Formen; die Erosionskessel nehmen die Gestalt flacher Schüsseln an. Die Bezeichnung „Knubel“ tritt auch hier noch vereinzelt auf, so nördlich Schlossrued im verästelten Tal der Ruederchen und wieder südwestlich Oberkulm. Eine der weitest vorgeschobenen Knubelformen ist die, auf der Schloss Lenzburg steht. Am Wellberg bei Willisau lassen sich wie im Aargau Fluss- und Gletscherformen dicht nebeneinander beobachten; der Osthang ist durch Eis geglättet wie eine Kanalwand, der Westen durch Bäche zerteilt. Auch am Bantiger bei Bern kehrt der Unterschied wieder; der Südwesten lag am Aaregletscher, der Nordosten war gleichzeitig der Bacherosion ausgesetzt. — Wo an Mittellandbergen die Eisflut nur in halber Höhe stand, liegen beide Formen in Zonen übereinander geordnet: Unten die einfachen Halden, belebt durch die Wellenlinien der Moränen; darüber der Kamm, durch Nischen und Rippen gegliedert, von zahllosen Steilrunden wie schraffiert. Das ist der landschaftliche Gegensatz der beiden morphologischen Höhengürtel am Hasenberg beim Egelsee (Limmat-

tal) und wieder an der Westseite des Bachtels beim Gyrenbad, wo zwei ausgedehnte Formgruppen, das glaziale Glattal und das reif zerschnittene Tössbergland einander berühren.

Zürich, Juni 1919.

Literatur

auf die nicht in den Fussnoten bereits hingewiesen wurde.

F. Antenen, Mitteilungen über das Quartär des Emmentales. *Eclog.* Vol. X 1909, S. 772.

F. Nussbaum, Die Täler der Schweizeralpen. *Wiss. Mitt. Schw. Alp. Mus.* Bern 1910.

— Talbildung im Napfgebiet. *Eclog.* Vol. XI 1910, S. 269.

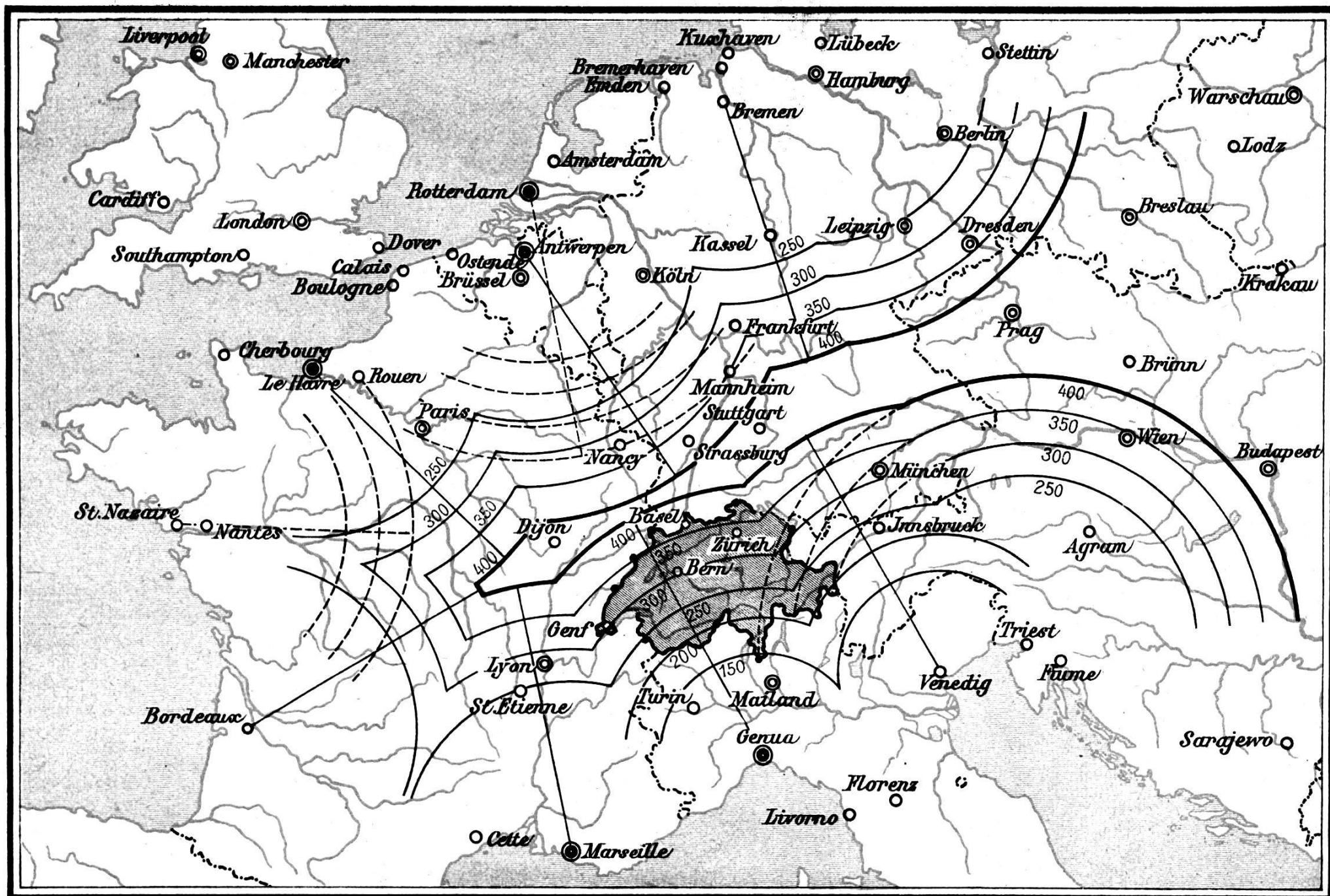
— und *R. Aeberhardt*, Bericht über die Exkursionen in die diluvialen Schottergebiete der Aare und der Emme. *Eclog.* Vol. XI 1912, S. 791.

