

# PRÄZISIONSMESSUNGEN AM GEODÄTISCHEN FUNDAMENT DER NATION

## ZUM GESELLSCHAFTLICHEN ANFORDERUNGSREICHTUM EINER VERMESSENEN LANDSCHAFT

DAVID GUGERLI

Als die «Ergebnisse der trigonometrischen Vermessungen in der Schweiz» 1840 im Druck erschienen, schlossen sie das dritte Kapitel mit einer bedeutungsvollen Zahl: «Die auf 13<sup>0</sup> R. und auf die Meeresfläche reducirte, auf die Berechnung des Dreiecksnetzes angewandte Länge der Grundlinie ist 13 '053,74 Meter.»<sup>2</sup>

Die daran anschliessende typographische Linie muss für Johannes Eschmann, den Autor der Ergebnisse, mehr gewesen sein als ein drucktechnisch erzeugtes, rein dekoratives Element: Sie setzte einen definitiven Schlussstrich und machte klar, dass hier nichts zu ergänzen, nichts zu bezweifeln und vor allem nichts zu verändern war. Die Zahl bestimmte mit präzedenzloser Genauigkeit und Autorität die Distanz zwischen zwei Eisenspitzen im Berner Seeland, welche je den Mittelpunkt eines Versicherungssteines der Landesvermessung markierten. Der nördliche dieser beiden Steine befand sich, so Eschmann, «eine kleine Viertelstunde von dem Dorfe Walperswyl, hart an der Strasse nach Aarberg», während der südliche «am Ufer des Murtensees in der ungefähren Richtung auf den Kirchthurm von Avenche» zu finden war. Dazwischen lag sehr wenig. Zunächst vor allem «eine von Häusern und Bäumen entblösste Ebene», die bei hohem Wasserstand des Neuenburger- und des Murtensees stets überschwemmt wurde und deshalb nur als Viehweide genutzt werden konnte; ferner lagen zwischen den Versicherungssteinen auch der Damm der Strasse von Aarberg nach Sisselen, einige wenige sumpfige Stellen, zahlreiche Abzuggräben und eben die nun endgültig festgehaltene Distanz von 13'053,74 Metern.

Oder «40'185,208 Pariser Fuss», wie der Bericht nur wenige Zeilen vor dem Kapitelende in deutlich kleineren Lettern festhielt - ein Zwischenresultat, das als Umrechnungshilfe diente und eine Brücke schlug zu jener geodätischen Vergangenheit, die sich noch an königlichen Massen orientiert hatte und nun endgültig überwunden sein sollte.<sup>3</sup>

Grosse Bedeutung kann die Zahl allerdings kaum allein dadurch erhalten haben, dass sie auf die demonstrative Verwendung des französischen und

revolutionären Masses aller Dinge setzte, dessen Natürlichkeit von seinen Anwälten stets hervorgehoben worden ist.<sup>4</sup> Bedeutungsvoll war die Zahl vor allem ihrer Geschichte wegen. Dazu gehörten ihre hochkomplexen experimentellen Entstehungsbedingungen, ihre instrumentellen Voraussetzungen, ihre Verbindlichkeit und ihre Legitimation. Bedeutungsvoll war sie schliesslich auch im Vergleich zu erfolglosen Vorgängerinnen sowie im Hinblick auf ihre politische und landschaftsverändernde Wirkung.

Wie aber kann eine vermessungstechnische Zahl, welche lediglich die Distanz zwischen zwei Eisenspitzen definierte, überhaupt solche Autorität erworben haben? Welche Rolle konnte eine Grundlinie spielen, die mitten in der unbeschriebenen, vom Hochwasser und vom geodätischen Diskurs zur *tabula rasa* gemachten, also von Zivilisation, Kultur und damit von Erinnerung weitgehend «entblösten» Ebene des Berner Seelandes gelegen hat?'

Die Antwort auf diese Fragen kann nur dann gefunden werden, wenn kultur- und technikgeschichtliche Kontexte so miteinander verbunden werden, dass sich daraus neue Perspektiven auf beide ergeben. Denn die Entstehungsbedingungen bereits dieser einen Zahl sind zu technisch, um bloss sozial und politisch oder kulturell erklärt werden zu können, und sie sind zu gesellschaftlich, um rein (mess-)technisch verstehbar zu sein. Um die komplexitätsreduzierende Wirkung der Zahl fassbar zu machen, muss also ihre Geschichte erzählt werden. Dazu haben wir gleichzeitig einer ganzen Reihe von Aspekten Rechnung zu tragen und müssen einer Vielzahl von Debatten zuhören, welche von der Zahl als Chiffre erfolgreich verdeckt worden sind und deshalb in Vergessenheit gerieten.

## DIE BASIS IM KONTEXT

In sämtlichen europäischen Landesvermessungen des 19. Jahrhunderts bestimmten besonders genau vermessene Grundlinien den Massstab jener auf Winkelmessungen beruhenden Dreiecksnetze, welche den jeweiligen Vermessungsraum trigonometrisch erfassten. Die zwischen Walperswyl und Sugy gemessene Strecke war nichts anderes als die Hauptbasis der im Rahmen der eidgenössischen Landesvermessung erstellten Triangulation erster Ordnung. Sie lässt sich demnach als Routine und Standardverfahren einer zeitgenössischen wissenschaftlichen Praxis beschreiben. Gleichzeitig markierte die Basisvermessung im eidgenössischen Kontext der 1830er Jahre aber auch den Kristallisationspunkt einer Rhetorik des geodätisch-politischen Neubeginns, mit der sich sowohl die Gemeinschaft der Vermessungsingenieure als auch ihre Geldgeberin, die seit der Regeneration stark liberal orientierte eidgenössische

Tagsatzung, von früheren Vermessungsprojekten distanzierten. Das seit 1832/33 unter der Leitung von Guillaume-Henri Dufour stehende Unternehmen einer eidgenössischen Landesvermessung - «la seule entreprise scientifique de la confederation» - hatte den Auftrag, «die Geographie der Schweiz auf feste Fundamente»<sup>6</sup> zu gründen und mit einheitlichen Methoden einen transparenten, optisch konsistenten Raum der Nation im Medium der Kartographie zu produzieren. Das von bundesstaatlichen Instanzen in Auftrag gegebene wissenschaftliche Unternehmen nivellierte und neutralisierte damit am vermessenen Objekt und in der politisch unverfänglichen Sprache einer trigonometrisch abgesicherten Papierwelt wirtschaftliche Gefälle, politische Spannungen, kulturelle Gegensätze, soziale Differenzen und historisch bedingte regionale Unterschiede.<sup>7</sup>

Die neue Basis der Betrachtung des «Vaterlandes», die mit «allen Hilfsmitteln, welche die Astronomie, Trigonometrie und der Barometer darbiethen, [...] die ersten Fundamente seiner Geographie, als Höhe, geographischer Position, Azimuthe, Basis etc. etc. mit Genauigkeit zu bestimmen»<sup>8</sup> suchte, vollzog ihren Bruch mit der Vergangenheit dadurch, dass sie messtechnisch erzeugten Präzisionswerten einen neuen legitimatorischen Wert zuschrieb.

Die wissenschaftlich-technische sowie die politisch-kulturelle Bedeutung dieser Präzision soll im vorliegenden Aufsatz näher bestimmt werden. Dabei werde ich Präzision als ein soziotechnisch bedingtes Ergebnis von Verhandlungen und Autoritätszuschreibungen darstellen, welche nach erfolgreichem Abschluss eine neue Ordnung der Dinge produzieren. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse sollen also verstanden werden als das Resultat einer Konsensbildung über Verfahren, einer hinreichenden Legitimation von Instrumenten sowie der Herstellung politisch-kultureller Anschlussfähigkeit oder Kompatibilität von Daten, was seinerseits den Aufbau eines neuen Netzes von Autoritäten und Definitionsmonopolen erlaubt.

Die Basisvermessung als Präzisionsmessung in der Landschaft des Berner Seelandes wird damit zu einer Kommunikationsstrategie, welche dem politischen System aus einer offenen und unsicheren Position heraus neue Legitimation und Autorität zu verschaffen sucht. Das zunehmend stabilisierte und homogenisierte System trigonometrischer Bezüge eines geographischen Raumes namens «Eidgenossenschaft» hat im Kontext akuter politischer Divergenzen die Funktion eines generalisierbaren Kommunikationscodes übernommen, sobald seine Präzision in hinreichende Zuverlässigkeit und Kompatibilität überführt werden konnte.

Die symbolische Überhöhung der Basis, wie sie in den zitierten «Ergebnissen» von Johannes Eschmann auftaucht, verweist auf die Notwendigkeit, die historische Analyse vor das Ende der Debatte zu verlegen, d.h. Wissenschaft

im Entstehen und im Spannungsfeld von rhetorischem Anspruch und realisiertem Verfahren in der Praxis zu untersuchen. Einen ersten Einblick in dieses Spannungsfeld verschafft uns die Beobachtung des von Monotonie und Unregelmässigkeit geprägten Experiments einer Basisvermessung im Grossen Moos. Zweitens werden die verwendeten Instrumente als Produkte von gesellschaftlichen Autoritätszuschreibungen untersucht. Drittens haben wir uns mit der zunächst zwischen Mysterium und Konfusion angesiedelten Wirkung des Messresultats sowie - viertens - mit seiner in kommunikativen Prozessen ausgehandelten Stabilisierung zu beschäftigen. Der Wirkung dieses Messresultats auf den wissenschaftlichen und politischen Kontext sowie der landschaftsverändernden Konsequenzen messtechnischer Erfassung von Landschaft sind die letzten beiden Abschnitte gewidmet.

## **DAS EXPERIMENT ZWISCHEN MONOTONIE UND UNREGELMÄSSIGKEIT**

Am 22. September 1834 haben Johannes Eschmann, Johannes Wild und Rudolf Wolf zusammen mit einigen Arbeitern und Trägern damit begonnen, die Länge der zukünftigen Basis der schweizerischen Landesvermessung zu bestimmen. «Über den durch eine Eisenspitze bezeichneten Mittelpunkt des Steines bei Walperswyl wurde ein Loth aufgehängt und die ebene Endfläche der Messstange Nr. I, nachdem sie auf ihren Böcken wagerecht gelegt und in die Linie einvisirt war, mit dem Faden des Lothes zur Berührung gebracht. Nun wurden die Messstangen Nr. II und Nr. III in die Verlängerung von Nr. I einvisiert, wagerecht gelegt und je der zunächst vorhergehenden bis auf etwa zwei Linien genähert, dann die Thermometer abgelesen und mit dem Keil die beiden Zwischenräume gemessen.»<sup>9</sup> Was an den Thermometern und am Keil abgelesen wurde, hat Johannes Wild «avec un soin et un luxe distingue»<sup>10</sup> in ein Messprotokoll eingetragen, das uns nicht bloss seiner kalligraphischen Qualitäten wegen noch beschäftigen wird.

