Zeitschrift: Mitteilungen der Geographisch-Ethnographischen Gesellschaft Zürich
Band: 34 (1933-1934)

Artikel: Die Gestaltung der Landschaft im Bereiche der grossen Massenanhäufungen in der Gemeinde Campo (Valle Maggia)
Autor: Lehmann, Otto
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-25644

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: 25.07.2025

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

Die Gestaltung der Landschaft im Bereiche der großen Massenanhäufungen in der Gemeinde Campo (Valle Maggia)

Von OTTO LEHMANN, E.T.H.

Vorbemerkung.

Alle Hervorhebungen im Druck sind, auch bei Zitaten, von mir veranlaßt, wo nichts anderes gesagt ist. Die erste Zahl in jedem Klammerausdruck bezieht sich auf die Nummer des Verzeichnisses der Schriften am Schluß. Damit die Gesteine nicht bloß äußerlich und landschaftlich beschrieben seien, was hier für die Argumentation genügt, aber etwa petrographisch interessierte Leser unbefriedigt gelassen hätte, wurden die Gattungsnamen von 100 mitgebrachten Probestücken im Petrographisch-mineralogischen Institut der E. T. H. meist makroskopisch bestimmt. Damit sind diese Bezeichnungen jedem Laienirrtum entrückt, wie er in einem Gebiet verschiedenartigster Gesteinsmetamorphose leicht möglich ist.

Mit „Abb." sind die Textfiguren, mit „Bild" die auf den Tafeln reproduzierten Aufnahmen gemeint.

I. Einführung in die Landschaft und ihre Grundlagen.

Vgl. Bl. 499: Cerentino, des Top. A. 1 : 50 000 u. Abb. 1, 2 u. 3.

Das Tal der Maggia führt vom obern Teil des Lago Maggiore, und zwar von Locarno aus, nach Nordwesten. 33 km oberhalb ihrer Mündung in den See empfängt die Maggia von rechts die Rovana. Deren Tal heißt V. di Campo nach der hintersten schweizerischen Gemeinde. Sie war einst auch die reichste im Tale und enthält u. a. die Dörfer *Campo* und *Cimalmotto;* dieses ist der hinterste und höchste ständig besiedelte Wohnplatz des Tales. Die genannten Dörfer liegen landschaftlich anziehend (vgl. Bild 1) auf den beiden größten seiner Terrassen. Nach dem Top. Atlas steht die Kirche von Campo 1323 m hoch, jene von Cimalmotto 1409 m.[1]) Die Rovana fließt am Fuße der Terrassen steil von 1290 m abwärts bis etwa 1030 m. Das ganze Gebiet liegt in einem Gneis- und Schiefergebirge mit einem nach ESE bis SE fallenden Gefüge und Neigungswinkeln von 18—40°, meist

[1]) Nach dem Plan 1 : 10 000, photogrammetrisch aufgenommen von der Eidg. Landestopographie 1930/31, sind diese Zahlen durch 1314 und 1406 m zu ersetzen.

zwischen 21° und 27°. Die beiden benachbarten, aber in der Höhe sprunghaft um 80 m voneinander verschiedenen Terrassen bestehen aus Lockermassen.

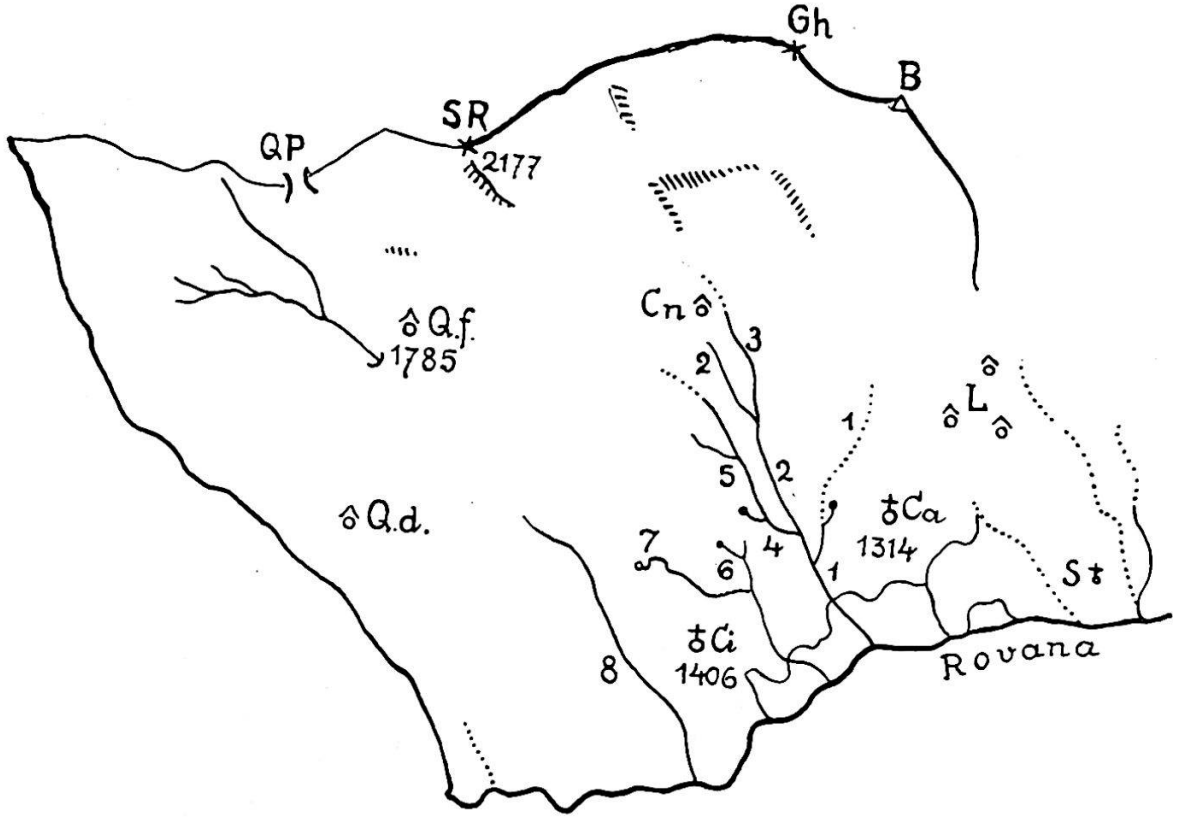

Abb. 1. Namenkärtchen von Campo und Umgebung.

B: Bombogno 2335 m (T. A.); Ca: Campo; Ci: Cimalmotto; Cn: Alpe Corte nuovo 1546 m (T. A.); Gh: Großhorn 2173 m (T. A.); L: Alpe Lareggio 1577 m (T. A.), obere Hütten (1568 m neu); Qd: Alpe Quadrella di dentro 1762 m (T. A.); Qf: Alpe Quadrella di fuori 1796 m (T. A.) (1785 m neu); Q P: Quadrellapaß 2142 m (T. A.); S: Alla Secada; SR: Sasso Rosso 2182 m (T. A.) (2177 m neu).

Die Bäche: 1. Riale di San Giovanni, oberhalb der Dorfquelle periodisch; mündet mit Stufe in den untersten Gilardagraben. 2. Gilarda. 3. Riale di Corte nuovo. 4. Ganella. 5. R. di Corte Pontoni. 6. R. del Molino Jecchi (periodisch). 7. Riale di San Luigi, s. 6 künstlich auf die Campoterrasse abgeleitet. 8. Riale della Secada (Waldrevier) = Valaa (T. A.).

Ergebnis der Untersuchung ist: 1. daß hier aus der Gegend, wo die Kammregion hinter *Cimalmotto* eine auffällige Lücke aufweist (vgl. Bild 2), ein Bergsturz mit solcher Gewalt herabgegangen ist, und zwar in der Form einer Rutschung, daß er im Tale flußabwärts umgelenkt wurde. Dieser Bergsturz bildet den tiefsten Sockel *beider* Terrassen zusammen. Seine mittlere Mächtigkeit unter den Terrassen ist auf über 100 m zu veranschlagen.

2. Auf das untere Ende dieses Bergsturzes schob sich von NNW her aus geringer Entfernung eine Felsmasse so langsam, daß sie den Anschein eines zerrütteten, aber noch anstehenden Gesteins machen kann und

auch gemacht hat. Diese Masse, bzw. deren großer Rest, bildet den Kern des rückenförmigen Teiles der Terrasse von Campo (vgl. Bild 3 und Abb. 2). Die Narbe, welche diese Felsmasse im Gebirgsfuß hinter Campo hinterlassen hat, wurde von einem nachgerückten Blockstrom nicht ganz ausgefüllt.

3. Aber nicht nur der nordöstliche Teil der alten Bergsturzmasse im Tale erhielt einen Höhenzuwachs von mindestens 60—70 m, sondern auf etwas andere Art auch der südwestliche Teil. Hier rückte als letzter großer Beitrag zum Terrassenaufbau ein gewaltiger Trümmerstrom von abermals über 100 m Mächtigkeit auf den höhern Teil des ursprünglichen Bergsturzes. Die Bewegung war nicht so heftig wie das erstemal; es unterblieb das Auseinander- und Talabwärtsfahren im Rovanatal. Vielmehr war nun der Grund für die Sonderform der hohen Terrasse von Cimalmotto vollendet, die mit einem allerdings später etwas beweglich gewordenen Ostabfall jene von *Campo* überragt.

Diese besteht aus einem *Rücken* im NE mit der Kirche und einer *Mulde* im SW, gelegen zwischen dem Kirchrücken und dem Abfall der hohen Nachbarterrasse (Abb. 3). Die Achsen von Rücken und Muldenform sind natürlich steil zur Richtung der Rovana gestreckt und in ihrem heutigen Verlauf Ergebnisse der Erosion und Abtragung. Denn nach den großen Massenbewegungen haben Gletscher die ursprünglich gewiß nicht ebenen Trümmeroberflächen geglättet und beim Abschmelzen eine Hülle von lokalem Moränenschutt darauf liegen gelassen. Sie ist nicht lückenlos, aber mächtiger auf der tiefern Terrasse. Hingegen gingen vom Hintergrunde der höhern neue Trümmerströme los, blieben aber oberhalb des Flachbodens stehen. Der westliche Teil der Terrasse von Cimalmotto hat durch solche Nachschübe auch in der Nähe der Rovana die Gestalt einer vermutlich vorhanden gewesenen einfachen Terrasse verloren zugunsten einer reichern Gliederung.

Die Rovana hat die gegenwärtige Terrassenform durch die Auswaschung eines tiefen Tales geschaffen, das erst im 19. Jahrhundert sich rasch und nicht ohne menschliche Mißgriffe in eine wilde Schlucht verwandelt hat, deren linkes Gehänge unter Campo eine abschreckende « frana » darstellt. Der tiefste Teil der Mulde von Campo ist ganz am Rande der Schlucht mit feinen flachgeschichteten Sedimenten bedeckt, die heute leicht gegen das Innere der Terrasse einfallen. Ihre größte Mächtigkeit bleibt kaum hinter 10 m zurück. Es handelt sich aller Wahrscheinlichkeit nach um die Ablagerung eines Stausees. Der Boden des Muldenteiles der Campoterrasse ist 3—25 m tief von den Bächen zersägt, deren Gewässer hier natürlich gesammelt werden. In einer ältern Zeit haben diese Bäche nach der Seite

gearbeitet und es sind drei Einebnungen im Längsprofil der sargdeckelförmigen Rücken zwischen den Wasserläufen erkennbar. Die Sammelader der meisten dieser Gewässer hat zwar am Schluchtrande bis 25 m tief in den Muldenboden eingeschnitten, besitzt aber noch eine fast 90 m hohe fluviatile Stufenmündung hinab zur Rovana.

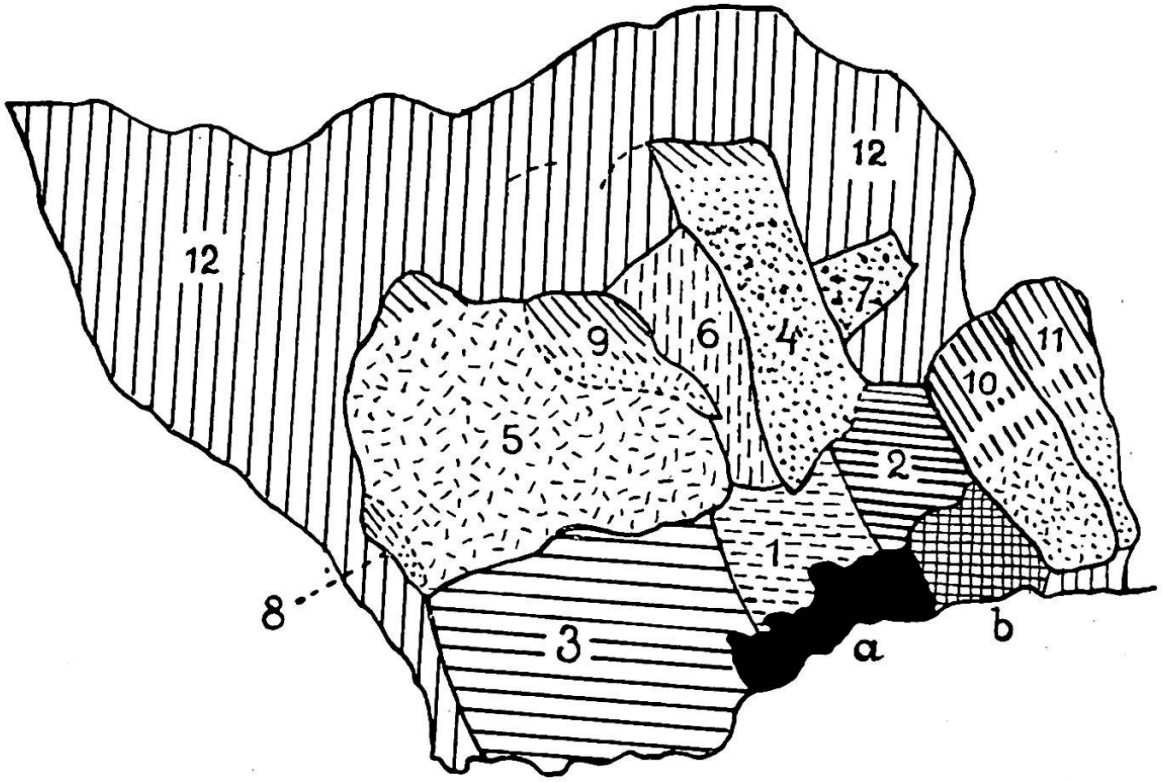

Abb. 2. Morphologische Skizze der Umgebung von Campo l. d. Rovana.