R. Aeberhardt, Déviations de quelques cours d'eau pendant la période quaternaire. *Eclog.* Vol. X 1909, S. 745.

— Ancien lac de la vallée de la Wigger. Ancien cours probable de la Grande Emme. *Eclog.* Vol. XI 1910, S. 296.

G. Göttinger, Beiträge zur Entstehung der Bergrückenformen. *Geogr. Abh.* IX H. 1. Leipzig 1907.

Hafenferne der Schweiz 400-350-300-250 km.



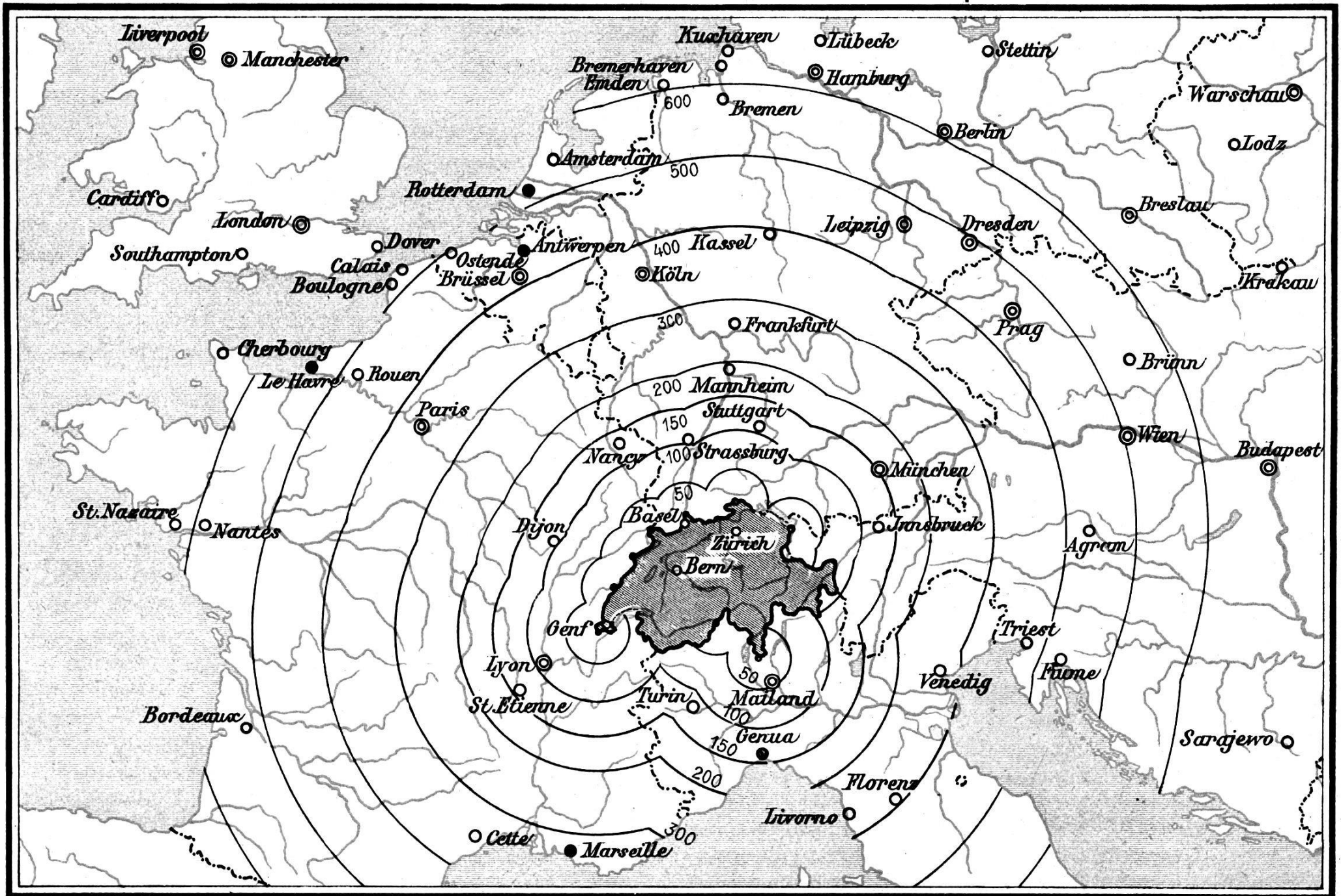
Maßstab 1:10000000

100 50 0 100 200 300 400

Kilometer

GEOGR. ANSTALT KÜMMERLY & FREY, BERN.