Nach dieser ersten Messung ist die erste Stange vor die dritte gelegt worden, worauf man die Temperaturen aller drei Messstangen sowie die Einsenkung des Keils in die Zwischenräume für die Messung Nr. II protokollieren konnte. 2232 Mal wurde dieses Prozedere wiederholt.<sup>11</sup> Bei jedem Schritt schob sich das auf Holzpfählen installierte Messlabor der eidgenössischen Ingenieure um drei Toisen oder 18 Pariser Fuss oder 5,847 Meter weiter gegen Süden. Jeden Abend ramnten die Arbeiter «einen starken eisernen Pfahl» in die Erde, «in dessen wagerechter Durchbohrung man einen cylindrischen, an seinem Ende abgerundeten Dorn schob, bis er die Kante des T berührte, und [den man] in

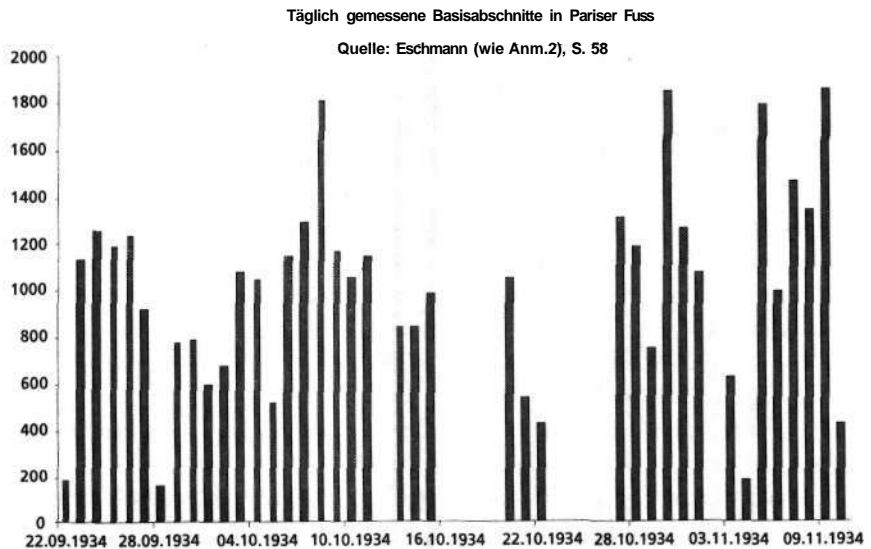
dieser Lage durch eine Stellschraube befestigte.» Während der Nacht und bei schlechten Sichtverhältnissen wurde die Messeinrichtung von zwei Arbeitern «in einem neben dem Apparate aufgeschlagenen Zelte» bewacht.<sup>12</sup>

Das Experiment zeichnete sich durch eine so klare Anlage aus, dass es problemlos einen Anspruch auf Verfahrenskonstanz anmelden konnte - «une fois à l'oeuvre chacun savait exactement ce qu'il avait à faire, et qu'il n'y avait ni tâtonnement ni perte de temps», verkündete Guillaume-Henri Dufour, der oberste Leiter des Experiments, in der «Bibliothèque universelle des sciences, belles-lettres et arts». Mehr noch: Die Vermessung der grossen Basis bei Aarberg «a duré *sans discontinuer* jusqu'au 10 novembre [1834]. M. le Prof. Trechsel s'est rendu sur les lieux, pour aider les ingénieurs de ses conseils, et soutenir la constance des employés, qui était quelquefois ébranlée par la monotonie d'un travail qui se répétait, non seulement *tous les jours, mais encore toutes les heures du jour.*»<sup>13</sup> Die Tatsache, dass das beharrlich durchgeführte Experiment als monoton bezeichnet wurde, stellte Dufours Mitarbeitern ein Zeugnis extremer (Selbst-)Kontrolle aus und konnte als Beweis für die Zuverlässigkeit des Messprozesses angeführt werden.

Um so überraschender wirken die grossen Schwankungen, die man unter den täglichen Messpensen feststellen kann. Die Messungen erfolgten keineswegs so kontinuierlich, wie es die Rede vom kontrollierten Verfahren suggerieren wollte. Eschmanns Messmaschine kam manchmal gut, oft aber auch nur stotternd voran. Vor allem in der zweiten Oktoberhälfte mussten die Messungen immer wieder unterbrochen werden (vgl. Grafik). Unebenheiten des Terrains, schlechte Sichtverhältnisse und starker Wind mögen dabei eine gewisse Rolle gespielt haben.<sup>14</sup> Hinter der scheinbaren Homogenität des Verfahrens verbarg sich aber eine auch aus andern Gründen unregelmässige Messpraxis. Aus Geldmangel und weil das sichernde soziale Netz fehlte, kam das hölzerne Pfahlungetüm in der «entblössten Ebene» kurz vor der Zielgeraden vorübergehend zum Stillstand und das ganze Experiment an den Rand des Abbruchs.<sup>15</sup> Uns erlaubt eben diese, nur knapp verhinderte Katastrophe einen neuen Blick auf den soziotechnischen Voraussetzungsreichtum des Experiments zu werfen.

«En exécution de Vos ordres nous avons travaillé tous les jours et n'étions empêchés que par quelques brouillards de matin et par une demi-journée d'un vent violent. Maintenant que les brouillards ne nous permettent pas de commencer avant 9 ou 10 heures du matin, nous mettons ces heures à profit pour les calculs», hatte Eschmann am 14. Oktober noch voller Elan berichtet, nachdem immerhin die Hälfte der Messstrecke zurückgelegt worden war. Doch danach häuften sich die Schwierigkeiten «dans ce travail fastidieusement monotone».<sup>16</sup> Sie ergaben sich nicht nur in meteorologischer, sondern auch in

organisatorisch-institutioneller Hinsicht: «Nous avons voulu travailler même pendant la nuit, mais l'air n'a jamais été aussi calme qu'il n'éteignit les chandelles. Tout-à-coup nous voilà arrêtés dans notre élan. [...] Après demain, samedi, c'est le jour de paiement des ouvriers, et nous ne savons où prendre les ressources», lautete Eschmanns Notruf an den Directeur de la Carte Suisse. Johannes Wild und Rudolf Wolf hätten dem Unternehmen bereits acht Louis geliehen; mehr stünde ihnen nicht zur Verfügung. Mutlosigkeit mache sich breit. «Je vous prie en conséquence, Monsieur le Général, *de bien vouloir nous écrire, si nous devons quitter* ou de nous faire parvenir un ordre sur Berne ou Neuchâtel. Car il ne nous reste pas d'autre alternative et nous serons heureux, si nous ne serons pas obligés de vendre nos montres pour retourner dans notre pays. J'attend avec impatience votre décision Monsieur le Général.»<sup>17</sup>



Nicht wissenschaftliche Kapazitätsgefälle, nicht die Beachtung höchster Präzisionsstandards, nicht das praktische Wissen der Experimentatoren und ihres Personals, sondern der Einsatz von Dufours soziopolitischem Kapital gegenüber der Eidgenössischen Militärkommission mobilisierten in diesem prekären Moment die dringend benötigten Gelder und bewahrten so das Experiment vor seinem vorzeitigen Ende. «Je suis extrêmement fâché du retard que vous avez éprouvé dans l'envoi des fonds que vous avez demandés; il tient à ce que M. Letter n'était pas à Zurich, lorsque le Col. Buchwalder lui a

écrit. Je viens d'en recevoir une lettre en réponse de laquelle je lui ai demandé de vous expédier sans délai les sommes qui vous sont nécessaires pour que votre grande opération ne pérédite pas. [...] Je suis fâché que M. Buchwalder vous ait quitté dans ce moment et ne m'ait pas écrit.»<sup>18</sup>

Die bis zum südlichen Ende der Basis fehlenden 5000 Fuss konnten erst gemessen werden, als am 8. November die Bezahlung der Arbeiter doch noch gesichert war. Die Krise des Experiments hatte sich, dies geht aus Dufours Antwort deutlich genug hervor, nicht zuletzt durch den Wegfall jenes sozialen und administrativen Netzes ergeben, welches das mobile Labor im Grossen Moos hätte schützen sollen: Antoine-Joseph Buchwalder, der von Dufour ernannte offizielle Leiter des Experiments, war bereits vor längerer Zeit abgereist, um sich den lukrativeren Geschäften der Katastervermessung zu widmen.<sup>19</sup> Karl Franz Viktor Letter, der Sekretär der eidgenössischen Militäraufsichtsbehörde und damit der Finanzverwalter der Landesvermessung, war - so sah es jedenfalls für Eschmann aus - in Zürich nicht aufzufinden oder beantwortete die Briefe nicht.<sup>20</sup> Die graue Eminenz der Vermessungsarbeiten, Hans Konrad Finsler, scheint der Equipe im Feld nur einmal einen Höflichkeitsbesuch abgestattet zu haben.<sup>21</sup> Der Berner Mathematikprofessor Friedrich Trechsel, der als Berater seine Erfahrungen aus der Vermessung einer Basis im Sihlfeld bei Zürich hätte einfließen lassen sollen, hatte zwar in der Presse die Öffentlichkeit über das Unternehmen informiert und zwei Zelte schicken lassen, war aber nur gerade zweimal bei den Messungen dabeigewesen.<sup>22</sup> Guillaume-Henri Dufour schliesslich, der Directeur de la grande Carte und Oberstquartiermeister der eidgenössischen Truppen, sass in Genf und ordnete seine Papiere und Berichte.

## **DIE INSTRUMENTE ALS PRODUKT VON AUTORITÄTSZUSCHREIBUNGEN**

Der Arbeitsaufwand im Grossen Moos war riesig, die Langeweile drückend, das Verfahren akribisch und der Abschluss des Experiments ungewiss, da die finanziellen Engpässe erst im letzten Augenblick überwunden werden konnten. Der soziotechnische Anforderungsreichtum der Basisvermessung als praktisches Verfahren war also hinsichtlich seiner Rahmenbedingungen (institutioneller Schutz, Finanzierung, Disziplinierung der Beteiligten) ausserordentlich gross. Nicht weniger anforderungsreich hatte sich bereits vor dem Beginn des Experiments der Aufwand zur Herstellung der Messinstrumente gestaltet. Auch in diesem Bereich lässt das eingangs zitierte Ergebnis eine Vielfalt von Schwierigkeiten und Komplexitäten hinter sich.