1. Mulde, 2. Rücken der Terrasse von Campo: a) große Plaike = frana, b) Absitzung seit den fünfziger Jahren, bes. vor 1858. 3. Terrasse von Cimalmotto einschließlich Waldabhang. 4. Trümmerstrom mit Auf- und Anlagerung von Moränen. 5. Nachrutschungen und große Rücklässe. 6. Wiesengehänge in kompakten Felsen, vor kurzem in Bewegung gesetzt. 7. Blocksturzmassen (Halde und Wälle) vom Bombognoabfall. 8. Kleine Blockzunge aus abgerutschtem, noch wenig zerrüttetem Fels. 9. Große massige Felsablösung mit randlichem Zerfall in Blöcke. 10. und 11. Ablösung noch zusammenhängender Felsbänke mit Übergang in Blockströme. 12. Anstehendes und als anstehend Geltendes mit örtlichem Schutt oberhalb 5 mit kleinern Rücklässen. Eine gewisse Verwandtschaft besteht zwischen dem obersten Teil von 4 und 5 mit 8, 9, 10 und 11. Die letzten beiden sind die besten Ausprägungen von Heims „Campotypus" der Felsbewegungen.

In dieser kurzen einleitenden Darstellung bedarf die Unterscheidung von *drei* der ältesten Gesteins- und Trümmerbewegungen der nähern Nachweisung.

Daß die Dörfer Cimalmotto und Campo auf Bergsturzschutt ruhen, wurde schon früh erkannt. Das Gebiet von Campo wurde von *H. Gerlach*

Abb. 3. Ausschnitt aus dem photogrammetrischen Plan 1 : 10 000 des bewegten Gebietes bei Campo und Cimalmotto, aufgenommen 1930/31 von der Eidg. Landestopographie und mit deren Erlaubnis veröffentlicht. Nachgezeichnet ohne Wälder. Die Terrasse von Campo und die SE-Ecke jener von Cimalmotto. Punktiert: die Plaike, flußabwärts davon der größte Teil der Absitzung vor d. J. 1858. Kleine Kreise: starke Quellen (über dem Maße).

(4, S. 116 ff.) als die *vorgeschichtliche* Ablagerung von « Abrutschungen » aufgefaßt und auf der Geol. Karte der Schweiz 1 : 100 000 (Bl. XVIII), bearbeitet im J. 1865, hat er die ganze Terrassenfläche beider Dörfer mit der Bezeichnung für Bergstürze versehen. Ferner meldete *H. R. Zeller* (6, S. 16 und 18) im J. 1893, daß es nichts anderes als ein gewaltiger Bergsturz sei, auf dessen *zur Ruhe gekommenen Ueberresten* die Dörfer Campo und Cimalmotto liegen. Ferner betonte Zeller, daß auch das Hintergehänge hoch hinauf aus Lockermassen bestehe. Die Geol. Karte des Simplongebietes von *C. Schmidt* und *H. Preiswerk,* aufgenommen 1892 bis 1905, war die erste, welche nicht nur die Terrassen, sondern auch große Teile des Hintergehänges als Bergsturz ausscheidet, im ganzen eine Fläche von fast 6 qkm, wobei sie im Hintergrunde von Campo m. E. sogar etwas zu weit ging. *Alb. Heim* (7, S. 15) hat diese frühen Einsichten zum Teil bekämpft und dabei Bl. XVIII der Geol. Dufourkarte genannt. Die Terrasse von Campo ist nicht nur talaufwärts von den mächtigern Lockermassen unter Cimalmotto begrenzt, auch talabwärts folgt kein festes Gebirge. Am Hange des Berges Bombogno haben sich schon in 1600 m Höhe, hinter den obersten Hütten der Alpe Lareggio und östlich davon mindestens 25—30 m dicke Gesteinsmassen abgetrennt. Während sie oben wie anstehend aussehen, sind sie bei 1300 m bereits in ein grobes Blockwerk aufgelöst, von dem die Terrasse von Campo im NE nur durch eine steile, nahe der Mündung 200 m Tiefe erreichende Waldschlucht getrennt ist.

Ueberhaupt wird auf der linken Seite des ganzen Tales, noch 4 km weit bis zur Vereinigung des Boscobaches mit der Rovana, das tiefere Gehänge 100—300 m über ihr durch Terrassen und Ueberzüge von eckigem Schutt gebildet, der häufig Moräne trägt.

II. Die Begründung der vorgetragenen Auffassung der Terrassen.

Die vorgenommene Unterteilung der im großen und ganzen schon lange als Trümmerwerk erkannten Massenablagerungen ergibt sich aus folgenden Beobachtungen: Wenn es geregnet hat und aller Staub vom Steilabsturz von Campo abgewaschen ist, den der Talwind aufwirbeln läßt und verbreitet, dann ist in dem riesigen Anriß unter Campo ein lebhafter Farbenwechsel zu sehen, von dem Bild 3 eine schwache Vorstellung gibt. Der Rücken der Terrasse von Campo enthält eine graue bis dunkelgraue Masse von feinkörnigen Zweiglimmergneisen und Schiefern. Der Verband der Gesteine ist noch deutlich, wenn sie auch nicht die ursprüngliche Neigung im Gefüge haben. Selbst eingeschaltete Glimmerschiefer bilden noch große

feste Blöcke, was an einer Stelle beobachtet werden konnte. Diese Gesteine sind dieselben, wie sie in weiter Verbreitung auch noch am Bombogno vorkommen. Die ganze Masse von dunklern Felsen in der Terrasse liegt aber nun auf vorwiegend weit hellern Ablagerungen, die im Gegensatz dazu größtenteils zu grobem Grus zerrieben sind, stellenweise zu mehlartiger Feinheit des Splittersandes. Auch Blöcke, groß und klein, gibt es darin immer noch in großer Zahl. Das ganze eignete sich aber doch zur Bettung, welche einer langsam daraufrutschenden Masse die Beibehaltung des Gesteinsverbandes erlaubte.

In der viel mehr zerriebenen Basis sind ebenfalls dunkle, aber dünne Streifen erkennbar, in denen die feine Zerreibung und die Einbettung höchstens kindskopfgroßer eckiger Blöcke überwiegt. Alles Tiefere verhüllen die Schutthalden; doch aus dem Bericht von Prof. *Culmann* vom J. 1864 erfährt man, daß er im J. 1858, als diese Schutthalden noch gar nicht da waren, in einer Tiefe, die von der heutigen höchstens um einige Meter abwich (vgl. Nr. 15), an der Rovana nur Schutt fand, der « mit Lehm zusammengebacken » war. Die obern zerrütteten Felsen liegen also auf einer mächtigen, von weither gelangten Trümmermasse, die *vor*wiegend aus hellern, zum Teil sogar sehr hellen Gesteinen besteht. An der Grenze beider Ablagerungen kommen auch im Liegenden große feste Blöcke von weißlicher Farbe vor, meist jedoch mit blasserm oder kräftigerm hellrotem Einschlag. Es sind, wie trotz dem landschaftlich sehr eigenartig auffallenden Aussehen der mikroskopische Befund ergab, ebenfalls Zweiglimmergneise, und sie zeigen dem bloßen Auge oft unzusammenhängende dunkle Biotitflämmchen in der hellen Masse.[2]) Die Blöcke haben eine sonst den Gneisen der Gegend fremde, kurzprismatische bis würfelförmige Gestalt, die fast wie behauen aussieht.[3]) Nun sehen Gesteine in dem Gebiete nur selten rötlich oder rot aus und ein einziges Mal in weithin sichtbarer mächtiger Entwicklung. Daher dient diese Farbe als Merkmal und hat dem ganzen Gipfel östlich der Kammlücke (2182 m, Top. Atlas) den Namen *Sasso Rosso* verschafft. Kleine Ueberhänge in seiner nach WSW gerichteten Wand, die durch das Geräusch der Trümmerstürze die Aufmerksamkeit von weitem erregen, zeigen ferner die würfelig-prismatische Absonderung. Zu diesen

[2]) Die Dünnschliffe von fünf verschiedenen, äußerlich recht ungleichen Gesteinen ergaben einen fast eintönig übereinstimmenden Befund. Leitmerkmale bietet in dieser Gegend manchmal nur der makroskopische, ja der bis auf über 100 m Entfernung auffallende geographische Eindruck der Gesteine.

[3]) Der Dünnschliff erinnerte zuweilen an Granulit. Die frische rote, nicht « rostige » Farbe ist nach Prof. *Jakobs* Feststellung einer mikroskopisch feinen Verteilung von Rutil (Titaneisen aus Ilmenit) zuzuschreiben.

landschaftlich wirksamen Zügen des Gesteins gesellt sich beweiskräftig der morphologische Befund: Der Sasso Rosso erinnert auffällig an den Flimserstein mit seiner Wand, wobei es nebensächlich ist, daß *dieser* nicht an der Wasserscheide steht.

Gesteine, die in der westlichen einstigen Fortsetzung des Sasso Rosso ausgebrochen sind, die Kammlücke hinterlassend, müssen bei dem allgemeinen SE-Fallen des Gefüges am linken Flügel des Bergsturzes mit zuoberst liegen, und wenn er im Tale nach links umbog, mit zuvorderst in der abgelenkten Stirne stecken, genau dort, wo Trümmer von « sasso rosso » heute in der « frana » liegen. Nun braucht man nur den großen Anriß der Terrasse zu begehen, soweit dies durchführbar ist, und zu sehen, was für Gesteine sonst unter den rötlichen und weißen Gneisprismen im Fallschutt vorkommen. Zunächst ist zu sagen, daß die Gesteine, welche im Bergsturz als Bettung unter dem grauen zerrütteten Zweiglimmergneis des Terrassenrückens liegen, großenteils ebenfalls Zweiglimmergneise sind, aber meist *viel* hellere und trotz der Zertrümmerung viel festere und frischere Gesteinsstücke. Das scheinbar anstehende Hangende gehört der von Grütter als Bombognoserie zusammengefaßten Gneis- und Schiefermasse an und schon er hat das « unfrische » Aussehen dieser Gesteine auch im Anstehenden hervorgehoben.

Die Gesteine der hellen festen Beschaffenheit treten im Kamm nach WNW aufgerichtet erst östlich vom Sasso-Rosso-Gipfel hervor und ihre Fortsetzung muß einst einen großen Teil der Kammlücke erfüllt haben. Nach W zu werden die durch Injektion zwischen die feinen Lamellen gebildeten, in deutliche Lagen geschiedenen Zweiglimmergneise häufig. In jenen *hellen* Massen über glimmerschieferigem Bergsturzschutt folgen einander bei der Wanderung längs der Rovana aufwärts als Beimengungen auffällige Typen, wie blaugraue Gneise mit millimeterdicken Quarzlagen, Augengneise und grüne Amphibolitgesteine[4]), schließlich noch schwarz und weiß gestreifte Gneise mit Hochglanz der Glimmer. Die Reihenfolge ist ungefähr dieselbe, in der man sie bei einer Wanderung vom Sasso Rosso nach SW in den Rücklässen von Massenbewegungen und in den ruinenhaften noch anstehenden Felskanzeln hervorkommen sieht. Die Amphibolitgesteine treten im Schutt der « frana » erst aufwärts von der Stufenmündung des Terrassen-

[4]) Dabei handelt es sich nicht um die Hornblendeschieferlage in und an der Gratruine, welche vom Sasso Rosso nach W ausstrahlt, wo C. Schmidt und Grütter diese Gesteine übereinstimmend kartiert haben, sondern um Amphibolitgesteine, die bei der Alpe Quadrella scheinbar noch anstehen. Zu ihnen gehört der gebänderte Biotitamphibolitgneis, auf dem bei den Hütten das Trigonometerzeichen steht.

baches fast plötzlich auf. Es sind meist kaum faustgroße Stücke. Bedenkt man, daß viele Gesteine von den bis 100 m hohen Halden verhüllt werden und daß einiger Moränenschutt sich unter den Haldenschutt mengt, so ist die Feststellung einer wenn auch lückenhaften übereinstimmenden Reihenfolge in dem scheinbaren Durcheinander gewiß nicht Zufall. Und wenn später jemand öfter als zweimal den Abriß der Länge nach begehen sollte und ihn auch in mehr als zwei Profilen auf- und abwärts queren wird, kann er zu keinem andern Ergebnis bezüglich der Herkunft der Massen gelangen.

Als dritter selbständiger Teil der ältern Anhäufungen wurde der ganze Oberteil der Terrasse von Cimalmotto bezeichnet. Er ist durch den Reichtum an großen eckigen Blöcken in viel kleinem Grus in dem einzigen großen Aufschluß an der SE-Ecke ausgezeichnet. Alles Aeltere verbergen hier die Halden dieses Aufschlusses, meist aber dichter Wald. Der erkennbare Inhalt im Ostteil der hohen Terrasse von Cimalmotto selbst ist weniger mannigfach als im westlichen Teil der Terrasse von Campo. Der seitliche Rand der höhern Rutschmasse ist als Abfall des Bodens von Cimalmotto zur niedrigern Terrasse ausgeprägt. Der Abfall ist ohne ein Gegenüber, wie es eine Erosionsböschung durch Wasser- oder Eisarbeit irgendwo haben muß. Man kann ihn nur als die Flanke einer entsprechend langsam vorgerückten Trümmermasse ansehen. Die Gesteine der Terrasse von Cimalmotto sind im Osten zum Teil die weitverbreiteten, festen Zweiglimmergneise ohne landschaftlich auffällige Merkmale. Aber rasch gewinnen gegen SW auffällige Gesteine die Oberhand. Schon zwischen dem Dorfe und dem Hauptbach dieser hohen Terrasse, der Valaa oder des Riale della Secada [5]), traten *dünn*plattige bläuliche Augengneise auf. Zugleich hört der Amphibolit an der Oberfläche der Terrasse auf. Weiter gegen SW werden sehr regelmäßig schwarz und weiß gestreifte Injektionsgneise fast allein herrschend, die oft als « Stengelgneise » wie aus Bündeln dünner Stäbchen zu bestehen scheinen. Der schwarze Glimmer weist einen ausgezeichneten Hochglanz auf; übrigens hat von Cimalmotto nach W jeder Glimmer diese Eigenschaft. Neben den festen Gesteinen treten, allerdings sehr selten, die wenig haltbaren Schiefer auf. Im NE dieser Terrasse ein muskovitreicher Quarzglimmerschiefer nahe dem Dorfe Cimalmotto, im SW ganze Muskovitknollen, wie großschuppige Silberklumpen in der Sonne glänzend. Rücklässe der dünnplattigen Augengneise, fast ganz in Trümmerwerk aufgelöst, treten gleich nördlich der Alpe Quadrella auf, deren Hütten fast nur aus ihnen erbaut sind.

---

[5]) Der erste Name ist jener des Top. Atlas, der zweite der Namen-Oleate für die Neuaufnahme 1 : 10 000 entnommen.