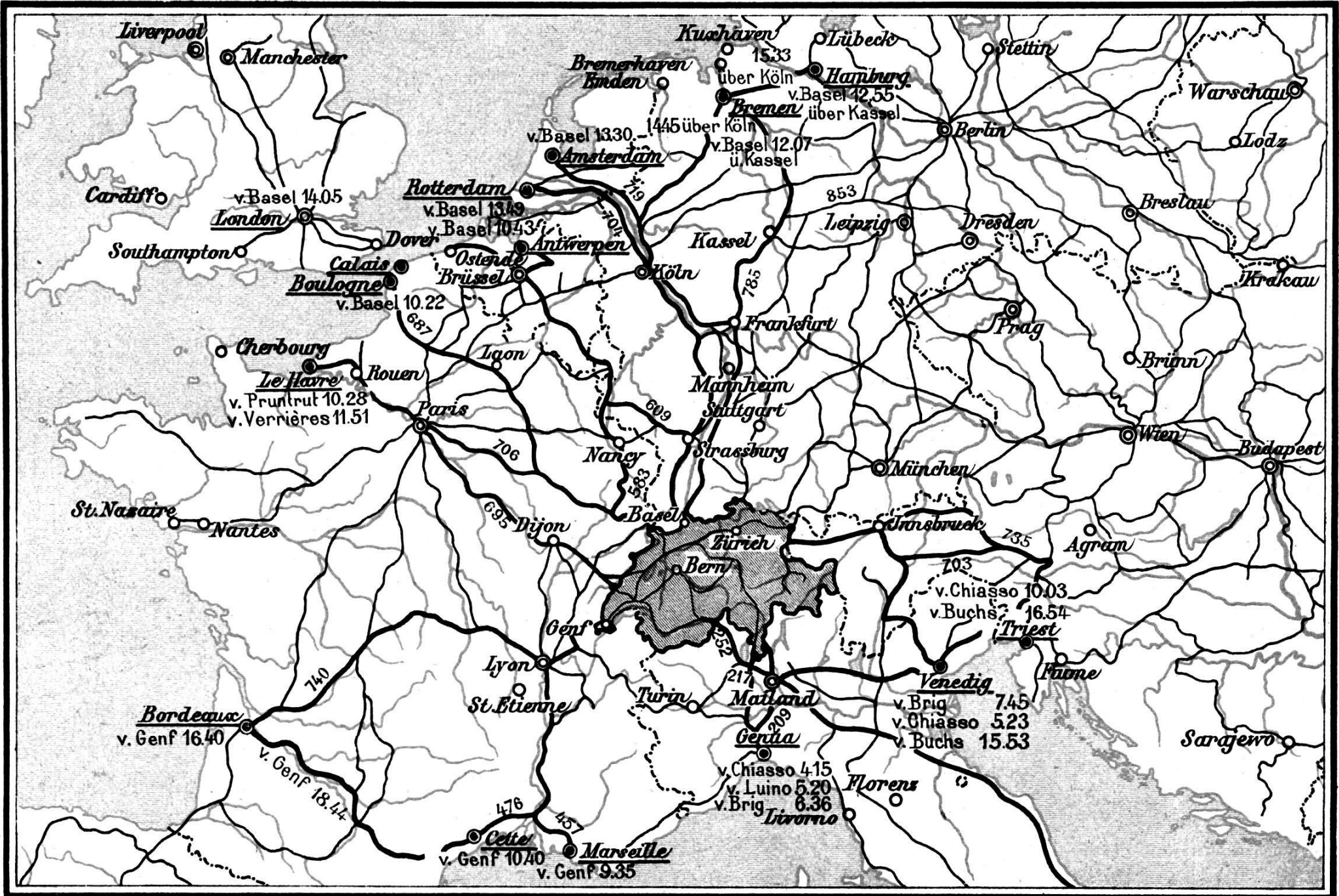
Meerferne von den schweiz. Verkehrs-Grenzpunkten.



Maßstab 1:10000000
 100 50 0 100 200 300 400
 Kilometer

GEOGR. ANSTALT KÜMMERLY & FREY, BERN.

Tarifdistanzen in km u. kürzeste Fahrzeiten von der Schweiz zum Meer, (Std.u.Min. 1914)