Als Beispiel sei hier die Produktion der im Grossen Moos bei Aarberg verwendeten Messstangen erwähnt. Diese mussten als Präzisionsinstrumente von genau beschriebener Fabrikationsweise, unzweifelhafter Herkunft, dokumentierbarer Qualität und hinreichend gesicherter Vergleichbarkeit sein. So wurde jede von ihnen «aus drei 6 Fuss langen, 1 Zoll dicken eisernen Röhren aus der Fabrik der Herrn Gaudillot Frères & Roy in Besançon vermittelt Schlauffröhren durch Löthung zusammengefügt und ihre Enden mit stählernen Cylindern versehen», welche auf der einen Seite plan, am andern Ende kugelförmig abgeschliffen waren. Damit die temperaturabhängigen Schwankungen ihrer Länge jederzeit bestimmbar waren, war jede der Stangen mit zwei Quecksilberthermometern ausgerüstet.

Der Zürcher Instrumentenmacher Johann Georg Oeri, der die Stangen herstellte, konnte keineswegs bloss die Fabrikationsweise der Messstangen, sondern auch die Herkunft ihres ursprünglichen Vergleichsmasses angeben. «Als Originalmaass diente eine aus der Werkstätte des Herrn Repsold in Hamburg im Jahre 1828 erhaltene Toise, über welche dieser berühmte Künstler Herrn Horner schrieb: <Die Toise, die Sie von mir erhalten, ist der Fortin'schen, die Professor Schumacher in seiner kostbaren Sammlung von Etalous besitzt, gleich, wenigstens beträgt der Fehler kein 1/1000 einer Linie; sie ist von gleicher Form mit einer zweiten Toise, die ich habe, und mit dieser auf 3/10'000 Linien übereinstimmend.>»<sup>23</sup> Das «Originalmass» war damit, als Qualitätsgarantie, mit leuchtenden Namen von Wissenschaftlern, geodätischen Experimenten und Institutionen verbunden - ein verwickeltes Beziehungsnetz von sich gegenseitig verstärkenden Autoritätszuschreibungen: Jean Fortin, der prominente französische Instrumentenbauer, der die in der Instrumentensammlung des Königs von Dänemark aufbewahrte Toise von Peru hergestellt hatte,<sup>24</sup> Heinrich Christian Schumacher, der in Altona und Kopenhagen wirkende, mit Gauss befreundete Astronom und Geodät, welcher für die Genauigkeit der von Repsold hergestellten Kopie mit dem Ruf seiner eigenen Instrumentensammlung, mit seiner Flut einschlägiger wissenschaftlicher Publikationen und mit seiner Erfahrung mit einer Basisvermessung bürgte,<sup>25</sup> Johann Kaspar Horner, der Zürcher Weltreisende, Astronom, Geodät und Vorzeigelehrte,<sup>26</sup> und schliesslich Johann Georg Oeri, der als Mechaniker für Horner bereits zahlreiche Spezialinstrumente angefertigt hatte.<sup>27</sup> Allen Kopien des Repsoldschen «Originalmasses» konnte nur durch eine quantifizierbar minimale Abweichung ein ähnlicher Status der Zuverlässigkeit verliehen werden. Genau aus diesem Grund spielte die sorgfältige Beschreibung des Kopierverfahrens eine zentrale legitimatorische Rolle.<sup>28</sup>

Messen kann man immer nur mit Kopien von (kopierten) Massen. So musste Oeri von Repsolds sechs Fuss (1,949 Meter) langer Toise insgesamt vier 18



Fuss (5,847 Meter) lange Messstangen herstellen. Dies erforderte, als Zwischenschritt, die Konstruktion von zwei weiteren, der ersten möglichst ähnlichen Toisen, die auf einem Komparator mit ihrem Modell verglichen wurden. Dabei erwiesen sich die drei aneinandergefügten Toisen insgesamt als 0,02353 Pariser Linien kleiner als die dreifache Länge der Repsoldschen Toise. Diese Abweichung war jedoch klein genug, um die (kopierten) Toisen ihrerseits im nächsten Kopierschritt als Referenzgrösse für die benötigten Messstangen verwenden zu können. Alle Stangen wurden einzeln im erwähnten Komparator überprüft, drei fanden im Experiment Verwendung, während die vierte zur späteren Bestimmung der Abnützung der im Messverfahren verwendeten Stangen als Sicherheitskopie aufbewahrt wurde.<sup>29</sup>

Obwohl schon der Aufwand für die Herstellung, Qualitätssicherung und die Garantie der Vergleichbarkeit der Messlatten gewaltig war, dürfen daneben die ergänzenden instrumenteilen Voraussetzungen der Basisvermessung nicht unterschätzt werden. Dazu zählten etwa zwei 40 Fuss hohe Signale über den Versicherungssteinen im Norden und im Süden der Basis,<sup>30</sup> ein Theodolit zur Aussteckung der Messlinie, ein Fernrohr für die Überprüfung der Messrichtung, ein auf Pfählen ruhendes Gerüst mit Holzrinnen, in denen die Messlatten lagen und die mit Justierschrauben den Angaben von Wasserwaage, Senkblei und Zielfernrohr entsprechend ausgerichtet werden konnten. Dazu zählte aber auch ein Keil «von gehärtetem und polirtem Stahl» mit dem sich «aus dem Maasse des Einsinkens die Grösse der beiden Zwischenräume berechnen liess», welche zur Vermeidung von Stössen beim Aneinanderfügen der Messlatten zwischen diesen eingehalten worden waren.<sup>31</sup>

Unabdingbar für die Funktionstüchtigkeit der Aarberger Messeinrichtung war schliesslich - über die instrumentelle Ausrüstung hinaus - das Messprotokoll, welches für jede neu hinzugefügte Messlatte mindestens sechs Temperaturmessungen, zwei Keileinsenkungswerte sowie fünf berechnete Mittel- und Reduktionswerte enthielt. Nach Abschluss der Messungen diente dieses archivierte Messprotokoll immer wieder als wichtigster Referenzpunkt, um das «definitive» Resultat selbst unter den Bedingungen stets neuer Annahmen und Anforderungen auf befriedigende Weise rekonstruieren zu können.

## VOM MYSTERIUM ZUR KONFUSION

Nach dem Ende des langen Experiments im Aarberger Moos am 10. November 1834 musste Johannes Eschmann zusammen mit seinen Schülern Johannes Wild und Rudolf Wolf ein erstes vergleichbares Aggregat aus jenen tausenden von Messungen erzeugen, welche im Protokoll festgehalten wor-

den waren. Diese Rechen- und Schreifarbeiten dauerten in einer ersten Phase nochmals volle zwanzig Tage.<sup>52</sup> «Hier au soir nous avons fini, MM Wild, Wolf et moi, les calculs des intervalles et les additions relatives à la base d'Aarberg; et je m'empresse de vous en communiquer le résultat», meldete Johannes Eschmann am 30. November 1834 nach Genf. «Toute correction faite, notre longueur réduite à 10° Réaumur et pour le niveau de la base est de 40'189,28618 pieds du Roi ou 13'055,06 mètres.»<sup>33</sup> Das Experiment fand damit einen seiner vielen Abschlüsse, nun zum erstenmal in Form eines aggregierten Werts, der dank seiner Vergleichbarkeit in einen neuen Verhandlungsraum eintrat, der aber auch sofort zum Gegenstand von Überraschungen, weiteren Berechnungen sowie von Spekulationen, Auseinandersetzungen und Korrekturen werden sollte.

Eschmann eröffnete diesen jahrelangen Verhandlungsprozess bereits in jenem Brief, in welchem er das erste «Resultat» nach Abschluss der Rechenarbeiten an Dufour übermittelte. Nicht nur Messinstrumente, sondern auch Messungen können sowohl auf die Transparenz ihrer Entstehungsbedingung wie auch mit Hilfe von Vergleichen überprüft werden. Für Eschmann war es naheliegend, einen Vergleich mit dem alten Ergebnis von Johann Georg Tralles und Johann Rudolf Hassler zu unternehmen, schliesslich waren sie es gewesen, welche in den 1790er Jahren die beiden Versicherungssteine im Grossen Moos gesetzt und ihre Distanz mit Hilfe einer 100 Fuss langen Stahlkette zum erstenmal auf 40'188 Fuss bestimmt hatten.<sup>34</sup> Mit eben dieser Zahl im Kopf hatte Eschmann im Herbst 1834 gemessen, sie hatte er während Wochen erwartet und überprüfen wollen.<sup>35</sup> Schliesslich hatte auch Dufour ihn noch vor Erreichen des südlichen Endes der grossen Basis daran erinnert, dass er ihm die Differenz zu Tralles' und Hasslers Messung so schnell wie möglich übermitteln sollte, auf die Details könne er warten.<sup>36</sup> Doch nun hatte Eschmann das Resultat von Tralles und Hassler mit der eigenen Messung deutlich überboten. Die Basis war durch die Messung um einen guten Fuss länger geworden.

Um seinen Instruktionen nachzukommen, wollte Eschmann pflichtbewusst die Ergebnisse von Tralles und Hassler nachschlagen. Dabei fand er in Franz Xaver Zachs Allgemeinen Geographischen Ephemeriden<sup>37</sup> die 1798 publizierte Länge von Tralles Messung, welche vom archivierten Ergebnis in beunruhigender Weise abwich. «Le résultat de Tralles réduit au même niveau et à la même température et que l'on trouve inséré dans le premier volume des éphémérides géographiques du baron de Zach page 279 est de 40'190,56 pieds ou 13'055,48 mètres.»<sup>38</sup> Die eigene Messung lag demnach plötzlich nicht mehr über, sondern unter der alten Messung, und zwar stolze 1,28 Fuss.

Die Zahlen begannen sich zu vervielfältigen und verwirrten sogar Eschmann.