Wegen des allgemeinen SE-Fallens müssen gegen NW und W in der Umrandung der Massen von Cimalmotto die Gesteine nacheinander auftauchen, welche im E und SE von andern überlagert sind, und sie müssen demgemäß auch alle Nachrutsche beherrschen. Ihr anstehendes Auftauchen fällt größtenteils schon in den westlichen Teil der großen Kammlücke. [6])

Die vorgenommene Unterteilung der Rutschungen und Bergsturzmassen bewährt sich auch noch vor einer andern Tatsache: Während im Hintergrunde der Terrasse von Cimalmotto hoch hinauf die mächtige Lockerdecke einen wellig gestuften Hang darstellt, und während auch die zerrüttete Felsenmasse des Kirchrückens von Campo einen gewaltigen Trümmerstrom aus dem Hintergrunde nach sich gezogen hat, steigt hinter der *Mulde* der Terrasse von Campo ein von allen Lockermassen freier, von Bächen zerschnittener Grashang an, dessen Untergrund zwar nicht ganz unbewegt geblieben ist, aber, wo er in kleinen Schluchten sichtbar wird, den Felsen in noch unvergleichlich besserm Verbande zeigt als der Kirchrücken am Absturz. Dieses grasige Gelände ist durch das Auseinanderquellen der Lockermassen beiderseits etwas eingeengt. Gewiß kommen hinter dem bis gegen 1600 m hinauf reichenden Wiesenhang im Kamm östlich des Sasso Rosso auch Gesteine vor, welche unter der Terrassenmulde liegen. Aber sie sind eben oben geblieben. Der Grashang ist demgemäß frei von allen Rücklässen und Nachrutschen, welche in der Umgebung herrschen und die teils jünger sind als die letzten Gletscher der Eiszeit, teils mit später Moränenbildung sozusagen im Kampfe lagen. Anstatt ganz künstlicher Konstruktionen bietet sich die Erklärung für diesen Grashang schon im vorher Bewiesenen. Das Trümmerwerk unter der Mulde von Campo ist eben gar nicht von deren eigentlichen Hintergehängen gekommen, sondern als ein Teil des ältesten katastrophalen Bergsturzes stammt es aus der Kammlücke hinter Cimalmotto.

III. Das Hintergehänge der Terrasse von Campo und Nachbarschaft.

1. Zur Verfeinerung des Rutschungsbegriffes.

Um die Einzelheiten der Gehängeformen in richtigem Lichte zu sehen, ist mehr Klarheit in die Angaben der frühern Beobachter zu bringen, daß alle diese eckigen Trümmerablagerungen aus *Rutschungen* hervorgegangen seien. Dazu gehören *Rutschflächen.* Das Vorhandensein solcher Rutschflächen ist aber in der Umgebung von Campo bisher nur aus dem Fallen

[6]) Man vergleiche das Profil 1 von O. Grütter in Nr. 11, Tafel II, vom Bat Nall (Madone, Top. Atlas) nach Osten.

des Gebirgsgefüges deduziert worden. Auch ich habe hier nur an zwei Stellen Flächen gesehen und mit der Hand berührt, die wirklich als Rutschflächen angesprochen werden dürfen. Mit dem Worte Gebirgsgefüge fasse ich zusammen, 1. was Alb. Heim (13, S. 49) als « Schichtflächen (Plattung, Schieferung) » auf eine Linie stellt, und nehme 2. dazu noch die *Bankung* der Gneise. Was darunter verstanden ist, wird gleich gesagt.

Das « Gebirgsgefüge » umfaßt eben Erscheinungen verschiedener Art, die eine saubere Begriffsbildung erst einmal zu sondern versuchen muß. In unserm Gebiet zeigt der Gebirgsbau in isoklinaler Stellung:

I. eine Bankung der Gneise;
IIa. Schicht*grenz*flächen der metamorphen Sedimente;
IIb. Grenzflächen der Amphibolit- und Grüngesteine;
III. die Spaltbarkeit von Gneisen und Schiefer nach dünnen Platten.

Zu I: Die Bankung ist vorhanden, ganz gleich, ob die Gneise durch Druck und Hitze stark verwandelte Sedimente sind (geschichtete Paragesteine) oder ob sie aus echtem erstarrtem Magma hergeleitet werden (Orthogneise). Sie kann also nur bei den Paragesteinen zur Schichtung im Sinne von IIa gehören.

Diese Bankung ist durch *weithin verfolgbare* Fugen gekennzeichnet, die meist 3 bis rd. 10 m voneinander abstehen. In Zusammenhang damit erscheinen grobe Stufungen an felsigen Erhebungen und Vorsprüngen. Die Herkunft der Bankung hier ist eine noch ungelöste Frage. In der Adamellogruppe ist das nicht gepreßte, grob-granitischkörnige Tiefengestein, der Tonalit, ebenfalls ausgezeichnet *gebankt*. Vielleicht sind es Abkühlungsfugen. Wo Sedimente umgeschmolzen wurden, ist es gut vorstellbar, daß die Abkühlungsfugen sich in ihnen parallel zur Schichtung einstellen. Bei tektonischer Beanspruchung erscheint die Ueberleitung kristalliner Bänke (auch der Erstarrungsgesteine) in Gleitbretter erwägenswert. Wo die Bankung das Landschaftsbild beherrscht, haben sich andere Klüfte nur örtlich durchgesetzt.

Zu IIa: Gewöhnlich handelt es sich um die Einschaltung wenig mächtiger Sedimente (Quarzite, Glimmerschiefer, Marmore mit Granaten usw.) in dicke Gneispakete. Die Einschaltungen erreichen einige Dezimeter bis einige Meter Dicke, sie können fehlen, d. h. unterbrochen sein. Die Gneispakete sind nach Grütters Profilen 80—150 m dick. Die Sedimenteinlagen haben keine Fossilien geliefert. Grütter schreibt ihnen mesozoisches Alter zu. Sie stecken nach ihm in enggequetschten Synklinalen, die im Untersuchungsgebiet meist zwischen SE und E einfallen. Die mächtigen Gneispakete wer-

den von ihm als die zugehörigen Antiklinallagen mit parallelen Schenkeln aufgefaßt, so daß die Grenzfugen gegenüber den Sedimenten zugleich zu deren Schichtflächen gehören. Landschaftlich treten diese Trennungsflächen durch die sich ändernde Verwitterungs- und Schuttfarbe öfter etwas hervor. Der Geologe und Petrograph nimmt ihr Vorhandensein auf kilometerweite Entfernungen an. (Vgl. Abb. 4.)

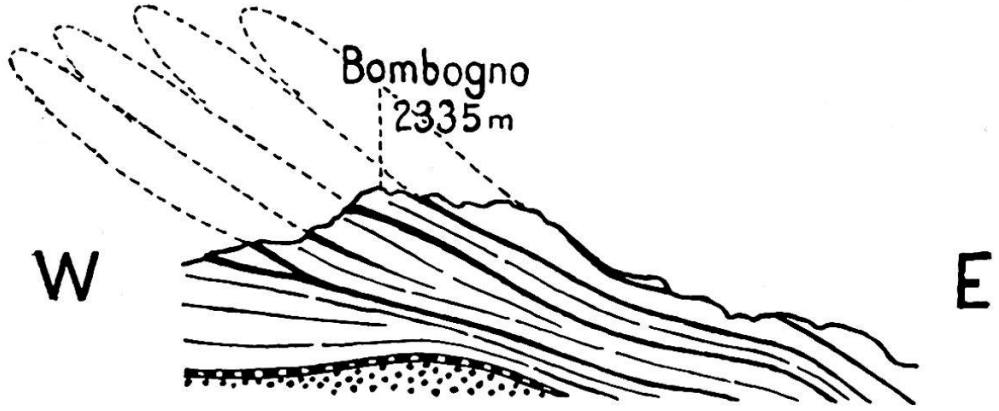

Abb. 4. Ausschnitt aus einem geologischen Profil O. Grütters 1 : 37 500.
Weiß: Gneise, schwarz: sandig-kalkiges Mesozoikum (Quarzite und Schiefer), punktiert: hornblendeführende Schiefer (Amphibolite). Das Fallen ist nach ESE—SE gerichtet.

Zu IIb: Hornblendeschiefer und die nah verwandten Amphibolitgneise, ganz gleich, ob es hochmetamorphe Sedimente seien oder ursprüngliche Schmelzflüsse, erscheinen ebenfalls zwischen die andersartigen Zweiglimmergneise und Glimmerschiefer eingeschaltet. Grütter konnte, ein weiteres Gebiet überblickend, eine größte Mächtigkeit der Amphibolite bis rd. 100 m, dann wieder ein starkes Ausdünnen auf wenige Meter feststellen. Ueberhaupt war es mir nicht möglich, diese blaugrünen Gesteinseinlagen, selbst wo sie 5 und 10—20 m Mächtigkeit haben, auch nur einige hundert Meter weit als ununterbrochen nachzuweisen. So wechseln im Hintergehänge nördlich des erwähnten stabilern Wiesengeländes in einem Graben über der Alpe Corte nuovo binnen 120 m Höhenunterschied viermal Amphibolitschiefer mit Gneisen ab, wobei diese Gneise 4—6 m hohe Wasserfälle veranlassen, östlich und westlich zeigt sich bald nichts mehr von dieser Regelmäßigkeit. Ob die Grenzen der wechselvoll mächtigen Amphibolitgesteine überall *Schicht*flächen darstellen, ist wie ihre ganze Natur fraglich. Unter den wenigen Flächen, die ich als « Rutschbahnen » wirklich ansehen konnte, befindet sich eine Grenzfläche zwischen Gneis und grünen Zersetzungsgesteinen, die vermutlich aus den Amphibolitgesteinen hervorgegangen sind.

Zu III: Spaltbarkeit der Gneise und Schiefer in dünne Lagen liefert streng genommen nur auf ganz wenige Meter anhaltende Absonderungen. Die höchstens wenige Zentimeter dicken Platten keilen wegen der Konvergenz ihrer nicht ganz eben bleibenden, sehr feinen Begrenzungen fortwährend aus. Eine gedachte oder wirkliche Rutschung über einen solchen Plattenschuß müßte oft innerhalb weniger Meter einige Male die Rutschbahn wechseln, sei es weil die soeben befolgte spitzwinklig unter die nächste taucht, sei es weil die nächste unter ihr hervorkommt. Landschaftlich, d. h. von weitem fällt dieses Gefüge nicht im Profil, sondern in der Draufsicht auf, durch Plattenschüsse und scheinbar einheitliche, « unnatürlich » glatte vegetationsfeindliche Abhänge von 30—40° Neigung. Die dünnplattige Absonderung ist *meist* zur Schieferung nahezu oder ganz parallel und dann auch parallel zu abgestuften Lagen, deren Dicke zwischen Handbreite und 50 cm liegt. In diesem allerdings häufigen Falle steht sie als Schichtung in enger Beziehung zu den Grenzflächen der Sedimente nach IIa.

Wären nun die Gefügeeinheiten des Gebirges nach I, IIa und III immer nahezu oder ganz parallel, so würde ich einfach, wie es bisher geschah, von einer Schichtung in dem weitern Sinne sprechen, der, genau genommen, einen weniger befriedigenden Zusatz nötig machen würde, etwa in der Form (Bankung, Plattung, Schieferung usw.). Denn auch in diesem Falle wäre die innere Verwandtschaft von I, II und III nicht bewiesen. Aber in Wahrheit sind diese Gefügearten gar nicht immer parallel. I und IIa stimmen z. B. in der Umgebung von Cerentino nicht überein.[7]) Auch auf der Südseite des Kammes vom Sasso Rosso zum Großhorn, also im Hintergrunde der Terrasse von Campo, schaffen Störungen ein Auseinandergehen von Bankung und Plattung, bzw. das Auftreten von Plattungen verschiedenen Ursprungs. Im übrigen weichen die Neigungen des Gebirgsgefüges nach I, II und III im Gebiet von Campo selbst nicht wesentlich voneinander ab. Der Fallwinkel wechselt bei IIa und b stärker als bei I und ziemlich bedeutend, nämlich zwischen 18° und 40°. Die *Richtung,* in der sich die Absonderungsflächen neigen, wechselt gewiß auch um 20° und mehr, aber dies fällt weniger auf. Die Aenderungen stellen sich seltener, meist auch allmählicher ein.

Die aus dem Gebirgsgefüge deduzierte Deutung der « Bergsturzmassen » auf den geologischen Karten mit der Gegend von Campo als Rutschungs-

[7]) Man vergleiche hierzu nur Grütters tektonisches Kärtchen (12, S. 36) mit seiner geologischen Kartenskizze oder die steile Plattung nach E in der Gegend westlich und nordwestlich von Cerentino mit der Bankung nach SE am linken Ufer des Boscobaches.

schutt ist somit nach *einer* Seite von einem gewissen Schematismus befreit, welcher die Erkenntnis nicht fördert, daß nur ein kleiner Bruchteil der ungezählten Fugen jeder Art als Rutschbahnen gedient haben können, ein Bruchteil, den unter den Trümmern und Nachrutschungen sicherzustellen gar nicht so leicht ist. Aber noch in einer andern Richtung verdient der Gebrauch des Begriffes Rutschung hier von einem Schematismus befreit zu werden. Das Gefüge des Gebirges fällt bei Campo und Cimalmotto meist S 65°—70° E ein, die Gehänge sind aber nach S 25°—30° E geneigt. Das

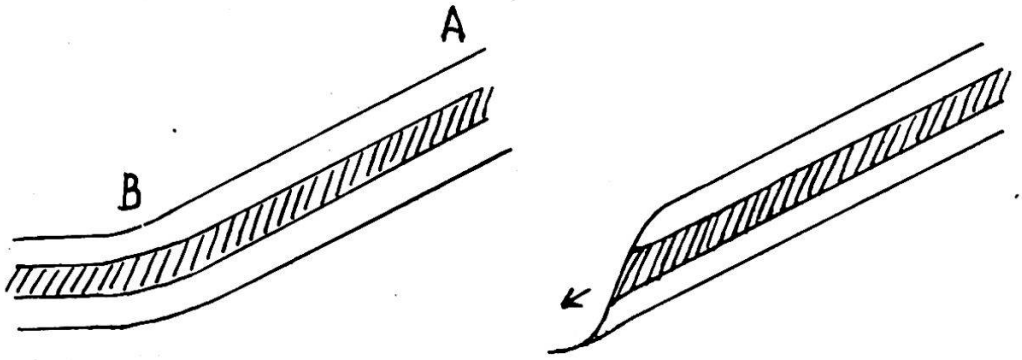

Abb. 5. Vgl. den Text.