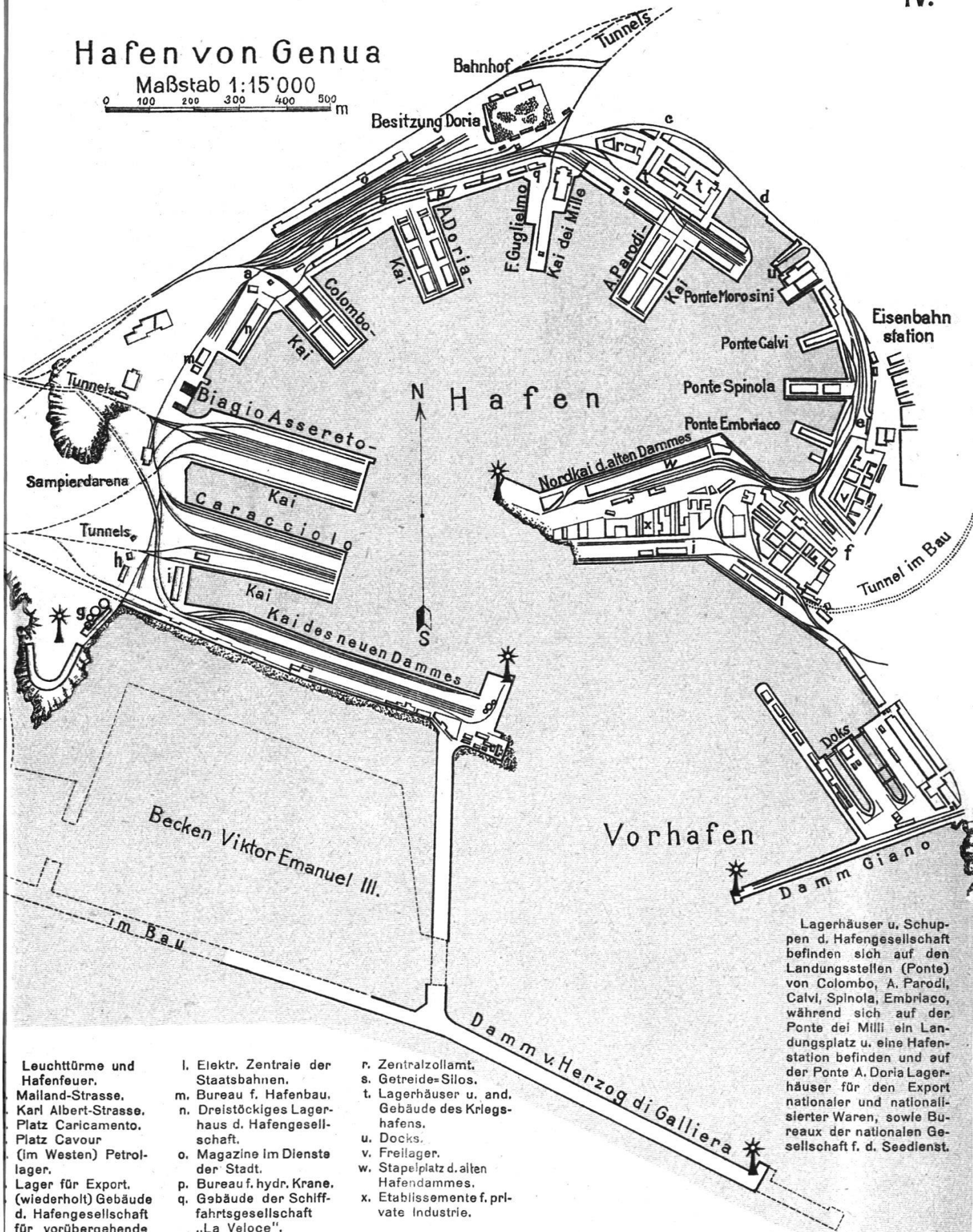
Maßstab 1:10000000
 100 50 0 100 200 300 400
 Kilometer

GEOGR. ANSTALT KÜMMERLY & FREY, BERN.