«La différence est de 4 décimètres», hielt er betroffen fest und ergänzte, gewissermassen seine Verwirrung dokumentierend: «Le nouveau résultat est plus petit. Mais je n'ai pas encore pu parvenir à obtenir le chiffre exact. Il règne une sorte de mystère là-dessus.»<sup>39</sup>

Auch die weiteren Vergleiche sollten vorerst nur Verwirrung stiften. Französische Triangulationsdaten, welche eine Basis im Elsass mit der Aarberger Basis verbanden, halfen nicht weiter, obwohl Friedrich Trechsel dem verzweifelten Eschmann versicherte, die französischen Ingenieur-Geodäten hätten ähnliche Werte wie Tralles und Hassler erhalten, diese aber glücklicherweise mehrfach nach unten korrigieren müssen. Das von Buchwalder beschaffte Material zeigte, dass die Franzosen sich nicht einmal auf die in den Ephemeriden publizierten Daten von Tralles bezogen hatten und ihren Messungen diverse Präzisierungen nachreichen mussten.<sup>40</sup> «Monsieur le Colonel Buchwalder m'a envoyé les données nécessaires à la comparaison du résultat français. Mais la confusion est grande. Le résultat de Tralles y est tout autre que dans la correspondance de Zach.»<sup>41</sup> Selbst den Wert des alten Resultats zu bestimmen war ein Ding der Unmöglichkeit. Für die Erzeugung einer hinreichend legitimierbaren Faktenstabilität für das neue Resultat waren deshalb Ressourcen notwendig, die über den Vergleich von Messresultaten hinausgingen und nicht zuletzt auch jene «grande prédilection à débrouiller ce chaos» von Johannes Eschmann voraussetzten, die er sich einmal selbst attestiert hat.<sup>42</sup>

## DIE VERHANDLUNG UND STABILISIERUNG DER MESSDATEN

Sollte man nochmals messen? Oder sollte man sich einfach zufrieden geben mit dem Durchschnitt zwischen der neuen und einer älteren Messung? War der archivierte oder der publizierten Messung von Tralles und Hassler oder etwa der noch zu erwartenden, genaueren triangulatorischen Bestimmung der französischen Ingenieure Glauben zu schenken? Alle diese Fragen konnten letztlich nur aufgrund von Zuweisungen wissenschaftlicher Autoritätsgefälle beantwortet werden. Um das Ziel der Stabilisierung der eigenen Messdaten erreichen zu können, d.h. um der im Verfahren erzeugten Präzision auch eine hinreichende Zuverlässigkeit zu verleihen, mussten Wege gefunden werden, den methodisch-technischen Präzisionsüberschuss des Experiments so abzubauen, dass er für seinen vermessungstechnischen Kontext anschlussfähig werden konnte. Erst danach konnten Zweifel an der Geltung des Resultats ausgeschlossen und die Verhandlungen beendet werden.

An den soziotechnischen und kulturhistorischen Rändern der experimentell erzeugten, präzedenzlosen Genauigkeit der Basisvermessung finden sich des-

halb immer wieder starke Relativierungen des geodätischen Anspruchs auf Zuverlässigkeit und Präzision - Relativierungen, welche die involvierten Geodäten jeweils umgehend mit zusätzlichen Argumenten aufzuheben suchten. So betonte Eschmann am Ende einer zweijährigen Überprüfungsrechnerei, er habe, weil er nur zu gut wisse, wie schnell man sich bereits beim Rechnen täusche, zur Sicherheit alle Rechnungen zwei- bis dreimal gemacht.<sup>43</sup>

Aus dem gleichen Grund musste denn auch nochmals die Zuverlässigkeit des Verfahrens und damit die Wahrscheinlichkeit, ein exaktes Resultat erzeugt zu haben, betont werden: «Toujours est-il qu'il y a de fortes chances pour que notre résultat soit exact, parce que toute négligence dans la position horizontale et dans l'alignement des règles auroit produit un résultat plus fort; et je suis content d'avoir terminé ma courte carrière trigonométrique par une opération aussi grande et aussi bien réussie.»<sup>44</sup>

Dufour versuchte wenigstens diese Hoffnungen abzusichern, indem er etwa Finsler das Messresultat bekanntgab. Er tat dies mit dem Hinweis darauf, dass die französischen Messungen wahrscheinlich ebenfalls ein etwas kürzeres Ergebnis als jenes von Tralles und Hassler ergeben würden.<sup>45</sup> Finsler, der Gralshüter und Archivar des Unternehmens, zögerte nicht zu behaupten, mit diesem Resultat könne man vertrauensvoll weiterfahren.<sup>46</sup>

Zwei Monate später hatte Eschmann nochmals alles in Ruhe durchgerechnet: «Les calculs définitifs insérés au registre et faits à loisir dans le cabinet ont donné pour la longueur de la mesure 40'189,50411 et la moyenne avec les mesures antérieures de Tralles est de 40'190,10.»<sup>47</sup> Die Geodäten entschieden sich nun für das, was man einen gut eidgenössischen Kompromiss nennen könnte. Sie erklärten das arithmetische Mittel zwischen den Messungen von Tralles mit ihren eigenen als definitiv angenommen. Dufour wies seine Mitarbeiter an, in Zukunft mit diesem Resultat zu arbeiten: «La longueur que nous avons définitivement adoptée pour la base d'Aarberg est de 40'190,10 pieds de Roi - 13'055,33 mètres. Vous pourrez établir là dessus vos futurs calculs.»<sup>48</sup>

Der damit verfügte Schluss jeder interpretativen Flexibilität des Datenmaterials erwies sich als wenig tragfähig. Schon im Juni 1835, mitten in der Kampagne zur Herstellung einer triangulatorischen Alpenüberquerung, meldete sich das Dépôt de la Guerre in Paris zu Wort. Diese vermessungstechnische Autorität zu ignorieren war für Dufour ein Ding der Unmöglichkeit. Seine eigene Ausbildung in Paris und Metz sowie seine Karriere als französischer Offizier banden ihn an die Autorität des Dépôt de la Guerre.<sup>49</sup>

Die Debatte um das Aarberger Messresultat musste deshalb, nur wenige Monate nach ihrem «definitiven» Schluss, wieder aufgenommen werden. Das Dépôt als geodätische Supermacht sanktionierte zunächst das Verfahren, wie es von Dufour beschrieben worden war, und entthob es damit legitimen Zwei-

feln. «Le procédé qu'ont employé vos Ingénieurs pour la mesure de la base [d'Aarberg] et qui se trouve décrit avec beaucoup de clarté dans votre notice, ne laisse aucun doute sur la précision de cette mesure.»<sup>50</sup> Die transparente Beschreibung des Verfahrens wurde vom Dépôt zur Garantin der Präzision erklärt. Man habe sogar eigene Nachforschungen angestellt, schrieb sein Direktor, General Pelet, an Dufour, «afin de reconnaitre jusqu'à quel point les deux bases d'Aarberg et d'Ensisheim, rendues parfaitement comparables, s'accordent entre elles».<sup>51</sup> Gleichzeitig enthob das Dépôt die Basis bei Ensisheim jeden legitimen Zweifels durch den Hinweis auf die «schöne Dreiecks-kette» zwischen der Basis in Ensisheim mit jener in Melun.

Wie bei der Absicherung der Herkunft der Messlatten treffen wir auch hier auf ein verwickeltes Beziehungsnetz von sich gegenseitig verstärkenden Autoritätszuschreibungen: Das Dépôt de la Guerre, gewissermassen das geodätische Hauptquartier der Welt, behauptete erstens, die Basis in Aarberg sei genau gemessen worden - denn das Verfahren entspreche den Standards und sei transparent beschrieben worden. Zweitens gebe es keine triangulatorisch bestimmbare Differenz zur französischen Basis in Ensisheim, denn diese lasse sich - drittens - durch ein «bel enchaînement de triangles» mit der französischen Basis in Melun verbinden, was unzweifelhaft die Übereinstimmung zwischen Ensisheim und Melun beweise.<sup>52</sup> Und für letztere verbürgte sich, selbstredend, wiederum das Dépôt de la Guerre in Paris.

Diese Kette von Referenzen und Autoritätszuschreibungen war genau dann von herausragender Bedeutung, wenn es wünschenswert war, die «identité réelle des points communs à la triangulations de la Suisse et de la France» zu beweisen, wenn also ein gegenseitiges Interesse bestand an einer «parfaite concordance entre les résultats géodésique obtenues par les Ingénieurs des deux pays.»<sup>53</sup> Für das Dépôt bestand dieses Interesse insofern, als sich damit der eigene Anspruch auf geodätische Homogenisierung über die Landesgrenzen ausdehnen liess, für Dufour bedeutete die «parfaite concordance» eine internationale Anerkennung und damit sofort auch eine erhöhte nationale Legitimation seines Projekts. Er zögerte deshalb keinen Moment, die französische Rückenstärkung an Eschmann weiterzuleiten. «Nous avons eu tort de prendre la moyenne entre la mesure que vous avez fait dernièrement et celles que MM. Tralles et Hassler ont prises», schrieb er seinem Feldingenieur und fügte bei: «Nous aurions du nous en tenir à votre mesure dont le [Dépôt] se plaît à reconnaître l'exactitude.»<sup>54</sup> Das Messresultat von Aarberg musste *no-lens volens* neu verhandelt und neu stabilisiert werden.

Die Messungen von Tralles und Hassler wurden also entsorgt, denn sie drohten die Basis noch länger zu machen. Interessanter war nun plötzlich die Dreiecksseite Chasseral-Röthifluch, wie sie das Dépôt zur Überprüfung der

französischen Verbindung zwischen Ensisheim und Aarberg empfohlen hatte. Zudem würde ein triangulatorisch befriedigender Anschluss an das lombardische Vermessungsnetz die Kompatibilität eidgenössischer und internationaler Vermessungen bestätigen. «La liaison avec les triangles lombards pourra aussi nous éclairer. Si la différence est dans le même sens, ce sera notre condamnation.»<sup>55</sup> Mit andern Worten: Der Weg in den Geodäten-Himmel, das Heilmittel gegen die drohende Verdammnis, wurde nun in der triangulatorischen Kompatibilisierung des schweizerischen Messresultats vermutet.