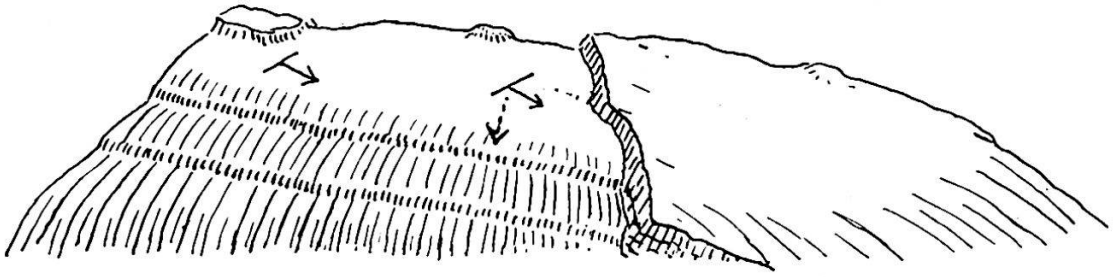

Abb. 6. Das Schichtfallen ist durch das ausgezogene Zeichen angegeben, die Richtung der Rutschungen unter dem Einfluß der Unterschneidung durch den gestrichelten Pfeil. Schematische Darstellung.

heißt, die Rutschungen *folgten gar nicht der steilsten Neigung* der Unterlage: weder jene unter der Alpe Lareggio, noch jene hinter Campo, noch jene des hohen Terrassenteils von Cimalmotto, sondern die Bewegungsrichtung wich in allen diesen Fällen 30°—40° von der Richtung des größten Gefälles der Unterlage ab und folgte weit mehr der allgemeinen Oberflächenabdachung. Um das zu verstehen, betrachte man vorstehende Zeichnungen. In Abb. 5 links kommt es zwischen A und B zu keiner Rutschung, bevor nicht der Höhenunterschied so groß ist, daß von B aufwärts eine unelastische Deformation eintritt, mit andern Worten, daß die tiefern Teile der schiefen Felslage durch das Gewicht der höhern zerdrückt werden. Das verlangt große Höhenunterschiede, und die Voraussetzungen dieser Art Bewegung waren bei Campo auch sonst nicht gegeben. Die Neigung nimmt gegen den

Talgrund nur wenig (höchstens um 5°—7°) ab. Wenn aber, wie rechts zu sehen ist, die Schichten *unterschnitten* sind, dann fehlt das Widerlager, und eine geeignete Rutschfläche führt über kurz oder lang zur Bewegung, auch wenn die Höhenunterschiede bescheiden sind. Die Vorgänge der Unterschneidung durch Wasser- und Eiserosion sind es schließlich, welche die Abhänge überhaupt anlegen. Sie haben sich in der Zeichnung der Abb. 5 rechts gerade im Streichen entfaltet, also daß im Profil die Bewegung dem steilsten Neigungswinkel folgen könnte. Anders bei Campo und Cimalmotto. Die wirksame Unterschneidung eröffnete die Bewegungsmöglichkeit nur etwa nach SSE—SE, während die steilste Neigung des Gefüges ESE selbst noch mehr gegen E geht. Wenn nun nach Abb. 6 die größte Neigung der Schichten dem Pfeile folgt, aber der Abhang zum Beschauer gegen den Vordergrund herabsteigt und zuunterst gar noch besonders unterschnitten ist, kann eine ausgelöste Rutschung sehr leicht 30°—40° rechts von der Richtung des Pfeiles bleiben. Aber die Neigung der Unterlage drückt die ins Rutschen gekommene Masse nach links an den stehengebliebenen Gebirgsteil. Und dies kann eine stark bremsende Wirkung hervorrufen. Rutschungen, die nach den einfachern Verhältnissen der Abb. 5 rechts vor sich gehen, können dazu führen, daß man in der Höhe von dem abgerutschten Gestein überhaupt nichts mehr findet, und dann wäre es richtig, zu sagen: Eine solche Trümmermasse unten kommt von Höhen, wo man zugehöriges Anstehendes *nicht* findet. Im Gebiet von Campo aber ist das wegen Divergenz von Fallen und Unterschneidungshang nicht geschehen. Wohl aber hat es sich bewährt zu sagen: Eine gerutschte Trümmermasse ist von dort gekommen, wo ihre Gesteine nur lückenhaft und außerdem oft nur unter Bedeckung anstehen. Denn nicht nur gänzliche, sondern auch eine teilweise Abfuhr von genügendem Ausmaße kann eine Kammlücke hinterlassen.

2. Die Felsablösung bei der Alpe Lareggio nördlich Campo

stellt einen besonders klaren und einfachen Fall dar. Auch ist es für die Deutung der historischen Zerstörungen in Campo gut, sich einzuprägen, daß die Terrasse mit dem Dorf auch im NE nicht an festes Gebirge grenzt. Hier ist über Glimmerschiefer und sehr glimmerreich schiefrigem, mürbem Gneis eine mindestens 20—30 m mächtige Gesteinsmasse bis über 100 m weit vorwärts und abwärts gerutscht. Sie hinterließ einen heute abgetreppten Hang (vgl. Abb. 7) in den grauen Zweiglimmergneisen, die eine helle Einlage führen, einen festern Zweiglimmergneis [8]), nach Grütter auch eine Einlage von

[8]) Er führt spärlich Granaten, der Biotit ist stark chloritisiert.

Kalkschiefer. Bankung und Plattung stimmen überein. Die allgemeine Abhangsrichtung weicht 30° rechts von der Fallrichtung ab. Es ist unwahrscheinlich, daß die gestufte Felsfläche oberhalb der Rutschung noch deren Abrißfläche darstellt. Die abgerutschte Felsmasse kann nie die in Abb. 8 links gezeichnete Hinterseite gehabt haben, welche den gestuften Hang ergänzt. Anderseits können auch nicht die einzelnen Gneislagen von oben

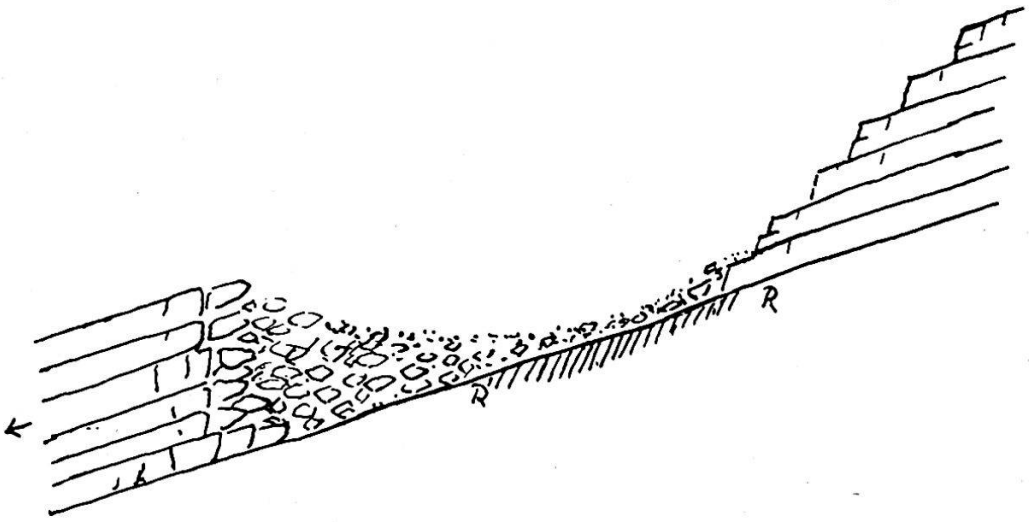

Abb. 7. Terrassenbildung zwischen abgerutschten und zurückgebliebenen Felslagen, dargestellt im einfachsten Fall. Bei der Alpe Lareggio ging das Abrutschen nach links sehr viel weiter, auch ist offenbar eine Umgestaltung durch Eis und Firn eingetreten. R R: Rutschfläche.

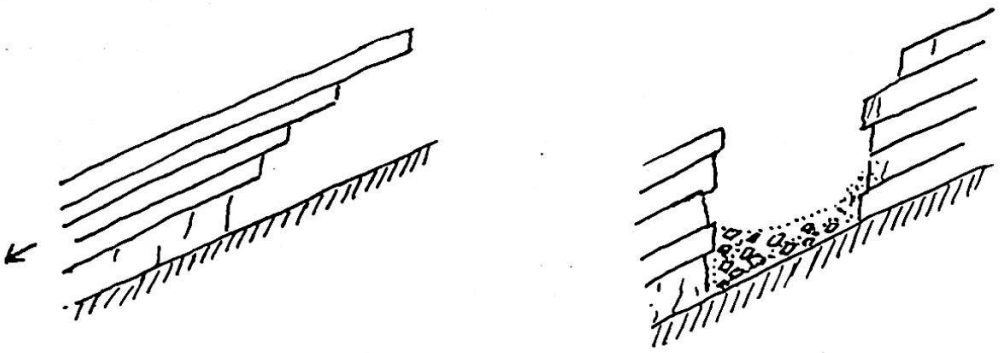

Abb. 8. Vgl. den Text.

nach unten nacheinander gerutscht sein. Denn der Anschein des Anstehenden in der Rutschmasse ist an ihrem obern Ende noch sehr stark. Dagegen findet man tiefer unten steile verwitterte Furchen innerhalb der abgerutschten Masse, welche dafür sprechen, daß die Ablösung einst in der Art erfolgte, wie sie Abb. 8 rechts zeigt. Beide Wände müssen Schutt liefern und dieser häuft sich im Zwischenraum an, so daß ein schutterfüllter Flachboden entsteht. Nach unten wird er später nicht mehr überall von der

weiter absteigenden Rutschmasse überragt, so daß der Schuttboden zur *Terrassen*fläche wird. Nach oben geht die Terrasse in eine Halde auf etwas rutschigem Grund über, die ganz offenbar in dem Maße Nachschub erhalten mußte, als das Hintergehänge eine treppenartige Gestalt annahm. Man sieht ganz frische Frostabsprengungen und dezimeterweite Verschiebungen der Plattenstücke, welche zeigen, daß die kleinen, oft untergeteilten 0,5—2 m hohen Treppenstufen an manchen Stellen jährlich meßbar zurückrücken. Es findet eine vielfache Verwitterung kleiner Wändchen statt, deren im Vergleich zur « Wandhöhe » sehr große Verwitterungsstücke zunächst nicht fallen, sondern sich auf sekundären Bahnen vorschieben. Das geht natürlich bei den jeweils oben liegenden Platten am leichtesten, die beim Vorschub nur auf der Unterseite Reibung überwinden müssen. Bei Verallgemeinerung dieser Beobachtungen und Schlüsse ist Vorsicht am Platze. Die zurückgelassene treppenförmig umgestaltete Felsmasse kann selbst ins Rutschen kommen, und die abgerutschte Hauptmasse kann zerreißen, so daß ein oberer Teil stehenbleibt. So entsteht ein zum Teil terrassiertes, zum Teil von Querspalten gegliedertes Gehänge, wie in der Gegend der Alphütten von Lareggio und östlich davon.

3. Der Kirchrücken von Campo, das Tälchen und der Blockstrom nordwestlich hinter ihm

(vgl. Abb. 3, 9 u. 10).

Der Terrassenrücken mit der Kirche streicht als Gebilde der äußern Umgestaltung ziemlich genau nach N, seine Achse endet am Anstehenden des Bombogno. Die zerrüttete Gneis- und Schiefermasse, die den festen Kern dieses Rückens bildet, kam aber *nicht* von dort. Vielmehr zeigt das Hintergehänge hier im NW eine bisher unbeachtet gebliebene talartige Vertiefung, in welche von oben eine Trümmermasse eingelagert wurde, so daß von einer Art Vernarbung der einstigen Lücke gesprochen werden darf. Die vom August 1927 bis August 1931 von Ing. *Imperatori* im Auftrage der Eidg. Landestopographie gemessene Bewegung an einem Punkt im untern Teil dieser Trümmermasse rückte 50 cm nach SE vor, also schräg zur orographischen Achse des Rückens. Daher darf man den Ursprung des, wie erwähnt, nicht weit gerutschten Terrassenfelsens nirgends anders suchen als im Zuge der erwähnten talartigen Vertiefung; sie allein erinnert noch an jene Lücke, die der Entzug einer bis über 70 m mächtigen, nur 200—300 m breiten Felsmasse hinterlassen haben muß. Anders als unter Lareggio rutschte der Fels hier auf die Bettung eines ältern, von weither gefahrenen Bergsturzes, ganz links vorne (nw. Secada), vielleicht auch auf

Trümmerwerk, das von den ältesten Ablösungen unter der Alpe Lareggio herstammen könnte. Wir kennen die ursprünglichen Abdachungsverhältnisse dieser Bettung nicht. Es darf aber bemerkt werden, daß der gerutschte Fels hierbei ziemlich genau nach SE bewegt wurde, wohin auch die Bewegung von 1927 bis 1931 zielte. Das Gebirgsgefüge fällt aber nach ESE und das Hintergehänge ist nach SSE geneigt. Die Erkenntnis von der Herkunft der zerrütteten, aber nicht zertrümmerten Felsmasse im talauswärts gelegenen Teil der Terrasse von Campo schafft nun neue Probleme, von deren Lösung sie selbst nicht mehr berührt wird. Wo ist zum Beispiel die Hinterwand des herausgerutschten, gewissermaßen massiv gebliebenen Felskörpers? Sie war gewiß nicht geradlinig und überall gleich hoch wie bei einer herausgezogenen Schublade, aber sie hat über 70 m Höhe erreichen müssen. Sie wird im linken Teil der Rutschmasse am höchsten gewesen sein, wohin das Gefüge des Gebirges geneigt ist, und am niedrigsten rechts, wegen des vermutlichen Ansteigens der Ablösungsflächen gegen WNW. Die kleine Talung zeigt tatsächlich diese Asymmetrie, wie sie der Narbe nach einer solchen Fortbewegung von Felsen zukommt. Aber der Terrassenrücken von Campo zeigt hinter der Kirche statt einer Hinterwand nur eine breite flache Einmuldung.