Hafen von Genua

Maßstab 1:15'000

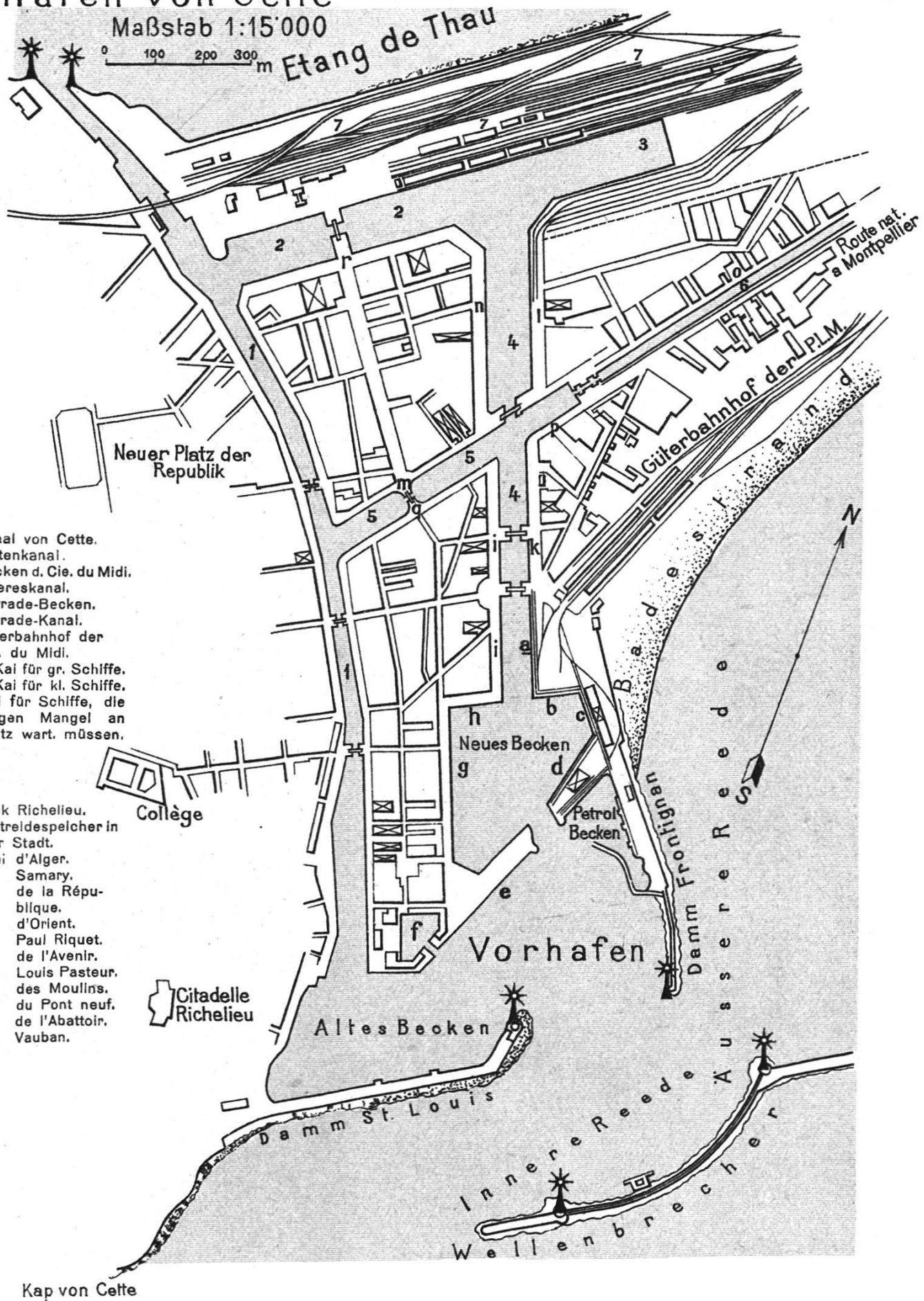
0 100 200 300 400 500 m



Hafen von Cette

Maßstab 1:15'000

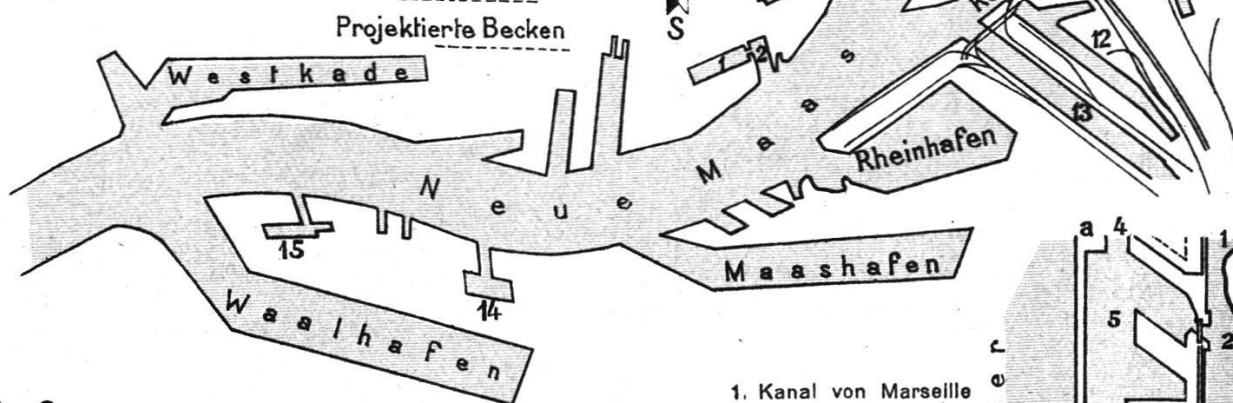
V.