An der Alpenüberquerung und am Versuch «de terminer la jonction interminable» arbeitete Eschmann auch deshalb während des ganzen Sommers des Jahres 1835. Danach - «afin de pouvoir calculer définitivement nos côtés de jonction avec la France pour Chasseral et Röthiflue, et avec la Lombardie par Pizzo Menone et Mte Legnone»<sup>56</sup> - berechnete er die erhaltenen Messresultate und mass im Frühjahr nochmals die triangulatorische Verbindung zwischen Aarberg und der Linie Chasseral-Röthiflue.<sup>57</sup> Damit würde er, dies die Erwartung, die Debatte auf eine solide Grundlage stellen und schliessen können. Doch das Debakel zeichnete sich spätestens im März 1836 ab. «De tous les renseignements il résulteroit que notre base est encore trop grande.»<sup>58</sup> Hiess dies nun, dass das Messverfahren doch noch einmal zu untersuchen war? Eine solche Schlussfolgerung musste auf alle Fälle vermieden werden. Deziert hielt Eschmann fest: «Les opérations elles-mêmes sont faites avec tant de soin, que l'on ne peut pas négocier.»<sup>59</sup> Die bisherigen Stabilisierungsarbeiten an den Aarberger Messresultaten begannen die Black-box des Verfahrens zu schliessen. Jedes Argument, welches die Basis verkürzen konnte, war willkommen - Dufour mobilisierte seine Erinnerung an den aufmunternden Kommentar aus dem Dépôt de la Guerre,<sup>60</sup> und Buchwalder glaubte sich seinerseits erinnern zu können, dass bei der Messung einmal zwei Stangen aneinander gestossen seien und das Resultat möglicherweise deshalb zu gross ausgefallen sei.<sup>61</sup> Eine letzte Möglichkeit, das Resultat zu stabilisieren und mit den französischen Messungen zur Übereinstimmung zu bringen, war die Revision der Verarbeitung des Messprotokolls von Aarberg. Rein kalkulatorisch liess sich hier keine Korrektur mehr erwarten. Dafür hatte Eschmann schon zu lange gerechnet. «Autre chose est la table de dilatation; qui résulte de la supposition peut-être erronée que les quatre verges offrent les mêmes phénomènes quantitatives de dilatation et que les tubes de fer se refroidissent avec la même vitesse, que les thermomètres, qui au lieu de reposer dans la masse du fer, n'y communiquent que par une mince lame de cuivre. Le métal alors, étant incomparablement meilleur conducteur du calorique que le verre, se sera presque entièrement refroidi tandis que le thermomètre marchera beaucoup plus lentement.»<sup>62</sup>

Diese Überlegungen steigerten die Konsequenzen beinahe ins Absurde. Die international gültigen Ausdehnungskoeffizienten für Eisen mussten den lokalen Bedingungen des Messapparats angeglichen werden. Und dies konnte nur mit einer genauen Untersuchung der Messeinrichtung bewerkstelligt werden. Für Eschmann begann ein aufwendiges Experiment mit Temperaturschwankungen an den Messstangen (auch an der vierten, während der Messungen nicht verwendeten) und an den Messkeilen (die aufzutreiben allein schon eine kleine Odyssee notwendig machten). «Man nahm eine Wanne in Form einer auf beiden Seiten geschlossenen Rinne, welche man mit warmem Wasser füllte. Da hinein legte man den Messstab, liess ihm Zeit, die Temperatur des Wassers anzunehmen, beobachtete die Thermometer, nahm ihn dann heraus, um ihn auf den Komparator zu legen. Hier musste man so lange warten, bis der Messstab die Temperatur der umgebenden Luft angenommen hatte. Nun verglich man von neuem und teilte die Verkürzung durch die Differenz der Temperaturen des warmen Wassers und der Luft. Dann variierte man die Temperatur des Wassers und verfuhr auf gleiche Weise, um zu wissen, ob hohe Temperaturen die nämliche Ausdehnung geben, wie niedrige. Da es unmöglich war, die Längenvergleiche im Moment der Herausnahme aus dem Wasser zu machen, so nahm man die erste Vergleichung genau 30 Sekunden nachher vor; dann beobachtete man von 30 zu 30 Sekunden, erhielt so eine Serie, welche das Gesetz der Abkühlung aussprach. Dann schloss man mittelst Interpolation aufeinanderfolgender Differenzen auf den Wert im Moment der Herausnahme selbst.»<sup>63</sup>

Diese Messungen ergaben für jedes Grad Réaumur Temperaturdifferenz während der Basisvermessung eine Korrektur von 0,03674 Pariserlinien. Und dies wiederum bedeutete, dass das «definitive» Resultat vom Februar 1835 um 26,919 Linien oder 0,187 Pariser Fuss zu korrigieren war. Anschliessend reduzierte Eschmann dieses Mass statt auf 10° R auf 13° R, welches die Temperatur der Toise von Peru war, und er reduzierte die Basis von 441,5 Meter über Meer auf Meeresniveau, was eine Totalkorrektur der bei Aarberg gemessenen Distanz (40'189,504 Fuss) um 4,483 Fuss oder 0,01% bedeutete. Das Ergebnis lautete 40'185,208 Pariser Fuss oder 13'053,74 Meter.<sup>64</sup> «Il n'y a donc point d'erreur ni du côté des Français ni du mien [...] et les résultats, que j'ai l'honneur de Vous envoyer comme définitifs, le serons pour toujours je l'espère.»<sup>65</sup> Am 22. September 1834 hatten die Messungen im Grossen Moos angefangen - am 14. Juni 1836 konnte die Debatte über ihr Ergebnis geschlossen werden.

## DIE BASIS ALS GEODÄTISCHES FUNDAMENT DER NATION

Die Bemühungen um die Stabilisierung des Aarberger Messresultats haben deutlich gezeigt, dass Präzision nicht der Grund, sondern das Resultat von Konsens unter den an der Messung beteiligten Ingenieuren gewesen ist.<sup>66</sup> Die Rohdaten sind so lange verhandelt worden, bis die Differenzen zum Verschwinden gebracht werden konnten. Die zahlreichen Ketten von wechselseitigen Autoritätszuschreibungen hatten - im Instrumentenbau ebenso wie beim Vergleich zwischen verschiedenen Resultaten - genau dies zum Ziel: Einen hinreichend breiten Konsens in der Gemeinschaft herzustellen und jeden Anschein arbiträrer Entscheidung zu vermeiden. Nur so konnten die Ressourcen einer Legitimation durch Verfahren mobilisiert werden.

Bestätigt wird diese Einsicht indirekt auch durch die Beobachtung, dass «Präzision», wie sie das Aarberger Experiment erzeugen wollte und erzeugen musste, für das ganze Vermessungsprojekt kaum funktional gewesen ist. Im Gegenteil. Seine anforderungsreichen Standards kontrastierten mit all jenen Messpraktiken, die während der Triangulationsarbeiten befolgt wurden, sie kontrastierten sogar mit den diesbezüglichen Instruktionen, welche sich stets gegen jeden «Präzisionsluxus» und zugunsten von messtechnischer Effizienz und Ökonomie entschieden: «Je ne veux point de luxe dans la triangulation. Le problème est de faire le plus possible.»<sup>67</sup> Präzisionsansprüche werden immer hinsichtlich des Grenznutzens der Präzision formuliert, und dieser sinkt insbesondere wegen der faktischen Heterogenität der erhältlichen Daten. Dass die Landesvermessung erstaunliche Präzisionsgefälle im eigenen Datenmaterial erzeugte, war Dufour völlig klar, wenn er Eschmann daran erinnerte, dass er möglichst viele Daten liefern solle statt nur wenige genau vermessene Winkel: «Je tiens d'autant moins à ce que ces angles soient pris avec la dernière rigueur qu'on ne les a pas pris partout; et que des observations trop délicates prolongeraient sans nécessité votre séjour sur ces montagnes dont il me tarde de vous voir descendre avec les angles en poche. Bornez vous donc à prendre les angles zénithaux aussi exactement que vous le pourrez faire avec votre instrument.»<sup>68</sup>

Aus diesen Überlegungen folgt nicht etwa eine Kritik an unsorgfältigen Messpraktiken oder an der mangelnden Zuverlässigkeit des Projekts. Vielmehr folgt daraus die Einsicht, dass der an der Basis betriebene Aufwand in beträchtlichem Mass repräsentative Werte zu erzeugen hatte. Wenn also nun nach der Stabilisierung des Messresultats von Aarberg dieses umgehend eine Fülle von Stabilisierungseffekten von weitreichender Konsequenz zeitigte, dann ist eben dieses Repräsentationsmoment von entscheidender Bedeutung. Die Basis sollte nicht nur messtechnisch, sondern auch symbolisch zum Fundament des Projekts werden.



Die angesprochenen Stabilisierungseffekte des Messresultats von Aarberg lassen sich im wesentlichen in drei Gruppen einteilen. Sie betrafen erstens die Gemeinschaft der Vermessungsingenieure bzw. ihr Projekt, zweitens die Absicherung der Finanzierung der Landesvermessung und damit die Verbindung zum politischen System, und drittens die geodätisch gestützte kartographische Konstruktion der Nation.

Für die Vermessungsingenieure lieferte das Resultat von Aarberg zunächst eine neue Verfahrenssicherheit. Solange das Messresultat verhandelt wurde, mussten immer wieder alle bestehenden Daten an seine Veränderungen angepasst werden. Der Abschluss der Verhandlungen erzeugte hier einen neuen Grad an Gewissheit, einen Orientierungsrahmen, der so schnell nicht wegbrechen würde.<sup>69</sup> Im Briefwechsel von Eschmann und Dufour tauchen in diesem Zusammenhang immer wieder Ausdrucksweisen auf, welche auf die sicherheitspendende Funktion von bereinigten Daten hinweisen - «toute incertitude disparaîtra»<sup>70</sup> heisst es da einmal, «l'affaire se débrouille»<sup>71</sup> ein andermal. Wo Klarheit produziert werden konnte, waren die Legitimationschancen des Vermessungsprojekts am steigen. Sie aber wurden angestrebt «pour ne laisser planer sur l'ensemble des résultats aucun sujet légitime de doute ou de méfiance.»<sup>72</sup>

Dieser Homogenitätsanspruch, der an die Basisvermessung geknüpft und von dort auf das gesamte Unternehmen übertragen worden ist, hatte für die Gemeinschaft der Geodäten und Topographen schliesslich auch einen disziplinierenden Effekt. Der instrumentelle, finanzielle, verfahrenstechnische und rechnerische Aufwand der Basisvermessung diente als Referenz für den gesamten Anspruch des Unternehmens, dem sich jeder einzelne Mitarbeiter zu unterziehen hatte.<sup>73</sup> Aus dem gleichen Grund wurde der Präzisionsüberschuss der Basisvermessung nicht als Mangel oder als Absurdität wahrgenommen, sondern zusammen mit seiner symbolischen Überhöhung dafür eingesetzt, nach innen und nach aussen eine Homogenität des Vermessungsunternehmens «depuis la mesure d'une base jusqu'au dernier triangle»<sup>74</sup> zu suggerieren.