Bei Lareggio ließen sich Verhüllung mit Verwitterungsschutt und weiteres Hinabrutschen des noch zusammenhängenden Felsens für das Verschwinden seiner dem Abriß zugekehrten Hinterwand heranziehen. Hier geht das nicht. Dazu ist die Masse zu mächtig, die flache Einsattelung hinter der Kirche doch zu seicht. Aber *anders* als bei Lareggio rutschte das Felspaket des Kirchrückens *nicht* mit rd. 26° Neigung allmählich weiter, sondern es geriet alsbald auf den ältesten Bergsturz aus der westlichen Nachbarschaft, in den es so einsank, daß ganz im Terrassenabsturz die Gneisbänke sehr flach liegen, zum Teil etwas gegen rückwärts einfallen. Auf Bild 3 ist geradezu der Anblick einer Einmuldung des ältern Bergsturzes unter der aufgerückten Last zu sehen. Die Einmuldung hat nichts mit einer Erosion zu tun. Denn das farbige Band im obern Teil des liegenden Bergsturzes ist nirgends durch eine solche unterbrochen. Jenes Einsinken, bzw. eine gewisse Breitquetschung der Unterlage, bietet nun auch eine ungezwungene örtlich gestützte Erklärung für das Fehlen einer sichtbaren, dem Abriß zugewandten steilen Hinterseite des Kirchrückens. Vielmehr konnte sie der dann nachrückende Blockstrom leicht zuschütten. Ob er so mächtig ist wie im kleinen Profil der Abb. 10 ist fraglich. Es wurde dort ein wohl unnötig steiles Einfallen der Rutschfläche gezeichnet, um zu zeigen, daß die vorgetragene Lehre auch bei ungünstigen Annahmen im Wesen haltbar ist. Das Vorrutschen jener Felsmasse beweist, daß

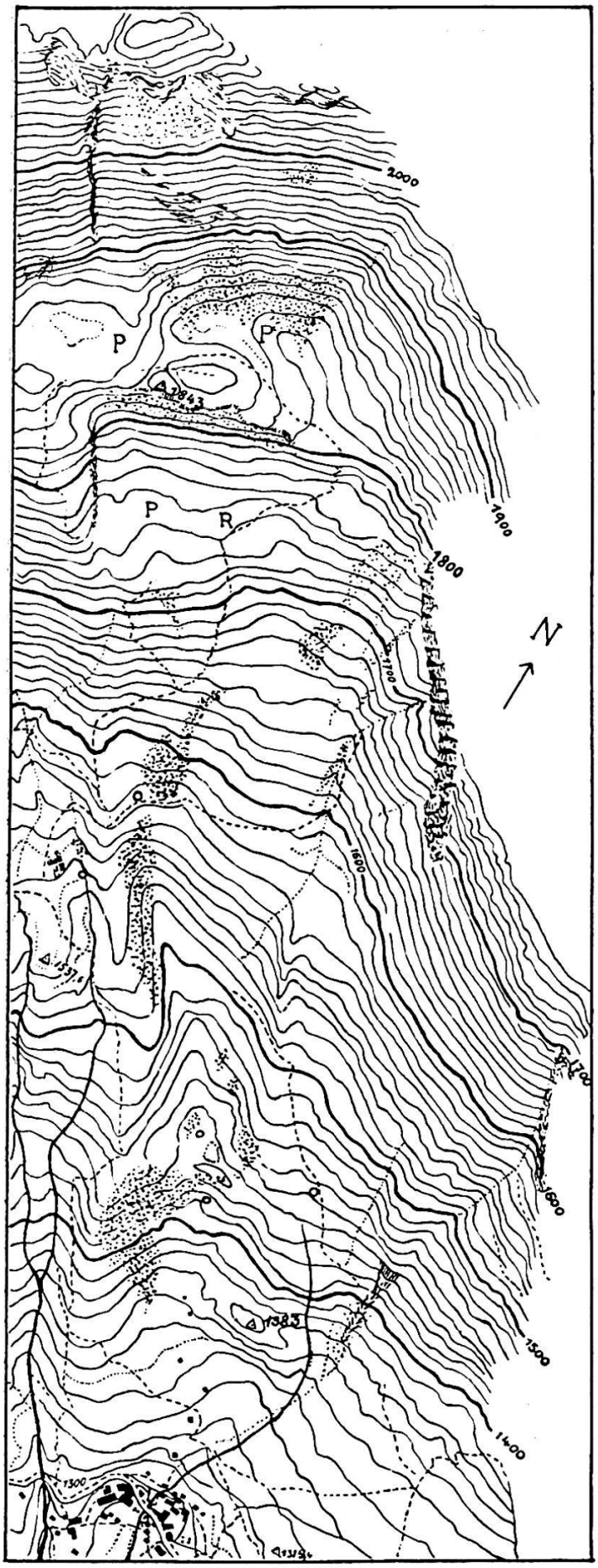

Abb. 9. Auf 1 : 12 000 verkleinerter Ausschnitt aus dem photogrammetrischen Plan 1 : 10 000 des bewegten Gebietes bei Campo und Cimalmotto, aufgenommen 1930/31 von der Eidg. Landestopographie und mit ihrer Erlaubnis veröffentlicht.

Das Gebiet des Trümmerstromes zwischen Pian de' Pi (PP) und Campo. PR: Pian delle Rose. Punktiert: unbewachsenes Blockwerk und solches mit wenig Bäumen, die zum Teil schief stehen (als Blockwerk und Schutt dem Original entnommen). Kleine Kreise: Quellen. Bäche: Gilarda, oberhalb Punkt 1537 periodisch; Riale di Corte nuovo östlich von diesem Punkt, und der periodische Teil des R. di San Giovanni, der sich östlich vom Punkt 1383 trübt. Die Wälder wurden bei der Nachzeichnung weggelassen.

der liegende Bergsturz hier nicht mächtig genug war, um dem unterschnittenen Gehänge in seiner ganzen Höhenausdehnung ein Widerlager zu bieten. Man kann sich fragen, wieso gerade eine so *schmale* Felsmasse vorrutschen konnte, darauf aber nur mit der bloßen Vermutung antworten, daß es in einem tektonischen Graben geschehen sei, vielleicht nachdem der große ältere Bergsturz das Gefüge des Gehänges an den schwächsten Stellen erschüttert hatte. Wohl vermutet Grütter, daß sich eine von ihm im Kamm neben dem Großhorn gefundene Verwerfung an der SW-Seite des Bombogno fortsetze, also noch links von der gerutschten Felsmasse nach SSE streiche. Wohl fand ich rechts vom obern Teil des zu betrachtenden Blockstromes in der Westwand von Pian delle Rose im aplitischen bis pegmatitischen Gneis eine Zerrüttung, eine Klüftung und Absonderung nach senkrechten rauhen Fugen in ganz verfärbtem Gestein und in Verbindung mit jähem Gesteinswechsel, alles Anzeichen eines Bruchstreifens, der nur mit 400—450 m Abstand Grütters vermuteter Fortsetzung der Verwerfung gegenüberliegt und mit ihr leicht konvergiert; aber wie weit der somit sehr wahrscheinliche tektonische Graben nach SE herabsteigt, ist ganz ungewiß; Grütter erwähnt die Möglichkeit, es könnten auch tektonische Erdbeben an den Massenbewegungen von Campo teilhaben.

Das Tälchen, das als Narbe der ältesten Felsrutschung im Hintergrund von Campo gedeutet wurde, sieht man nirgends im anstehenden Gestein, sondern nur in Blockmassen zum Teil verschiedenen Alters und verschiedener Transportart. Kleinzügig ist der Formenschatz des im ganzen 1800 m langen Trümmerstromes, den weit hinauf eine Talfurche gewissermaßen aufspaltet. Der Plan 1 : 12 000 kann nicht einmal alle Einzelheiten erfassen und wurde dort, wo diese einer gewissen Gliederung fähig waren, durch Abb. 11 ergänzt. Es ist keineswegs so, daß die einst entstandene Lücke von den nachgerutschten, in Blöcke zerfallenen Massen einfach unvollkommen ausgefüllt wurde. Vielmehr hat hier eine Gletscherzunge Ausräumungsarbeit geleistet, und ihr Bettrest inmitten von Blockmassen stellt eine *Verlängerung der als Narbe* gedeuteten untersten Talstrecke um 400 m nach NNW dar. Doch liegt zwischen beiden eine 60 m hohe Stufe, die von einem höchstens 10 m hohen Moränenwall gekrönt ist, der zugleich jene Verlängerung unten abschließt. Ihr Name ist Sottone. Der krönende Wall aus Blöcken, die wie sortiert aussehen, scheidet sich deutlich von dem groben Trümmerwerk der Stufe. Kritzer wurden nicht gesehen und sind in diesen nur umgelagerten, wenig weit geschobenen Trümmern, noch dazu in wenig frischen Gneis- und Schieferarten auch nicht leicht zu erwarten. Die Stufe liegt wenig unterhalb der Stelle, wo die Hinterwand der einstigen Lücke gelegen haben muß. Die

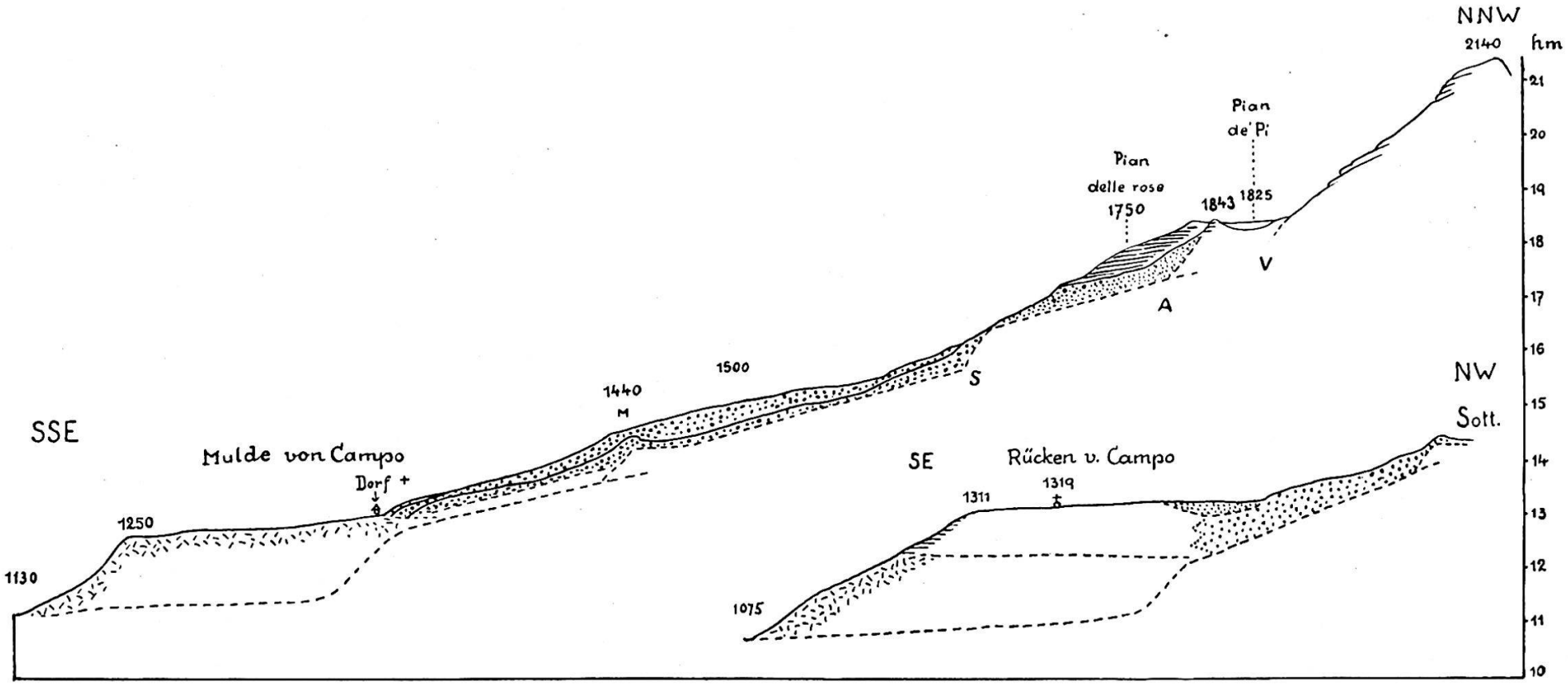

Abb. 10. Längsprofil durch den Trümmerstrom von Pian de' Pi bis Campo und durch die Terrasse bis zur Rovana 1 : 15 000. Das lange Profil geht durch den rechten Teil des Trümmerstromes mit leichter Abbiegung nach rechts (+ Stelle des zerstörten Ortsteiles Matter) und durch den Sottone. Das kurze Profil biegt vom untern Ende des Sottone gegen links (SE) zum Rücken von Campo nahezu im Fallen der Rutschbahnen. Alle gestrichelten Linien beruhen auf Vermutungen, die durch Schlußfolgerungen so gut wie möglich gestützt wurden. V: Verwerfung (Störung) hinter Pian de' Pi. Die Flexur im Kamm ist durch übertriebene Dicke der Plattung verdeutlicht. A: oberster Abriß des Trümmerstromes, S: verborgene Stufe, M: Moränenwall am untern Ende des Sottone (> 1440 m). Die Zeichnung unterscheidet einigermaßen die feinern und gröbern Teile des Trümmerstromes und die prähistorischen Bergsturzmassen der Terrassen; im großen Profil ist die Schrammenwand neben Pian delle Rose schematisch dargestellt und im kleinen der grobe Bachschutt des R. di San Giovanni, der hinter der Kirche die Beziehung von Terrassenrücken und Trümmerstrom verhüllt.

Höhe und Blockverkleidung der Stufe passen gut dazu. Man braucht nur einen geringen Abtrag anzunehmen. Der die Stufe krönende Blockwall ist nicht wasserdicht, aber nach der Hauptschneeschmelze staut er doch ein Seelein am untern Ende des Sottone auf, dessen Abfluß einen Wasseraustritt in der Stufe unterhalb speist. Das Anstehende ist also nicht sehr tief darunter. Die das Seelein speisende Schmelzwasserquelle kommt schätzungsweise 50 m ob dem See hervor, am Fuße des Blockwerks rechts vom Wiesengrunde.

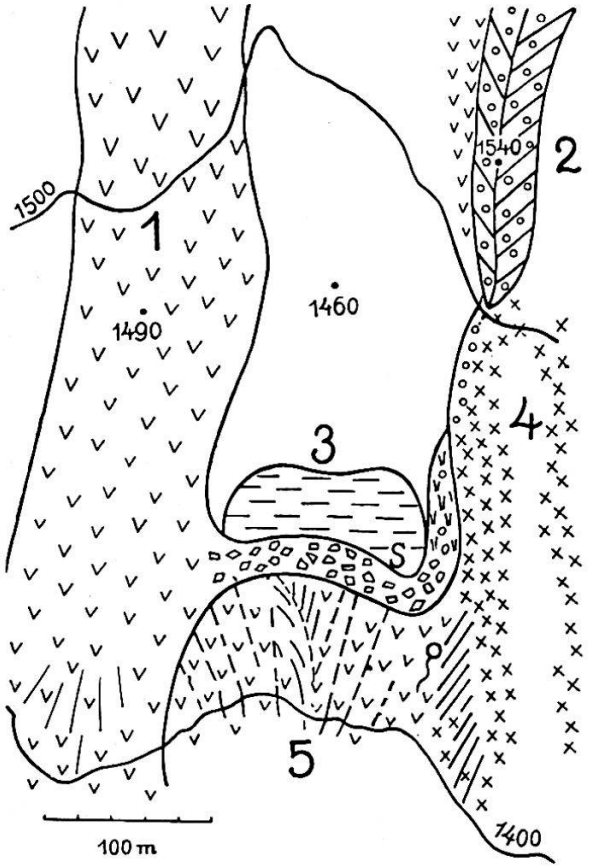

Abb. 11.
Schematische morphologische Skizze des untern Endes des Sottonetälchens und seiner Umgebung 1 : 6 000.