Hafen von Rotterdam

Maßstab 1:50'000

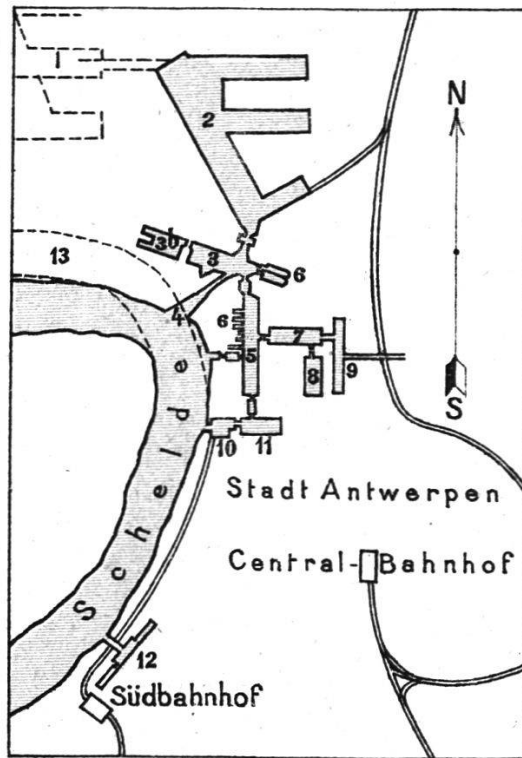
- | | |
|--------------------------|-------------------|
| 1. Westerhafen. | 9. Maas-Bahnhof. |
| 2. Veer-Hafen. | 10. Boerengat. |
| 3. Zahn-Hafen. | 11. Nassau-Hafen. |
| 4. Leuve-Hafen. | 12. Binnenhafen. |
| 5. Hafen für Schiffsbau. | 13. Bahnhofen. |
| 6. Frankf. Weinhafen | 14. Dockhäfen. |
| 7. Neuer Hafen. | 15. Petrolhafen. |
| 8. Heringsfleet | |