Welche Konsequenzen das stabilisierte Resultat für die Finanzierung des Projekts hatte, geht aus jenem Bericht hervor, welcher die Eidgenössische Militärbehörde der Tagsatzung 1837 vorgelegt hat. Es sei nun bewiesen, hiess es dort, «dass die in der Schweiz unternommenen trigonometrischen Vermessungen, in Hinsicht auf Genauigkeit, auch den besten derartigen Arbeiten anderer Länder in nichts nachstehen».<sup>75</sup> Die Tagsatzungsabgeordneten davon überzeugen zu können, war einer der Gründe dafür, weshalb in Aarberg der geschilderte Aufwand betrieben worden ist. Darauf wurde Buchwalder schon im September 1834 nachdrücklich hingewiesen. «Il est de la plus grande importance que [la mesure de la base d'Aarberg] se fasse pour qu'on aye

quelque chose à présenter à la Commission milit. et ensuite à la Diète. [...] Si elle ne s'achevait pas cet automne il serait à craindre qu'on ne nous accordât pas l'année prochaine les fonds qui nous sont nécessaire pour continuer la triangulation.»<sup>76</sup> Der Erfolg der Basisvermessung wurde hinsichtlich der Finanzierbarkeit zur *conditio sine qua non* der gesamten Vermessungsarbeiten. Der Take-off der bewilligten Mittel für die Landesvermessung ab 1837 bestätigt auf eindruckliche Weise die Einschätzung Dufours.<sup>77</sup>

Die erwartete Wirkung stabilisierter Messdaten auf die Tagsatzung als Schnittstelle zwischen geodätischem Unternehmen und politischem System verweist uns direkt auf die politisch fundamentale Bedeutung der Präzision für die Nation. Mit der geodätischen Vermessung wurde nicht nur «die Geographie der Schweiz auf feste Fundamente»<sup>78</sup> gegründet, sondern gleichzeitig war auch dafür gesorgt, «dass unser Volk die rechte Stellung in der Reihe der Nationen einnehme»,<sup>79</sup> und es wurde der Schweiz ermöglicht, «sich auf die Höhe der benachbarten Nationen zu stellen».<sup>80</sup> Es ist kaum überraschend, eben diese Legitimationsfigur auch noch im Schlussbericht Dufours vorzufinden. Die Basis in Aarberg war die Grundlinie, auf welche sich die gesamte «Triangulation primordiale» stützen konnte, und sie ermöglichte eine international abgesicherte Kompatibilisierung des messtechnisch stabilisierten nationalen Raums. «Im zweiten Jahre [der Arbeiten] fand die Messung der Grundlinie bei Aarberg statt», berichtete Dufour, «auf welche die ersten Dreiecke des geodätischen Nezes sich zu stützen hatten. Diese Messung geschah mit aller erforderlichen Sorgfalt; auch haben unsere Nachbarstaaten, bei Anschluss unserer Grundlinie an ihre Triangulation eine ungewöhnliche Genauigkeit des Ergebnisses derselben konstatirt. Es zeigte sich dabei ein Unterschied von bloss einigen Centimetern zwischen dem Resultat der Berechnung und dem Ergebnisse der direkten Messung der Basis [...]. Die Berechnungen sind im Bureau nach den genauesten Formeln der modernen Wissenschaft gemacht worden, welche die Kenntniss der astronomischen Coordinaten der zu prozirenden Punkte erheischen. [...] Kurz, es wurde Nichts versäumt, um die eidgenössische Karte auf die Stufe der grössten Genauigkeit zu bringen.»<sup>81</sup> Die Genauigkeit und Zuverlässigkeit von Trigonometrie, Geodäsie und Astronomie, wie sie an der Basis im Grossen Moos durchexerziert worden sind und auf die «die genauesten Formeln der modernen Wissenschaft» angewandt wurden, waren damit die Garanten für die Grundlagen, die Einheitlichkeit und die Transparenz der kartographischen Darstellung der ganzen Schweiz. Das auf einer Basis von 13'053,74 Meter ruhende geodätische Definitionsmonopol des Bundes, dessen Präzision und Zuverlässigkeit spätestens 1836 gesichert schien, kann in Anlehnung an Norton Wise gleichzeitig als *Produkt der Einigung* der beteiligten Ingenieure und als *Agent der Einheit* beschrieben werden. Einheit

meint in diesem Zusammenhang die nationale Einheit im Sinne jener liberalen Tagsatzungsdelegationen, welche das Projekt der Landesvermessung deshalb unterstützt haben, weil sie die von einer Bundesvertragsreform vergeblich erhoffte politische Transparenz wenigstens in einer kartographischen Transparenz aufgehoben sehen wollten.<sup>82</sup>

## VON DER MESSLANDSCHAFT ZUR KULTURLANDSCHAFT

Der geodätische Diskurs in den «Ergebnissen» von Johannes Eschmann hatte das Grosse Moos - gewissermassen unter Vorwegnahme des ökologischen Diskurses des ausgehenden 20. Jahrhunderts - zu einer ausgeräumten Landschaft *avant la lettre* gemacht, zu einer «von Häusern und Bäumen entblösten Ebene».<sup>83</sup> Die geodätische Praxis, welche sich diesem Akt anschloss und das Grosse Moos zur *tabula rasa* machte, stiftete jedoch in der «entblösten» Ebene umgehend neue Erinnerung. Dabei ist insbesondere der feine Übergang von der Messlandschaft zur Kulturlandschaft bemerkenswert. «Zuerst wurde in der Richtung der Basis eine Schnur gespannt und längs derselben ein Band gelegt, auf welchem bereits die Stellung der die Lager für die Messstangen tragenden Böcke vorgezeichnet war, - dann der Boden an den betreffenden Stellen abgeebnet und nöthigenfalls verpfählt oder überbrückt; dann wurden drei Paare der Böcke aufgestellt und drei Stangen aufgelegt.»<sup>84</sup>

Der Eingriff in die Landschaft war minimal, seine Konsequenzen jedoch fast unüberschaubar. Manche Spuren mögen zwar von vorübergehender Bedeutung gewesen sein, andere jedoch schrieben sich nur um so dauerhafter in die Landschaft des Berner Seelandes ein. Entscheidend in beiden Fällen war die Dokumentation und der so bewerkstelligte Eingang der Basis und ihrer Landschaft als Erinnerungsorte in die bundesstaatliche Erinnerungskultur.<sup>85</sup>

Der Weg von der Messlandschaft zur Kulturlandschaft hinterliess erstens seine Spuren im kartographischen Aufschreibesysteme selber, d.h. im Messprotokoll von Johannes Wild, im Archiv von Hans Konrad Finsler in Wittigkofen, im topographischen Büro Dufours in Genf, auf den Kupferplatten von Johann Jakob Goll und in der publizierten Kartenwelt der Landestopographie. Bereits die erste Stufe dieser Dokumentationssequenz arbeitete zugunsten einer offiziellen Erinnerungsform: «Je me mettrai maintenant à composer un mémoire sur ces opérations, que je mettrai en tête du registre», hatte Eschmann im November 1834 verkündet.<sup>86</sup>

Eine zweite geodätische Erinnerungsarbeit fand in der Publizistik ihren Niederschlag, so etwa in der «Bibliothèque universelle des sciences, belles-lettres et arts» von 1834, in der «Notice sur la carte Suisse» von 1861 sowie im

Schlussbericht des Directeur de la Carte, der im Bundesblatt von 1865 erschienen ist. Auch Johann Heinrich Grafs Festschrift von 1896 zur Geschichte der Dufourkarte kann noch zu dieser Erinnerungskultur gezählt werden.<sup>87</sup> Dufours Behauptung von 1834, die Basisvermessung werde in die Annalen der Eidgenossenschaft eingehen, lässt sich für das ganze 19. Jahrhundert bestätigen.<sup>88</sup> In der vermessenen Landschaft jedoch hinterliess die Erinnerungsarbeit noch dauerhaftere Spuren. Schon Tralles und Hassler hatten ihre Basis versichert, mit zwei Steinen, in deren Mitte eine Eisenspitze eingelassen war.<sup>89</sup> Die Vermessungsarbeiten von 1834 sollten jedoch ihre eigene Dokumentation in der Landschaft erfahren und diese verändern. «En outre, il a été placé, cette dernière fois, une troisième borne presque au milieu de la base. [...] Quatre saules plantés autour de cette borne, qui ne sort, ainsi que les deux autres, que fort peu du sol, serviront à la retrouver dans le marais.»<sup>90</sup> Kein grosser Aufwand wurde betrieben bei diesem Repräsentations- und Dokumentationsakt. Und dennoch war das Pflanzen von vier Weiden als symbolische Handlung mitten in der von «Bäumen entblössten Ebene» von einer nüchternen Deutlichkeit geprägt, vor allem dann, wenn sie mit den Intentionen des weltgewandten und sogar mit zaristischen Repräsentationsdispositiven vertrauten Johann Kaspar Horner verglichen wird. Dieser hatte die kleine Basis im Sihlfeld, welche von Dufour stets als zweitrangiges Übungsstück für seine Messequipe eingestuft worden war, mit soliden Steinen markieren wollen und wurde vom Directeur de la Carte sofort dazu gezwungen, seinen Auftrag an den Steinmetz wieder rückgängig zu machen. «Point de luxe» scheint auch hier die Devise gelautet zu haben, trotz Horners «sentiment de regret de voir se terminer une opération aussi délicate, importante et laborieuse sans aucun vertige».<sup>91</sup>

Die vier Weiden leisteten jedoch bei genauer Betrachtung mehr, als ein Versicherungsstein je hätte leisten können. Sie naturalisierten die Konventionen einer vermessenen Landschaft und sie konventionalisierten gleichzeitig deren Natürlichkeit.<sup>92</sup> Vor allem aber symbolisierten sie den Übergang des Berner Seelands von einer Messlandschaft zu einer Kulturlandschaft, die in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts auf exemplarische Weise den Zugriff wissenschaftlich-technischer Dominierungsformen erlebt hat. Ihr Weg von der «entblössten Ebene» zum «grössten Gemüsegarten der Schweiz»<sup>93</sup> war damit zwar keineswegs einfach gegeben, aber er war vermessungstechnisch, politisch und symbolisch vorgezeichnet. Sie bedeutete die Verwandlung des Berner Seelands von den weissen Flächen einer Kartenbeilage in Zachs Ephemeriden von 1798<sup>94</sup> bis hin zu einer Ebene, die «durch ihre ausgesprochene Weiträumigkeit, durch die meist streng geometrische Anordnung des Verkehrsnetzes und Entwässerungssystems, durch die ausgedehnten, einem inten-

siven Feld- und Gemüsebau dienenden Felder» reichte, in welcher «die Züge der Kulturlandschaft [...] vorherrschend sind».<sup>95</sup>

Diese Entwicklung stütze sich immer wieder auf die von der Basisvermessung getragene topographische Aufnahme des Seelandes. Auch daran konnten folgenschwere Projekte anschliessen. Mehr symbolischen Charakter hatten diesbezüglich die Truppenmanöver von 1859. Aber sogar sie profitierten vom nun geodätisch gesicherten Raum des Berner Seelandes.<sup>96</sup> Ungleich bedeutender war dagegen die Durchführung der ersten Juragewässerkorrektur.<sup>97</sup> Der Präzisionsmessung am geodätischen Fundament der Nation folgte eine präzedenzlose Eroberung und Umgestaltung der bislang nur marginal genutzten Sumpflandschaften.<sup>98</sup> Vermessene Landschaften sind gleichzeitig anforderungsreiches Ziel und folgenschwerer Ausgangspunkt der technisch-wissenschaftlichen Praxis des 19. Jahrhunderts.