1. Der rechte Rücken des Trümmerstromes großenteils mit Wald und Wiese bedeckt. 2. Linksseitig auf den Trümmern sitzender, hoher Moränenwall mit First. 3. Periodischer Schmelzwassersee mit Schwinde S, aufgedämmt durch einen niedrigen, verbogenen Moränenwall (Scheitel bei rd. 1443 m). Dieser Wall geht in eine grasbestandene linksseitige Terrasse über. 4. Saum des groben Blockwerkes, das zuletzt vom Bombogno herabstürzte. Es hat die Fortsetzung von 2 teils verbogen, teils abradiert und begraben und bedrängte auch den niedrigen Wall. Weiß gelassen sind Grasböden. Das grobe Blockwerk bildet weiter oben einen Kegel statt Wälle. 5. Das als „Narbe" gedeutete muldenförmige Tälchen am Fuß der Stufe unterhalb des Sottone. Die Zeichnung ist nach NNW orientiert.

Seltsam ist die Krümmung des Querwalles (vgl. Abb. 11). Während im W eine flache Konkavität talaufwärts schaut, wie sie bei Moränenwällen ruhiger Anhäufung entspricht, ist im SE eine scharfe Einbuchtung zu sehen. Hier stößt der fast nackte Blockwall an eine begraste Terrasse, die sich bald verliert, und hier ist auch die undichte Stelle für den unterirdischen Abfluß des periodischen Sees. Diese im Grundriß verschoben und abgequetscht aussehende Wallform liegt tatsächlich am Fuß einer ungeheuern Trümmerschütt, die vom Bombogno stammt und schon von Heim eingezeichnet wurde. Von diesen Trümmern ist jeder einzelne mindestens hundertmal so groß wie jene des Blockwalles. Auch eine höhere linke Wallmoräne [9])

[9]) Darin steckt ein gekritzter, sonst ziemlich glatter Block von graugrüner Farbe.

mit scharfem First biegt vor diesen Trümmern ab und hat dann keinen First mehr. Sie reitet im übrigen selbst auf kantigem Blockwerk. In der geraden Verlängerung des scharfen Firstes hat die Trümmerschütt vom Bombogno ebenfalls eine höchst wilde Wallform angenommen.

Das Talstück des Sottone, vom Seegrund aufwärts, ist im Querschnitt rund 40 m tief und muß als Ausräumungsfurche angesehen werden, in der ein Gletschervorstoß der schwindenden Würmeiszeit sich sein Bett geschaffen hat. Die Trümmermassen, die älter sind als die sie am linken Gehänge noch krönenden hohen Moränen, quellen aber gegen das einstige Lager der Gletscherzunge vor. Besonders gilt dies vom westlichen, oben mit Wald und Wiese bedeckten [10]), breiter aufragenden Teil des Trümmerstromes, in dem die Gletscherzunge nicht symmetrisch lag, sondern näher der Seite, nach der sich das hier unsichtbare Gebirgsgefüge neigt. Ferner dringt ein ganz abschreckender, auf der linken Hälfte schütter-bewachsener Strom von gewaltigen eckigen Blöcken rückwärts in das schmale obere Ende des Tälchens. Hier und am rechten Gehänge des Sottone verrät die Stellung der Bäume, daß die Lockermassen den ihnen fremdartigen Hohlraum wieder einengen und ihn schließlich erdrücken werden.

4. Das Abrißgebiet des Blockstroms und dessen Gesamtentwicklung (vgl. Abb. 9 u. 10 und Bild 4).

All der dicht bewaldete Grobschutt und die zum Teil riesigen Blöcke, in denen das Tälchen nach oben sich ausspitzt, bilden nur die Vorlage einer auffälligen, bis über 100 m hohen Stufe mit steiler Haldenneigung. Sie streicht vom normalen Schuttfuß am Bombogno quer herüber bis zu dem anstehenden Gehängevorsprung, welcher nun auch rechts den Trümmerstrom einfaßt. Diese Stufe enthüllt in großer Mächtigkeit eine Schuttmasse, in der noch viel gröbstes Blockwerk steckt, aber auch besonders im W noch mehr feinen Grus und Sand. Sie ist gewiß das Ergebnis der Zerreißung eines Trümmerstroms, die aber nichts mit den früher erwähnten Abrißnischen bzw. -wänden zu tun hat. Denn nichts Anstehendes ist hier zurückgeblieben, ja, was da sichtbar ist, enthält viel mehr zerkleinerten Schutt als die Blockmassen unterhalb. Zu den Tatsachen, auch jenen der weitern Umgebung, paßt folgende Deutung. Der Schutt hat hier über eine genügend hohe, steile Felsstufe herabfließen müssen und ist dabei nach Eintritt des Strömungsstillstandes in einen obern und untern Teil zerrissen. Der untere

[10]) Vielleicht ist der Waldgrund die einzige Spur des hier fehlenden rechten Moränenwalles.

Teil, in welchem die herabgepolterten, zum Teil riesigen Blöcke herrschen, verhüllt die vermutete Felsstufe. Zwischen den Blöcken ist alles Feinere zu Tal gespült. In den 10°—20° steilen Blockvorlagen der Stufe tritt eine Quelle und selbst ein kurzes Bächlein auf. Das weist auf geringe Tiefe einer andersartigen undurchlässigen Unterlage hin.

Oberhalb der Schuttstufe folgt der Flachboden des *Pian delle Rose,* 1720—1765 m. Hier bedecken dünne Moränen teilweise den Rutschungsschutt. Der Pian delle Rose wird an seiner Westseite überragt von einer bis 30 m hohen, öfter 80° steilen Bruchwand mit den im Bild 4 sichtbaren, feinen Schrammen. Diese sind im flachen Teil des Pian delle Rose 12°, 18° und 22° geneigt. Gegen den Hintergrund des Bodens, der selbst von einer 80 m hohen Stufe überragt wird, sind sie in der Nähe des Wandfußes 30°—40° steil geneigt und nur 15° in einer Höhe von etwa 2 m über dem sichtbaren Fuße. Der tiefere Wandteil ist hier bereits von steil emporstrebenden Lockermassen verhüllt. Die Schrammen sind feiner als sonst Gletscherschrammen, sie konvergieren und divergieren wohl, kreuzen sich aber nie [11]) und keine hat eine *an*steigende Komponente in der Strömungsrichtung. Jedoch die oben gemeldeten Winkel lassen nur die Deutung zu, daß es Gletscherschrammen seien, denn das Bewegte hat den Abstieg zum Pian delle Rose über eine Stufe mitgemacht und diese durch Erosion am Grunde etwas zurückverlegt. Vor dem Fuß der Stufe wäre dann dieser Gletscher mit seinen höhern Schichten flacher geströmt als die neben den steilen Schrammen zur Ruhe gelangende Basis. Daß das Bewegte ein Gletscher war, darf man vielleicht auch aus dem schon von Heim als Moräne gedeuteten Wall folgern, der im Anschluß an die Schrammenwand die ganze Stufe unterhalb Pian delle Rose rechts flankiert, selbst steil hinabsteigend. Entsprechend dem guten Erhaltungszustand der Schrammen hat man am Wandfuß keine Halde von Fallschutt zu erwarten. Es läuft dort sogar eine Furche entlang; die ganz zerriebenen Teile der an diese Bruchwand grenzenden Grüngesteine leiten gegenwärtig das Schneeschmelzwasser dicht vor dem Wandfuß entlang, das die dortige Furche mindestens offen hält, wahrscheinlich vergrößert und vielleicht auch angelegt hat. Dagegen beschränkt sich die Mylonitisierung [12]) des Gneises hinter den Schrammen auf das Vorkommen vieler, oft kaum 1 cm voneinander entfernter Garen (klüftbarer Feinspalten), die mit scharfkantigen Knicken verlaufen und sich ebenso treffen.

[11]) Was die Schrammen ab und zu kreuzt, sind nur seltene, feine Risse im massigen Gneis der Wand.

[12]) Ich bediene mich hier des von Herrn Prof. *Niggli* auf die Handstücke angewandten Ausdruckes.

Die hinterste Stufe führt vom Pian delle Rose zum Pian de' Pi *) empor. Sie ist am obern Rand über einer größtenteils bewaldeten Halde von zerrütteten Felsen gekrönt. Die Zerrüttung ist viel größer als die der Gesteine am Abriß des Kirchrückens in Campo über dem alten Bergsturzsockel. In der Verlängerung der beschriebenen Furche vor dem Wandfuß nach NNW fehlen sogar diese morschen Felsen, und die pulverreiche Halde der Stufe führt an deren Westende bis zur abgerundeten Kante empor. Die ausgeprägte, immer noch steile Stufe ist also seit ihrem Urzustand erst durch das Eis und dann weiter durch tiefgreifende Zersetzung und rauhen Zerfall umgewandelt worden. Sie ist aber dabei am obersten Saume wandartig geblieben, eine Erscheinung, die der Stufe *unter* dem Pian delle Rose fehlt. Ueber der hintersten Stufe liegt nun der Pian de' Pi (der Kiefernboden), 1820—1843 m hoch. Er enthält zwei geschlossene Mulden; die westliche reicht 7 m unter den tiefsten Teil der Umwallung, die östliche 12 m.[13]) Der Grund der östlichen Mulde liegt aber 25—30 m tiefer als jener der westlichen. *Heim* hat die westliche Mulde als Versickerungsloch hervorgehoben (7, S. 12/13). Dieser unterirdische Abzug muß viel zur Zersetzung des Gesteins in der obersten Stufe beitragen, zumal sich hier auch mächtiger Lawinenschnee ansammelt. Die Stufe zwischen den beiden « Piani » macht nicht den Eindruck, als ob hier größere Teile des zerfallenden Gesteins seit dem Ende der Eiszeit noch vorgedrungen wären, wohingegen dies unterhalb des Pian delle Rose an mehreren Stellen ohne Zweifel der Fall war und ist. Darum sieht die *untere* Stufe trotz der Moränenbegleitung und teilweisen Bedeckung mit Moräne am obern Rand gar nicht danach aus, daß hier ein Gletscher über sie in den Sottone hinabgeflossen ist. Die Eisarbeit und spätere Abwitterung an Ort und Stelle haben die *obere* Stufe zwar umgestaltet, aber es erscheint mir doch richtig, ihrer Deutung als ursprüngliche Abrißböschung des Trümmerstromes durch Heim beizupflichten.[14]) Denn sie ist erstens die oberste dieser Stufen, und in ihr ist das stehengebliebene Gestein trotz starker Zerrüttung doch fester als das Trümmerwerk in der nächsten Stufe, was ebenfalls schon von Heim bemerkt worden ist. Nur im W, wo eine ältere tektonische Beanspruchung alles vorgelockert hat, ist kein deutlicher Unterschied mehr zwischen den beiden, in ihrer landschaftlichen Rolle sehr ähnlichen Stufen (vgl. Bild 2). Heim machte übrigens nicht den hier vorgenommenen Unterschied zwischen ihnen, wonach

*) Pi mit langem i (aus pini).

[13]) Nach meinen Aufzeichnungen; nach dem Plan Abb. 9 liegt hier keine sicher geschlossene Hohlform vor, oder eine, die weniger als 5 m unter den tiefsten Teil der Umwallung reicht.

[14]) Er sagt hier Abbruchwand (7, S. 16).

die *untere* Zerreißung durch eine verborgene Felsstufe veranlaßt wäre. Ganz besonders wichtig ist aber, daß nun auch die bei Heims Besuch im J. 1897 als fest geltende Gneismasse westlich vom Pian delle Rose nach den Stellungen der Bäume [15]) samt ihrer Bedeckung aus Amphibolitgesteinen das Abrücken begonnen hat. Bereits bildet sich dort eine noch seichte trennende *Furche,* an der die Stufe unter Pian de' Pi sich gemäß dem Umriß der abrückenden Gneismasse seitlich verlängert (vgl. den Plan Abb. 9).

Der Pian de' Pi ist nur der längere, östliche Teil einer Art Terrasse, die sich mit leicht geschwungenem Verlauf vor dem wasserscheidenden Kamm mit einer Unterbrechung durch steile Erosionsfurchen bis unter den Sasso Rosso verfolgen läßt; dort endet die Terrasse über dem südlichen Vorgelände der Kammlücke, 1860—1880 m hoch, 60 m breit. Sowohl über dem Westende des Pian de' Pi ist eine *Flexur* in der dünnplattigen Absonderung erkennbar, als auch dort, wo südöstlich vom Sasso-Rosso-Gipfel die ganze Terrasse ausläuft. Am erstgenannten Ort wurde eine Zunahme des Fallens nach SSE von gut 25° bis gegen 40° gemessen. In dem Profil der SW-Wand des Sasso-Rosso-Gipfels erkennt man, daß die dicken Bänke die Flexur der dünnen Platten nur abgeschwächt mitmachen, dafür endet ihre Beanspruchung in einer offenen Zerreißungskluft. Hingegen scheint die Flexur über dem Westende des Pian de' Pi in eine 40° steile Verwerfung überzugehen, in der quer zur dünnplattigen steilen Absonderung Spuren der flachern Bankfugen ausstreichen. Ich bin daher überzeugt, eine genaue Begehung der ganzen Länge des Terrassenstreifens werde ergeben, daß hier eine tektonische Störung (eine Flexur, streckenweise bis zum Bruch gesteigert) entlangzieht: Die Terrasse ist dann nur eine leicht zurückgeneigte abgesunkene Scholle. [16]) Leider verhinderten mich große Gruben weichen Schnees und eine erhebliche Lawinengefahr zu Pfingsten 1934, meine abschließenden Beobachtungen auch auf die *ganze* Länge dieser Terrasse und auf den untern Teil ihres Hintergehänges zu erstrecken. Bestimmt entsprechen die meiner Auffassung zugrunde liegenden Beobachtungen der Natur. Hingegen herrscht nicht vom Pian de' Pi bis zur Wasserscheide das in Heims Profil gezeichnete 20°—23° steile « ungestörte Schichtfallen ». Heims Profil verlegt in die Linie der von mir gewiß nicht leichthin ver-

[15]) Man muß hier die 1933 und später bergwärts geneigten Stellungen der Bäume von jenen trennen, welche Lawinenwinden zugeschrieben werden könnten. Eine mit viel Felsstücken durchsetzte Grundlawine ging Pfingsten 1934 auf dem westlichsten Teil des Pian de' Pi herab.