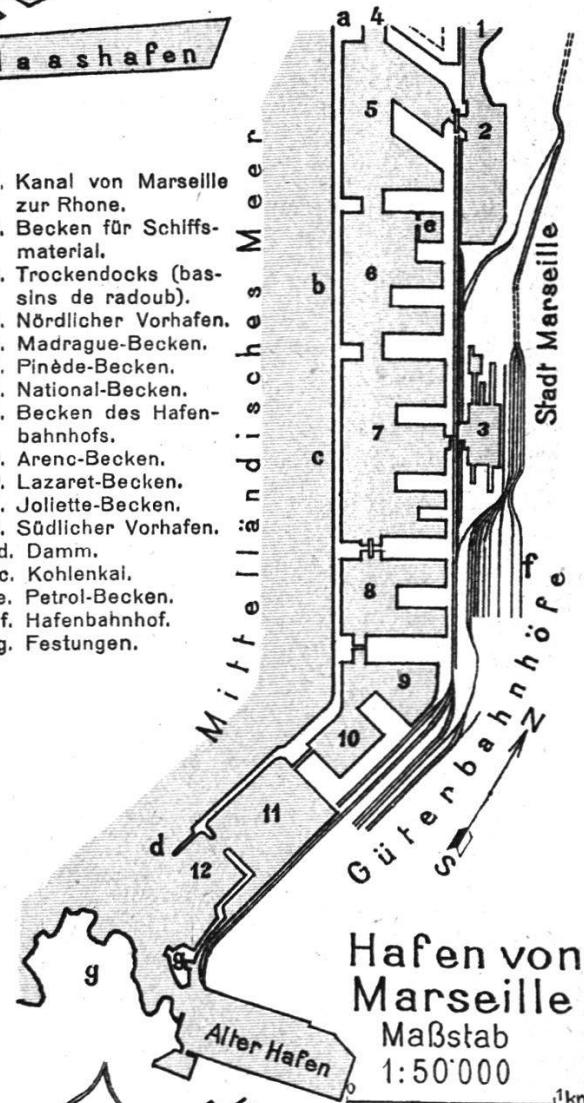
Hafen von Antwerpen

Maßstab 1:100'000

1. Projektirte und zur Ausführung bestimmte Becken.
2. Kanal-Becken mit 3 Binnenhäfen (Darses)
3. Becken Lefébure.
- 3b. Amerika-Becken.
4. Schleuse Royers.
5. Kattendyk-Becken.
6. Trockendocks.
7. Holz-Becken.
8. Becken der Campine.
9. Asien-Becken.
10. Becken Bonaparte.
11. Becken Wilhelm.
12. Drei Becken für Flußschiffe.
13. Abrundung des Scheldelaufes.



1. Kanal von Marseille zur Rhone.
2. Becken für Schiffsmaterial.
3. Trockendocks (bassin de radoub).
4. Nördlicher Vorhafen.
5. Madrague-Becken.
6. Pinède-Becken.
7. National-Becken.
8. Becken des Hafenbahnhofs.
9. Arenc-Becken.
10. Lazaret-Becken.
11. Joliette-Becken.
12. Südlicher Vorhafen.
- a-d. Damm.
- b-c. Kohlenkai.
- e. Petrol-Becken.
- f. Hafenbahnhof.
- g. Festungen.

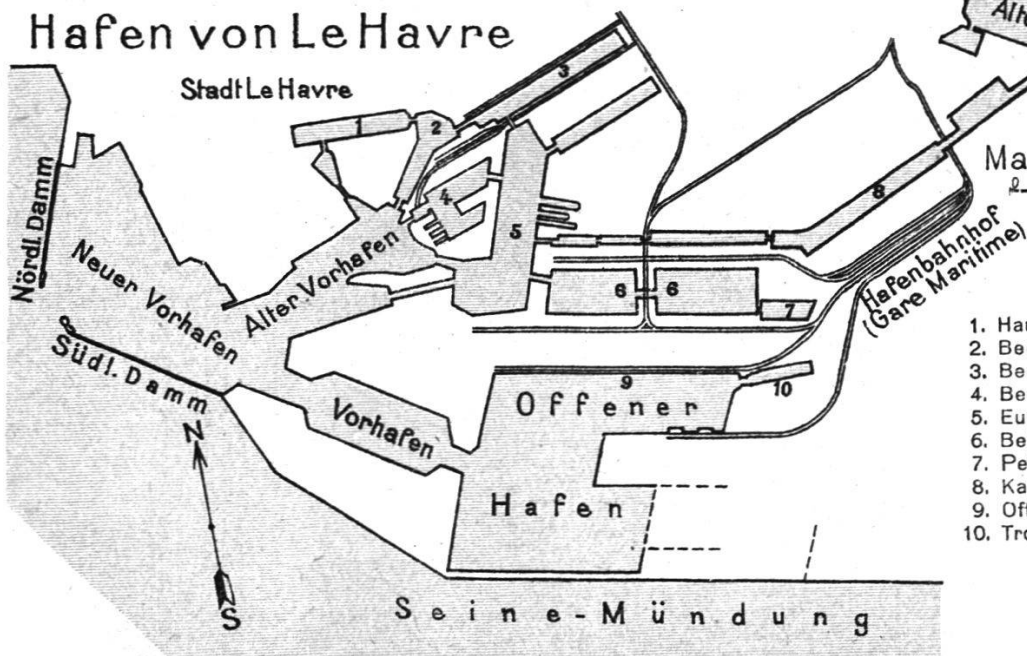


Hafen von Marseille

Maßstab 1:50'000

Hafen von Le Havre

Stadt Le Havre



1. Handelsbecken.
2. Becken der Barre.
3. Becken Vauban.
4. Becken der Festung.
5. Eure-Becken.
6. Bellot-Becken.
7. Petrolbecken.
8. Kanal v. Tancarville.
9. Offener Tiefkai.
10. Trockendock