#### Anmerkungen

- 1 Ich danke Lars Bauer, Monika Burri und Daniel Speich für zahlreiche Hinweise und konstruktive Kritik.
- 2 So der Schluss des dritten, mit «Resultat der Messung» überschriebenen Kapitels von Eschmann Johann: Ergebnisse der trigonometrischen Vermessungen in der Schweiz. Nach Befehl der Hohen Tagsatzung aus den Protokollen der eidgenössischen Triangulierung bearbeitet und herausgegeben von J. Eschmann, Oberlieutenant beim eidgenössischen Oberstquartiermeisterstab, Zürich 1840, S. 58.
- 3 Eschmann (wie Anm. 2), S. 55 und 58.
- 4 So auch noch Guillaume-Henri Dufour in einer 1854 publizierten Schrift, in der er vom Meter als «pris dans la nature et égal à la quarante-millionième partie du méridien terrestre» spricht. Dufour Guillaume-Henri: Considérations sur le meilleur système de poids et de mesures à adopter en Suisse, in: Bulletin de la Classe d'industrie et de commerce de la Société des arts de Genève, 1854, S. 1-16, hier S. 6. Zur Geschichte des Meters vgl. Alder Ken: A revolution to measure. The political economy of the metric system in France, in: Wise M. Norton (Hg.): The Values of Precision, Princeton N. J. 1995, S. 39-71.
- 5 Zum Verhältnis von Landschaft und Erinnerung in kulturhistorischer Sicht vgl. Schama Simon: Landscape and Memory, New York 1996.
- 6 Berchtold an Dufour, 28.3.1836, Schweizerisches Bundesarchiv (im folgenden: BAR) E 27 Nr. 22642 HAZ d/3770.
- 7 Gugerli David: Kartographische Assemblagen einer vermessenen Schweiz, in: Schweizerisches Landesmuseum (Hg.): Die Erfindung der Schweiz. Bilder, Diskurse und Visionen einer nationalen Identität 1848-1998, Zürich 1998, S. 138-145.
- 8 Berchtold an Dufour, 31.10.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 9 Eschmann (wie Anm. 2), S. 56.
- 10 Eschmann an Dufour, 30.11.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 11 Wolf Rudolf: Geschichte der Vermessungen in der Schweiz als Historische Einleitung zu den Arbeiten der schweizerischen geodätischen Commission, Zürich 1879, S. 249. Dufour zahlte die letzte Stange nicht und notiert deshalb 2'231 Stangen. Vgl. Dufour Guillaume-

- Henri: Notice sur la mesure de la base d'Arberg en Suisse, in: Bibliothèque universelle des sciences, belles-lettres et arts, Nr. 57, 1834, S. 372-385, hier S. 382.
- 12 Eschmann (wie Anm. 2), S. 57.
- 13 Dufour (wie Anm. 11), S. 380. Hervorhebungen d. Verf.
- 14 «[...] il n'y a que quelques fossés assez larges, que nous étions obliée de traverser obliquement qui retardent un peu le travail. Dans ces cas, quand le fond n'est pas bien solide, nous chassons trois pieux pour chaque cheval; et le personnel prend le bain [...].» Eschmann an Dufour, 14.10.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 15 Das vorzeitig beendete Experiment wäre damit tatsächlich nicht bis an sein Ende gekommen. Vgl. Galison Peter: *How eExperiments End*, Chicago 1987.
- 16 Eschmann an Dufour, 14.10.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769. Er bezog sich damit auch direkt auf die Befehle Dufours: «Il faut travailler jours et dimanches, car il faut absolument que vous ne vous sépariez pas que la base ne soit mesurée.» Dufour an Eschmann, 27.9.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 187.
- 17 Eschmann an Dufour, 6.11.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 18 Dufour an Eschmann, 8.11.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 192. Vgl. auch den Brief Dufours an Letter, 6.11.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 191: «Je m'empresse de répondre à votre lettre du 5. de ce mois en vous priant d'envoyer à Mons. le L. Col. Buchwalder les fonds qu'il vous demande pour continuer la mensuration de la grande base d'Arberg. Ce grand travail est près de son fin et ne doit point être interrompu. Il faut à tout prix l'achever cet automne.»
- 19 Dies war bereits bei der Vermessung der Basis im Sihlfeld bei Zürich der Fall gewesen: «Nous sommes actuellement à 6246 toises pieds et dans peu de jours nous serons à l'autre terme. Pour ce temps je crois que M. Buchwalder arrivera. Il m'a écrit qu'il auroit à finir un travail pour son cadastre après quoi il sera entièrement libre.» Eschmann an Dufour, 19.4.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769. Zu den Abwesenheiten Buchwalders, dem die Leitung der Vermessung anvertraut war: «Monsieur le Colonel Buchwalder est parti pour quelques jours, mais il viendra nous rejoindre demain ou après demain et nous aidera à vaincre les difficultés que nous présentent plusieurs fossés assez larges.» Eschmann an Dufour, 25.9.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769; «Monsieur le Colonel Buchwalder est parti pour quelques jours, pour construire les signaux nécessaires à la liaison de notre base avec les grands côté de la triangulation.» Eschmann an Dufour, 14.10.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769; «M. le colonel est parti depuis 8 jours et je ne sais quand il nous rejoindra.» Eschmann an Dufour, 6.11.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 20 Zu Letter vgl. Jaun Rudolf: *Das eidgenössische Generalstabskorps 1804-1874. Eine kollektiv-biographische Studie*, Basel und Frankfurt a. M. 1983, S. 106.
- 21 «Nous attendons journellement M. le professeur et Monsieur le Général Finsler qui a promis d'assister à une journée de nos opérations.» Eschmann an Dufour, 14.10.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769. Zu Finsler vgl. Wolf (wie Anm. 11), S. 215.
- 22 «Monsieur le professeur Trechsel est venu deux fois pour assister à nos opérations. Il nous a envoyé deux tentes et a [eu] la complaisance de nous envoyer tout ce qu'il faut pour la base. Il a inséré sur nos opérations un article dans la Gazette Universelle Suisse, dont je joins la traduction pour le cas où Monsieur le Général n'auroit pas lu ce journal.» Eschmann an Dufour, 25.9.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769. Zu Friedrich Trechsel vgl. Wolf Rudolf: *Biographien zur Kulturgeschichte der Schweiz*, Bd. II, Zürich 1858, S. 405 und Wolf (wie Anm. 11), S. 190.
- 23 Eschmann (wie Anm. 2), S. 50.
- 24 Dufour (wie Anm. 11), S. 373f.
- 25 Zu Schumacher vgl. *Allgemeine Deutsche Biographie*, Bd. 33, 1891, S. 32f.
- 26 Vgl. auch Homer Johann Kaspar: *Über Maasse und Gewichte und ihre Verbesserung*. Zürich 1813; ders.: *Méthode facile et générale pour calculer les latitudes d'un lieu par les hauteurs de l'étoile polaire, observées à toute heure*, Gènes 1822; sowie ders. und Pestalozzi

Heinrich: Kurzgefasster Entwurf eines schweizerischen Mass- und Gewichtssystems, Bericht und Anträge der in Angelegenheiten des Schweiz. Handels einberufenen Expertenkommission, Zürich 1834.

- 27 Wolf (wie Anm. 22), Bd. II, S. 394f.
- 28 Dufour (wie Anm. 11), S. 374f.
- 29 Eschmann (wie Anm. 2), S. 51. Dufour (wie Anm. 11), S. 375 gibt die auf dem Komparator ermittelten Abweichungen der einzelnen Messstangen von der Gesamtlänge der drei Toisen an (Nr. 1 -0,027 Linien, Nr. 2 -0,025 Linien, Nr. 3 -0,030 Linien und Nr. 4 +0,004 Linien, wobei eine Linie 2,3 mm entspricht).
- 30 Allein die Konstruktion dieser Signale erforderte einiges an Verhandlungsgeschick: «Les bois pour les signaux ont été concédés par le Statthalter d'Aarberg; nous ne savons pas encore si nous serons exempts d'une indemnité. M. le professeur Trechsel s'est chargé de la négociation.» Eschmann an Dufour, 14.10.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 31 Vgl. dazu Gugerli David: Politics on the topographer's table. The Helvetic triangulation of cartography, politics, and representation, in: Lenoir Timothy (Hg.): Inscribing science. Scientific Texts and the Materiality of Communication, Stanford 1998, S. 91-118, hier S. 102f.
- 32 Das Register enthielt rund 30'000 Datenpunkte (rund 60% davon Messpunkte, der Rest arithmetische Mittel oder umgerechnete Werte). Zum Register vgl. auch Graf Johann Heinrich: Die schweizerische Landesvermessung 1832-1864. Geschichte der Dufourkarte, Bern 1896, S. 52-53 und meine Interpretation in Gugerli (wie Anm. 31).
- 33 Eschmann an Dufour, 30.11.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 34 Vgl. Wolf (wie Anm. 11), S. 149. Zur Geschichte des Tralleschen Ergebnisses von 1797 vgl. auch ebd., S. 154f.
- 35 Eschmann an Dufour, 25.9.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 36 «Quand vous aurez achevé, il me suffira d'avoir les résultats comparés de la nouvelle mesure et de celle de Tralles ainsi que la longueur de cette même base résultant de la triangulation française.» Dufour an Eschmann, 27.9.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 187.
- 37 Zach Franz Xaver: Allgemeine Geographische Ephemeriden, Bd. I, Weimar 1798, S. 279. Seit Johann Kaspar Homer 1798 Adjunkt in der Sternwarte bei Gotha war, bestand für die schweizerische Geodäten-Gemeinschaft eine direkte Beziehung zu Zach. Vgl. Historisch-Biographisches Lexikon der Schweiz, Bd. IV, S. 291.
- 38 Eschmann an Dufour, 30.11.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 39 Ebd.
- 40 «M. le professeur Trechsel m'a dit cependant, que d'abord les Français avoient donné un résultat à peu près pareil à celui de M. Tralles: mais que plus d'une fois ils l'ont modifié, mais toujours dans le sens à donner à la base une valeur moindre. M. le Colonel Buchwalder a le côté Chasseral-Röthiflue donné par les Français; mais les angles de jonction ne sont pas encore mesurés tous avec une exactitude suffisante; d'ailleurs je ne suis pas en possession de ces données.» Eschmann an Dufour, 30.11.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 41 Eschmann an Dufour, 17.1.1835, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 42 Eschmann an Dufour, 31.10.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3770.
- 43 «Sachant très bien, combien il est facile de se tromper je refasse chaque calcul deux ou trois fois.» Eschmann an Dufour, 14.6.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3770. Zum Problem der Entwicklung erhöhter Überprüfbarkeit von Rechenoperationen im 19. Jahrhundert vgl. Warwick Andrew: The laboratory of theory or what's exact about the exact sciences?, in: Wise (wie Anm. 4), S. 311-351.
- 44 Eschmann an Dufour, 31.10.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3770.
- 45 «Le résultat de la mesure française passe pour être aussi un peu inférieur à la mesure de Tralles.» Dufour an Finsler, 8.12.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 199.
- 46 Finsler an Dufour, 15.12.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769: «[...] je vous remercie beaucoup de m'avoir donné [...] connaissance préliminaire du résultat de l'opération relative à l'ancienne base de M. Tralles. [...] le résultat permet de procéder avec confiance.»