[16]) Vielleicht hängt damit die Knickfaltung in den obersten Gneislagen des westlichen Pian de' Pi zusammen. Von dieser abgesehen, ist Heim zuzustimmen, der die Schichten hier als sanft rückwärts einfallend angegeben hat.

tretenen Verwerfung die allerhinterste Ablösungsfläche des langen Rutschmassengebietes. Ich habe auch im Sommer 1933 keinen genügenden Anhaltspunkt dafür gefunden. Jedenfalls begann in den letzten Jahren die seitliche Fortsetzung der Ablösung nicht etwa am Fuß des Wasserscheidenkammes, sondern im Bereich des Stufenabfalles vom Pian de' Pi, dessen 300 Jahre alte Bäume wie zu Heims Zeiten gerade stehen. Die sich ablösende Gneismasse mit der geschrammten Wand läßt sich nicht einmal 100 m weit nach W mit Sicherheit verfolgen. Es kommt dann im Gehänge unter jener Terrasse innerhalb 120 m Höhenabstandes ein vierfacher Wechsel von grauen Zweiglimmergneisen und Amphibolitschiefern, so daß in einer der sehr steilen Erosionsrunsen ein Schneeschmelzbach viermal über 4—6 m hohe Gneiswände fällt, um dann auf weniger steilen Strecken 10—20 m dicke Amphibolitlagen zu durchmessen. Dieses ganze Gebiet gilt seit je als anstehend, und es ist kein Anzeichen bekannt, daß die oberhalb verlaufende, als tektonisch abgesondert aufgefaßte Terrasse mit allem, was unterhalb folgt, abrutsche. Das ist auch bei der Deutung des vertieften Gehängefußes hinter Pian de' Pi zu bedenken, der ja nur den Ostteil jener Terrasse darstellt. Damit soll nicht geleugnet werden, daß die südöstlich vom Sasso-Rosso-Gipfel ins Klaffen gekommene Spalte der Auftakt zu einer Ablösung auch dieser Terrasse sein kann.

Werfen wir nun auf den Trümmerstrom hinter Campo einen Rückblick von oben nach unten. Er besteht aus Zweiglimmergneisen und Blöcken aus Grüngesteinen sowie Amphibolitschiefern, aus denen jene (Serpentin, Strahlsteinschiefer und Strahlsteinchloritschiefer) hervorgegangen sein dürften. Im Abriß unter Pian de' Pi liegen die Gneise obenauf. Sie liegen ferner 100 m westlich vom Blockstrom auf ganz mürben dünnblättrigen Lagen und kleinen Brocken von Strahlsteinfels. Der Aufschluß liegt in einer Bachschlucht, welche die Gilarda in das benachbarte, noch feste Grasgelände gerissen hat. Die untere Gneisgrenze hat ungefähr die gleiche Höhe wie der im selben Querprofil liegende mittlere Teil des Sottonetales im Blockstrom. Danach sind offenbar die Gneise über den Grüngesteinen, aber im Talhintergrunde auch ansehnliche Teile dieser selbst ins Rutschen gekommen. Die Mächtigkeit des gerutschten zertrümmerten Gesteins ist in dem genannten Profil wohl nicht über 50 m in dem breiten Wall rechts vom Sottone.[17]) Wülste mit Querfurchen im Blockwerk finden sich vor allem in dem Vorbau der Stufe unter Pian delle Rose, sodann westlich der Moräne, die den Sottone abschließt. Ueberhaupt hat der Blockstromteil

[17]) Heim (7, S. 13) schätzte die Mächtigkeit des Gebildes im Mittel auf 30 m, stellenweise auf 50 m, die Blockmassen vom Bombogno her inbegriffen.

rechts des Sottonetales seiner längern Beweglichkeit wegen eine gewisse Selbständigkeit erlangt. *Sein* unteres Ende ist es auch, das vor aller geschichtlichen Ueberlieferung in die Mulde von Campo ausgequollen ist und durch späte Rucke die weiter unten in den Bildern 5 u. 6 dargestellten Zerstörungen bewirkt hat.

Die Blockmassen vom Bombogno, die den Moränenwall verbogen haben, sind an ihrem untern Saume auch weiter gegen SSE in Wallform gestreckt, als ob sie zum Teil noch bei Anwesenheit von Eis und Firn abgefahren wären. In dem Narbentälchen unterhalb des Moränenwalles und der Stufe, welche den Sottone abschließen, steht seltsam ein 1383 m hoher elliptischer Hügel aus Riesenblöcken (vgl. hierzu Abb. 9), nach S fast 50 m abfallend, gegen N von der mit ebensolchen Riesenblöcken besäumten, dem Bombogno als Terrasse vorgelagerten Geländestufe durch eine Furche getrennt, die an der seichtesten Stelle immer noch rd. 12 m tief ist. Das Blockwerk ist hier einstmals über die Kante der Stufe zu einem Riesenhaufen herabgestürzt, einer Stufe, die ich für den früher nur von Moränen bedeckt gewesenen Rand der verborgenen felsigen Ausrißnische hinter Campo ansehe. Wichtig ist, daß dieser steile Hügel die in den J. 1927 bis 1931 festgestellte Bewegung von 50 cm nach SE mitmacht, also *nicht* der Richtung folgt, aus der die Blöcke stammen. [18])

Diese Tatsache und die Breite der Zerreißungs- und Abrißstufen bei den « Piani » oben beweisen nochmals die Berechtigung der Auffassung, daß der Sottone [19]) nicht als Zwischenraum einen breiten von einem schmalen Blockstrom trennt, sondern eine Vertiefung in *einer* ursprünglich einheitlichen Blockmasse darstellt. Ihr Auslaufen gegen die Terrasse von Campo erfolgt gemäß den Bodenformen nicht einheitlich, ist auch zum Teil auf der linken Seite durch die Trümmerschütt vom Bombogno her maskiert. Aber daß am innern Rande der Terrassenmulde nahe unter der vordersten Stirne der Blöcke rasch fester Grund liegt, lehrt die starke ausgezeichnete Dorfquelle, deren Durchschnittsertrag Alb. Heim zu 3000—5000 l/min schätzte; nach einer rohen Messung mit Schwimmer und Uhr im Zuge der Schneeschmelze zu Pfingsten 1934 errechnete ich mindestens 15 000 l/sec. Ich schätzte jedoch den Durchschnitt des Jahres *höchstens* auf 3000 l/min.

Und nun schließt sich diese Betrachtung. Der Blockstrom, welcher nur mit 40 m und weniger Mächtigkeit der mindestens bis 70 m dicken Fels-

[18]) Der von Heim als Trübbach bezeichnete Riale di San Giovanni, ein bis zur Verstärkung durch die Dorfquelle periodischer Bach, entsprang zu Pfingsten 1934 ganz klar auf der Höhe der Terrasse links der « Narbe » zwischen Blockkegel und Moräne. Die Trübe begann erst mit dem Entlangfließen am Hügel 1383 m.

[19]) Heim bezeichnete als Sottone nur das periodisch gefüllte Seebecken.

masse im Kirchrücken nachfolgte, konnte natürlich deren hinterlassene Lücke nicht ausfüllen, weshalb eine Narbe verblieb. Dann kann der Fels im Kirchrücken auch nicht wie der Blockstrom über den Amphibolitschiefern oder Grüngesteinen abgerutscht sein, die vielleicht gar nicht so weit nach SE reichten. Tatsächlich fand ich in den Halden der Rovanaschlucht unter dem *Rücken* von Campo überhaupt kein solches Gestein, aber dann plötzlich massenhaft unter der *Mulde* von Campo, wo es aus der Gegend der Kammlücke oberhalb Cimalmotto stammt. Hingegen sind *Glimmerschiefer* im östlichen Teil der « frana » vertreten, über denen Rutschungen vorkommen. Daß die Amphibolitgesteine bald auskeilen, ist eine in der Gegend gewöhnliche Erscheinung. Auch die Glimmerschiefer sind nicht überall ununterbrochen vorhanden. Ueber die Beziehung des Trümmerstromes zum uralten Felsrutsch im Terrassenrücken läßt sich derzeit nicht mehr sagen.

All das Vorgebrachte diente ja nur der Absicht, den reichen Formenschatz, den der Plan Abb. 9 zeigt, einprägsamer zu machen. Bloße Vermutungen waren dabei nicht zu vermeiden, meist aber konnten sie begründet werden; das ermöglicht es, zu prüfen, ob sich eine andere Begründung besser in den Zusammenhang der übrigen Beobachtungen füge. Die Kenntnis der seit 1927 durch die Eidg. Landestopographie *gemessenen* Bewegungen hat ganz wesentlich dazu geholfen, das Reich der Vermutungen bei der Deutung derart vereinzelter Verhältnisse auf ein wohl noch erträgliches Maß einzuengen.

IV. Die wichtigsten Veränderungen auf der Terrasse von Campo seit der Mitte des 19. Jahrhunderts.

a) 1851 bis 1867.

Der Zustand vor allen jenen Ereignissen, die Campo und seine Dorfflur betroffen haben, war folgender: Die Terrasse hatte einen meist mit Wald bewachsenen Abhang zur Rovana hinab, die in einem Tale floß, dessen Tiefe damals etwas geringer war als jetzt; am obern Ende des Terrassenfußes war sie um etwa 10 m geringer als heute und am untern um allerhöchstens 40 m, so daß das Tal hier immer noch mindestens 160 m tief war. Die damalige Rovana floß bis 70 m südlicher. Nach der Aufnahmeskizze des Ing. *Depuoz* von 1851 für die Dufourkarte 1 : 100 000 hatte das Gehänge auf der SE-Seite des Rückenabfalls eine Entblößung, höher als breit. Sie reichte etwa bis zu einem Drittel der Höhe am Abhang empor. Diese älteste Plaike lag dort, wo heute das Ostende der großen « frana » liegt.

Vielleicht war sie die Folge des von Alb. Heim (7, S. 1) erwähnten, 1839 erfolgten « kleinen Absturzes ». Gleichwohl eröffnete man im J. 1852 eine Holzschwemme, welche die Baumstämme durch den Abstrom künstlich angestauter Beckenfüllungen beförderte. Die unterste Schleuse lag 1,2 km oberhalb des Westendes der Terrasse von Campo. Schon im J. 1852 nahmen am *SE*-Rande, also am *entgegengesetzten* Rande der Terrasse, Häuser schiefe Stellungen an. Als dann im J. 1855 die Holzschwemme von einer Industriegesellschaft verstärkt betrieben wurde, war soeben eine starke Tiefenerosion der Rovana eingeleitet worden (seit 1854 beglaubigt). Im J. 1857 beging man eine Ausschreitung im Betrieb der Schwemmerei, indem man den ohnehin durch Regenfluten hochgeschwollenen Fluß erst aufstaute und das Hochwasser aufs äußerste künstlich steigerte (7, S. 2). « Der Boden in Campo zitterte ... » Nun wurde die Erosion der Rovana beschleunigt und hatte bis zum J. 1858 (seit 1854) unter dem Rücken von Campo 30 m erreicht. Diesmal (1857) wurden Häuser bereits zerrissen, andere schiefgestellt (im ganzen zehn Gebäude, auch Ställe, rutschten ab) (13, S. 49).

Damit begann der Untergang des östlichen Gemeindeteils Alla Chiesa. Ueber die Gegend, wo dies geschah, haben wir einen Anhaltspunkt, weil in 5, S. 4, ein wohl schriftlicher Bericht Culmanns auszugsweise angeführt wird: wonach schon im J. 1858 « die östliche, längs einem Seitenbach hinziehende Gasse ganz verlassen wurde, aus Furcht, es möchte einmal alles in den Seitenbach hinabrutschten ». Dies ist sehr merkwürdig, denn mindestens die schiefgestellten Häuser standen demnach zum Teil gar nicht am Terrassenrande über der Rovana, sondern am Rande über der kleinen, oft wasserlosen Waldschlucht, welche die Terrasse im NE begrenzt. Geht man heute den Ruinenspuren nach und betrachtet zugleich die Bodenformen, so wird es ganz klar, daß der zugrunde gegangene Teil von Alla Chiesa *nicht* am obern Rande des heutigen großen Ausrisses der « frana » gelegen hat, sondern östlicher, wo eine zum Teil bewaldet gebliebene, zum Teil neu bewaldete *Absitzung* der südöstlichen Terrassenecke erfolgt ist. Sie ist von deren Hauptteil durch einen Kreisbogen abgegrenzt. Abb. 3 zeigt ihren Plan, Abb. 12 zwei Profile. Die Absitzung erfolgte auch nicht einfach zur Rovana, sondern nach ESE schräg in den Winkel zwischen ihr und dem Seitentälchen, dessen Mündung durch eine heute wieder preisgegebene, besonders weit nach links greifende Windung der Rovana zurückgeschoben war. Damals war also noch die Seitennagung der wild gemachten Rovana gefährlicher als die Tiefennagung, deren Anriß erst bis zur Hälfte des Waldhanges, etwa bis zu 80 m, emporgewachsen war (vgl. Nr. 1 und 15).

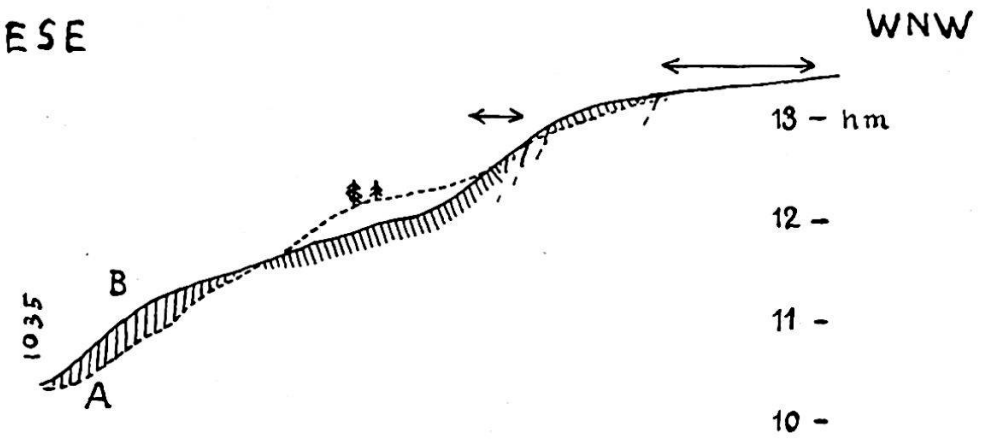

Abb. 12. Zwei Profile durch die Absitzung an der SE-Ecke der Campoterrasse 1 : 10 000. Ausgangspunkt ist die Rovana; Linien mit Pfeilen über den gemeinsamen Strecken. Über A beginnt zunächst die Linie des weniger tief abgesessenen Abhanges mit dem alten Waldschopf. Unter B folgt zunächst die mit Schraffen unterlegte Linie des mehr abgesessenen, unten breiter vorgedrückten Profils. Die dezimeterhohen Risse sind angedeutet. Es sind in Wirklichkeit mehr. Die eingezeichneten liegen an den wirklich aufgesuchten Stellen.