- 47 Eschmann an Dufour, 30.11.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769. Diese Fussnote in Eschmanns Brief vom 30.11.1834 scheint im Februar 1835 nachgetragen worden zu sein.
- 48 Dufour an Dessausure, 28.2.1835, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 228. Vgl. auch bereits die Publikation dieser Länge in Dufour (wie Anm. 11), S. 385, bzw. immer noch Dufour an Finsler, 1.11.1835, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3783, Nr. 305: «J'ai remarqué d'après une note que vous m'avez antérieurement donné que les calculs ont été faits d'après l'ancienne base non réduite, or, nous sommes convenus de prendre la moyenne de l'ancienne et de la nouvelle mesure pour base définitive de nos calculs. Il y aura donc ici une petite correction à faire.»
- 49 d'Hollander Raymond: Influence de la cartographie française sur Dufour, in: Durand Roger und Aquillon Daniel (Hg.): Guillaume-Henri Dufour dans son temps, 1787-1875. Actes du colloque Dufour, Genève 1991, S. 135-152.
- 50 Depot de la Guerre an Dufour, 4.6.1835, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 51 Ebd. Zum triangulatorischen Vergleich zwischen den Basen bei Aarberg und Ensheim vgl. Graf (wie Anm. 32), S. 60f.
- 52 «[...] le bel enchainement de triangles qui lie la base d'Ensheim à celle de Melun, prouve incontestablement l'accord de ces deux bases.» Dépôt de la Guerre an Dufour, 4.6.1835, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 53 Dépôt de la Guerre an Dufour, 4.6.1835, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 54 Dufour an Eschmann, 13.6.1835, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 264.
- 55 Dufour an Eschmann, 13.6.1835, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 264.
- 56 Dufour an Eschmann, 14.9.1835, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 290.
- 57 Zur Messkampagne Eschmanns in den Alpen vgl. Graf (wie Anm. 32), S. 89-91.
- 58 Eschmann an Dufour, 20.3.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3770.
- 59 Eschmann an Dufour, 20.3.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3770.
- 60 «Les communications que j'ai reçues du dépôt de la guerre, me font croire qu'il faut nous en tenir à la dernière mesure de notre base et ne pas prendre de moyenne avec la mesure de Tralles, parceque cette moyenne augmente encore nos différences». Dufour an Eschmann, 15.3.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3783, Nr. 327.
- 61 «Parceque je crois toujours notre base un peu trop longue. Monsieur Buchwalder croit aussi se rappeler que deux de ces verges se sont choquées l'une contre l'autre. Il pourrait résulter de cet accident un léger raccourcissement dont il est bon de tenir compte.» Dufour an Eschmann, 5.4.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3783, Nr. 343.
- 62 Eschmann an Dufour, 20.3.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3770.
- 63 Eschmann Johannes: Rapport sur les bases d'Aarberg et celle de Zurich corrigées par de nouvelles expériences, zitiert nach Graf (wie Anm. 32), S. 58.
- 64 Zur Berechnungsweise vgl. Graf (wie Anm. 32), S. 58f.
- 65 Eschmann an Dufour, 14.6.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3770.
- 66 Dazu auch Schaffer Simon: Accurate measurement is an English science, in: Wise (wie Anm. 4), S. 135-172, hier S. 135.
- 67 Dufour an Berchtold, 12.3.1835, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 234.
- 68 Dufour an Eschmann, 24.6.1835, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 270.
- 69 «La distance Tour de Gourze-Molesson qui vous a été communiquée diffère de celle de M. Dessausure parce qu'elle a été corrigée 1. par nos nouvelles mesures de la base d'Aarberg, 2. par la réduction de la dite base au niveau de la mer. C'est donc à celle qui vous a été donnée qu'il faut vous en tenir. Cependant comme M. Eschmann a apporté une nouvelle correction très faible il est vrai, aux effect de la température sur les verges, je crains que celle-ci ne soit pas entrée dans le côté qui vous a été communiqué.» Dufour an Berchtold, 23.11.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3783, Nr. 419.
- 70 Eschmann an Dufour, 6.5.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3770.
- yi «On voit cependant que l'affaire ce débrouille, et promet une solution satisfaisante et définitive.» Eschmann an Dufour, 19.12.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3770.



- 72 Dufour Guillaume-Henri: Notice sur la carte de la Suisse dressée par l'état-major fédéral, Genève 1861, S. 5.
- 73 Zum disziplinierenden Effekt von Experimentalsystemen vgl. Schaffer Simon: Astronomers Mark Time: Discipline and the Personal Equation, in: *Science in Context*, Vol. 2, 1988, S. 115-145.
- 74 Dufour (wie Anm. 72), S. 5.
- 75 Bericht der eidgenössischen Militäraufsichtsbehörde an die Hohe Tagsatzung über die im Jahr 1836 vorgenommenen trigonometrischen Arbeiten, 25.3.1837, BAR E 27 22642 HAZ d/3780.
- 76 Dufour an Buchwalder, 12.9.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 183. Im selben Sinn auch Dufour an Eschmann, 27.9.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 187: «[...] sans cela nous n'aurions rien à présenter à la Diète et elle pourrait bien nous refuser des allocations ultérieures.» Dufour an Buchwalder, 16.11.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 194: «De ce que nous pourrons montrer cette année dépendra ce qu'on nous accordera l'année prochaine.»
- 77 Dazu Gugerli David: Kartographie und Bundesstaat. Zur Lesbarkeit der Nation im 19. Jahrhundert, in: Ernst Andreas et al. (Hg.): *Revolution und Innovation. Die konfliktreiche Entstehung des schweizerischen Bundesstaates von 1848*, Zürich 1998, S. 199-215.
- 78 Berchtold an Dufour, 28.3.1836, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3770.
- 79 «Sorget, dass unser Volk die rechte Stellung in der Reihe der Nationen einnehme, ehe der Sturm über Europa losbricht!», in: *Neue Zürcher Zeitung*, 11. Januar 1832, S. 10.
- 80 Dufour Guillaume-Henri: Schlussbericht des Herrn General Dufour über die topographische Karte der Schweiz vom 31. Dezember 1864, in: *Bundesblatt der schweizerischen Eidgenossenschaft* Nr. 17, 1865, S. 203-214, hier S. 203.
- 81 Dufour (wie Anm. 80), S. 204-209.
- 82 Vgl. die Diskussion von Wise über Präzision. Wise M. Norton: Precision. Agent of unity and product of agreement, in: *Wise (wie Anm. 4)*, S. 92-100, 222-236, 352-361; vgl. auch Gugerli (wie Anm. 7).
- 83 Eschmann (wie Anm. 2), S. 55.
- 84 Wolf (wie Anm. 11), S. 248. Diese Beschreibung bezieht sich auf die Basis im Sihlfeld, welche ein halbes Jahr früher zum Erlernen des Messverfahrens durchgeführt worden war.
- 85 Nora Pierre: *Zwischen Geschichte und Gedächtnis*, Frankfurt a. M. 1998; ders. (Hg.): *Les lieux de mémoire*, Paris 1984-1992.
- 86 Eschmann an Dufour, 30.11.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 87 Dufour (wie Anm. 11); ders. (wie Anm. 72); ders. (wie Anm. 80); Graf (wie Anm. 32).
- 88 Dufour an Eschmann, 24.1.1835, BARE 27 Nr. 22642 HAZ d/3782, Nr. 210: «Je m'empresse de vous témoigner toute ma satisfaction de ce grand et beau travail qui vous fait infiniment d'honneur et qui marquera dans les annales de la Confédération.»
- 89 «Les deux termes de cette base [...] sont marqués par des bornes solidement maçonnées, repérées à des témoins qui en feraient retrouver la position exacte, si elles étaient déplacées, et marquées à leur sommet d'un point métallique qui donne l'extrémité précise de la ligne.» Dufour (wie Anm. 11), S. 385.
- 90 Ebd.
- 91 Horner an Dufour, 6.4.1834, BAR E 27 Nr. 22642 HAZ d/3769.
- 92 Vgl. Mitchell W. J. T.: *Imperial Landscape*, in: ders. (Hg.): *Landscape and Power*, Chicago 1994, S. 5-34, hier S. 5.
- 93 Schnitter Nikiaus: *Die Geschichte des Wasserbaus in der Schweiz*, Oberbözingen 1992, S. 119.
- 94 Tralles Johann Georg: *Umriss der Gegend der Standlinie bey den drey Seen im Canton Bern. Zur Landes-Vermessung der Schweiz*, o.O. 1798.
- 95 Hunziker Theo: *Landchaftsgestaltungs-Gutachten zur II. Juragewässerkorrektion*, Bern 1960, S. 6f.
- 96 von Mandrot A.: *Manoeuvre-Karte für das Jahr 1859*, Grosses Moos-Bielersee, 1:50'000, o. O., o.J.

- 97 La Nicca Richard: Erwiderung d. R. L. N. auf die von d. Herrn Dufour [...] über seinen Plan der Jura-Gewässer-Korrektion gemachten Bemerkungen, o. O. 1843; Sterchele G.: Flussbau bei der ersten und zweiten Juragewässerkorrektion, Bern 1975; Vischer Daniel: Die Korrekturen von Kander, Linth und Juragewässern, in: Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V. (Hg.): Historische Wasserwirtschaft im Alpenraum und an der Donau, Stuttgart 1994, S. 69-98.
- 98 Die Verschiebung von insgesamt 6,8 Millionen Kubikmetern Erdreich beim Bau des Hagneck-Kanals, des Nidau-Büren-Kanals, des Broye-Kanals und des Zihl-Kanals produzierte 350 km<sup>2</sup> «Kulturland», vgl. Schnitter (wie Anm. 92), S. 119. Diese Geschichte nicht als reinen Erfolg zu feiern haben uns erst die Ökologen des ausgehenden 20. Jahrhunderts gelehrt, vgl. Scholz Roland W. (Hg.): Perspektive Grosses Moos. Wege zu einer nachhaltigen Landwirtschaft, Zürich 1995.