Unter einer *morphologischen Absitzung* verstehe ich die unelastische Deformation einer Masse, deren Höhe dabei geringer, deren Basis aber durch Vorquellen breiter wird. Es pflegen sich Reihen von Rissen einzustellen, wo die horizontale Komponente der tiefern Teile oben wegen Inhomogenität der Masse nicht stetig befolgt wird. Eine mechanische Deutung des Vorganges, die dazu paßt, ist folgende: Die zu schwer gewordene Masse quetscht ihre eigene Basis aus. Zu schwer kann eine Masse durch das Umsichgreifen hydrostatischer Drucke werden, das mit dem unelastischen Zustand Hand in Hand geht. Das Einsinken der Höhe vermindert diese Art von Drucken, das Breiterwerden der Basis verteilt alle vorhandenen Drucke auf eine größere Zahl von Flächeneinheiten, bis wieder Gleichgewicht herrscht. Ob an Weganschnitten beobachtet oder an großen Terrassen und ganzen Bergen: Die Absitzung hört nach erreichtem Gleichgewicht auf. Im Vergleich zu einer nur gefühlsmäßig angenommenen Fortsetzung « bleibt » diese unelastische Deformation « stecken » oder « wird unterbrochen ». Wenn diese mechanische Deutung das Wesen trifft, muß in solchen Massen jede Seitennagung zur Deformation führen, denn sie schmälert die vorwiegend tragenden basalen Teile; aber auch jede Tiefennagung muß Verschiebungen bewirken, denn sie vermehrt die hydrostatisch wirksamen Druckhöhen der obern, vorwiegend lastenden Teile. In *diesem* Sinne wird die Masse also durch äußere Angriffe « zu schwer ». Am längsten braucht die Herstellung der Ruhe an den Rissen und auf deren Hintergelände, da die Schließung der alten Risse lange Zeit neue erzeugt. Die alte Siedlung Alla Chiesa ist also dem Umstand zum Opfer gefallen, daß der

Rücken von Campo seine Unterlage fast gegen ESE hervorpreßte, gegen den Scheitel jener räuberischen Rovanawindung.

Aber auch die *ganze* Terrasse von Campo hat schon im J. 1858 gelitten. In der amtlichen Uebersetzung des von Kantonsing. *Poncini* im J. 1858 erstatteten Berichtes sagt er, daß er Prof. Culmann aufmerksam gemacht habe « auf die *Senkung,* welche die Hochebene erlitt, auf der der Ort liegt, die Spalte, welche wie ein großer Halbkreis das Bewegliche vom festen Bergeshang trennte, auf die zahlreichen Spalten, welche in zweiter Linie sich da und dort über die Fläche erstreckten, welche im Abriß inbegriffen ist ». Diese unbeachtet gebliebene Beschreibung bezieht sich nicht auf die SE-Ecke der Terrasse, sondern auf deren ganze Fläche, wie denn auch Culmann aus dem gleichen J. 1858 berichtet (1, S. 9): « Im *ganzen* Ort findet sich fast kein Haus mehr ohne Sprünge », und « die Kirche hat große Sprünge und der Turm hängt schief. » Hier darf man bedenken, daß nach Culmann die Rovana schon damals ihr Bett sogar auf 1000 m Länge im Maximum um 30 m binnen vier Jahren tiefer gelegt und somit das Gleichgewicht der ganzen Terrasse gestört hatte. Noch im J. 1890 entsprachen die Risse nach der amtlichen Darstellung in Nr. 5 dem im Bericht von Poncini davon entworfenen Bilde. Der dazugehörige Plan reicht nicht weit genug auf die Terrasse, daher sieht man nur die seitlichen Risse. Sie liegen nicht auf einer Linie, sondern lösen einander mit gewissen Verschiebungen ab. Im Westen sind sie fast parallel zum Unterlauf des Terrassenbaches. Die Gegend, wo der kreisbogenförmige « distacco » Poncinis den Abschluß bilden sollte, erreicht der Plan vom J. 1892 nicht mehr. Diese Zerreißung ist auch heute nicht mehr zu finden. Es war also schon im J. 1858 außer der durchgreifenden Absitzung an der SE-Ecke der Terrasse eine geringere, aber weitreichende, fast der ganzen Terrasse von Campo eingeleitet. Im J. 1859 wurden die Stauwerke der Holzschwemmen gesprengt. Die Unterschneidungswand an der Rovana witterte in den folgenden Jahrzehnten zurück unter gewaltiger Halden- und, wie Heim beglaubigt, auch Geschiebebildung im Rovanabett. Dadurch wurden die lastenden Massen der Terrasse oben von Jahr zu Jahr verschmälert; das Zurückweichen des Terrassenrandes mußte auch in der *Mulde* von Campo geschehen, wo der Schutt wohl zu locker war, um am Abfalle große Wände zu bilden. Sein Abbrechen und Abrieseln dürfte die Terrassenkante in unmittelbarer Verbindung mit der Tiefenerosion rückverlegt haben.

b) 1868 bis 1897.

Seit 1858 schweigen die Berichte über eingetretene Schäden ein volles

Jahrzehnt. « 1867 auf 1868 fanden am *südlichen* Felshange..... *gegenüber* von Campo einige schwere Felsstürze statt. » So entstand rasch die 400 m breite Kegelhalde grober Blöcke, welche die Rovana gegen den Terrassenfuß unter der Mulde von Campo drängte. Das mußte die Zerstörung von Wiesen und Wald am Terrassenhange beschleunigen. Ein katastermäßiger Plan von Ing. Bazzi, im Besitz der Eidg. Landestopographie und gezeichnet 1872, zeigt Campo 1 : 2000 und verschafft die Erkenntnis, daß noch damals die « frana » den Terrassenrand 100 m oberhalb des Baches südlich Campo *nicht* erreicht hatte. Sie muß sich hier noch auf die tiefern Teile des Abhanges beschränkt haben. 1868 bewirkten lange Oktoberregen, daß nun auch die Absitzung Fortschritte machte. Denn die bestehenden Risse im Boden konnten sich dabei mit so viel Wasser infiltrieren, daß die Last der ganzen Terrasse mit den hydrostatischen Drucken darin bedenklich zunahm. Doch lief es diesmal noch glimpflich ab. Probst Buetti (8, S. 119) berichtet bei Beschreibung der Heiligtümer und kirchlichen Stiftungen von Campo: « Dem mächtigen Schutz der Madonna Addolorata schrieben die Campeser es zu, wenn sie nicht vom Schnee begraben wurden, der im Januar 1863 mehr als 4 m hoch war und gleicherweise, wenn sie mit ihren Häusern und Viehherden unverletzt blieben, während der ununterbrochenen (continue) Regenfälle im Oktober 1868. Einige Häuser erlitten gleichwohl Risse und Klüfte, weil der Boden an verschiedenen Orten nachgab. » Das Hochwasser von 1868 hat nach Heim auch den Dorfbach, d. h. das Hauptgewässer der Mulde von Campo, zum Einschneiden gebracht, so daß Rutschungen beiderseits gegen diesen Bach entstanden. Er fließt heute über der 90 m hohen Mündungsstufe in einem bis 25 m tiefen waldigen Kerbtal. Am innern Terrassenrande sind die Tälchen aller Gewässer nur 2—3 m tief. Schon *vor* allen geschichtlichen Nachrichten ist ein Teil des Rückens von Campo gegen den Bach gerutscht, so daß die auf Abb. 3 östlich der Zahl 1268 gelegene Platte rückwärts von einem beiderseits offenen Tälchen mit 150 m Länge im Bogen abgegrenzt wird. Die Rutschungen von 1868 waren offenbar viel kleiner und im unbewohnten Wiesengelände vor sich gegangen, vielleicht die eine oder die andere Mühle beschädigend. An durchgehende Gleitflächen in der Trümmermasse am Bache kann man nicht denken, so war es vielleicht ein rutschendes Schuttfließen.

Wichtig ist, daß nach 1868 zum ersten Male sich auch die Terrasse von Cimalmotto rührte und ihre innere lockere Beschaffenheit verriet. Probst Buetti schrieb darüber (8, S. 121): « A motivo del sotterraneo *disaggregamento* [20]), che compromette pure anche il paese di Cimalmotto

[20]) Hervorhebung von Buetti.

il dipinto (berühmtes Kreuzigungsgemälde von Borgnis aus dem J. 1749 in der Vorhalle der Kirche), presentò dopo il 1868 alcune fessure e specialmente si riscontrarono guaste (Sprünge) le belle teste delle tre Marie.» Anhaltspunkte dafür, ob dies mit dem Blocksturz am rechten Rovanaufer oder mit den Oktobergüssen und deren Folgen für Campo zusammenhing, fand ich keine, wenn man nicht aus dem «dopo il 1868» auf das zweite schließen will. Die Uebertragung der abgehobenen Farbenschicht des Freskogemäldes auf Leinwand wurde 1887 mit Bundeshilfe vollendet.

Allmählich stellten sich im Untergrund von Campo Gleichgewichtsbedingungen ein, so daß man im J. 1883 eine Fahrstraße über die ganze Terrasse nach Cimalmotto baute. Deren Untergrund war jedoch auf zwei Strecken schlecht: im SW, wo der versumpfte Fuß des besonders an starken periodischen Quellen reichen Abfalles von Cimalmotto den Bach des Molino Jecchi ernährt. Er fließt zwischen jenem Abfall und einem 10—20 m hohen Moränenwall, der das kleine Tälchen von der übrigen Mulde von Campo abtrennt (Abb. 3). Im NE war und ist heute noch der Grund der Straße dort schlecht, wo sie stets in weniger als 100 m Abstand, zum Teil nur 50 m entfernt von den Setzungsrissen verlief, an denen 25 bis 30 Jahre früher der größte Teil von Alla Chiesa zugrunde gegangen war. — Von 1888 bis 1893 dauerten die Verbauungsarbeiten an der Rovana einschließlich der Reparaturen und Sicherungen, die ein 1889 am fast fertigen Werk angreifendes Hochwasser nötig machte. Die neue Straße blieb auf den genannten Strecken nicht ruhig. Da hieraus für die ganze Terrasse weitgehende Folgerungen gezogen wurden, sei nach den von Heim überlieferten Angaben eine kleine Tabelle hergesetzt.

Verschiebungen der Straße von 1883 bis 1897:

Ohne nähere Ortsangabe (7, S. 4)

1883—1888:	je 1 m
1889:	20 cm
1883—1889:	5 m 20 cm

SW Sumpfiger Hintergrund eines Aufschüttungstälchens (Molino Jecchi)	NE Strecke der nachträglichen Setzungsrisse (sö. d. Kirche)
1883—1897: **57 m** (13, S. 53)	1883—1897: **35 m** (13, S. 53)
Daher 1889—1897: 51 m 80 cm	Daher 1889—1897: 29 m 80 cm
1895—1897: 1 bis 2 m (ebenda)	1895—1897: 1 bis 2 m (ebenda)
Daher 1889—1895: 50 m rd.	Daher 1889—1895: 28 m rd.

Jahresdurchschnitte:

1883—1888 (5 J.)	1 m
1889 (1 J.)	0,2 m
inkl. 1890—1895 (6 J.)	8 m bzw. 4,8 m
1895—1897 (2 J.)	knapp 1 m

Während also gegen einen rutschigen Talhintergrund und gegen eine 600 m weiter östlich gelegene alte Absitzung, die zum Teil ebenfalls in ein Seitentälchen führt, die Straßenverlegungen von 1889 bis 1895 am raschesten vor sich gingen, war in Campo, das dazwischen liegt, « 1892 bis Frühjahr 1897 Ruhe eingetreten. Die Bewegungen im Dorfe hatten fast ganz aufgehört » (7, S. 4). Von diesen fünf ruhigen Jahren entfallen drei auf die Zeiten der raschesten Straßenverschiebung, wobei die obigen Zahlen ja nicht absolut genau sein können. Aus diesen überlieferten Angaben folgt für mich nur, daß die Straßenverschiebungen nichts mit den Bewegungen im Dorfe zu tun hatten, abgesehen von Nachrucken im Ruinengelände von Alla Chiesa. Viel wahrscheinlicher ist, daß eine unvorsichtige Beurteilung und Behandlung der schlechten Baugrundstrecken sich im Schicksal der Straße auswirkte. Daß aber die ganze Terrasse mit dem Dorf in 14 Jahren wie ein Klotz sich um 45 m vorschob (welcher Betrag zwischen 57 und 35 m liegt), dafür findet sich in keiner Beobachtung ein Anhaltspunkt, im Gegenteil. Es fehlt auch jede positive Beziehung im Verhalten der beweglichen Straßenstücke, sei es zum Hochwasser von 1889, sei es zur Verbauung von 1888 bis 1893, deren Bedeutung durch jenes Hochwasser vorübergehend geschwächt war. Im J. 1890 lag der Hauptteil des Dorfes (Villaggio und Matter) so da, wie es das Bild 5 zeigt. Das westliche Ganella ist unsichtbar. Die Ruhe im Dorfe, welche, wie wir nun wissen, mit großer Verrutschung der labilen Straßenstrecken zusammenfiel, wollte Heim nicht durch den Erfolg der Verbauung, sondern den der trockenen Jahre erklären. Tatsächlich war schon 1891 unternormal feucht und die Reihe 1892 bis 1895 besonders trocken.

c) 1897 bis 1934.

Im Juni 1897 begannen nun bis November dieses Jahres die schlimmsten Zerstörungen, welche die Siedlung Campo seit 1857 erlitten hatte. Sie können dem Vergleich der Bilder Taf. III und IV unmittelbar entnommen werden. Unbewohnbar wurde die Gemeindefraktion Matter [21]) (links der Mitte des Bildes von 1890 über dem Dorfe), von der auf einer bei Büchi

[21]) Der Plan von Ing. Bazzi aus dem J. 1872 schreibt « Mattero ». Gesprochen wird heute « Matter ».

Fratelli in Locarno käuflichen Aufnahme vom J. 1907 noch einige ragende Ruinen zu sehen waren, während die jetzigen niedrigen Ruinenreste meist hinter der Geländewölbung liegen. An *einem* Tage, dem 19. September 1897, fiel ferner das Haus Pedrazzini, das höchste rechts der Bildmitte von 1890, zusammen; im Gedächtnis der Bevölkerung wird es als das einst schönste und stattlichste des ganzen Distriktes bezeichnet. Matter stand auf einer Nase des Trümmerstromes, der, wie schon gesagt, *vor* allen geschichtlichen Nachrichten mit seinem rechten Lappen gegen die Mulde von Campo gequollen war.[22]) Eine sehr begrenzte Umlagerung im Schutt hat Matter zerstört. Rechts über dem Platz dieser Siedlung ist auf beiden Bildern eine Hütte sichtbar und kleine Einzelheiten in der Bodengestaltung, die sich nicht verändert haben. Das eingestürzte Haus Pedrazzini wurde, auf der Terrasse selbst stehend, von einem andern Teil der Stirne des Trümmerstromes rasch umgeworfen. Hier habe, erfuhr Heim, der Vorstoß 20 m betragen. Andere Häuser empfingen neue Risse. Im ganzen hat sich doch ein großer Teil dieses Trümmerstromlappens um mehrere Meter, aber nicht gleichmäßig, vorgeschoben, zum Teil *auf* die Terrasse im Muldenteile, ein Aufschub, den schon Heim bemerkt hat. Was lag diesen bescheidenen, aber folgenschweren Umlagerungen und Rucken der Trümmer zugrunde? Es ist nachgewiesen, daß im J. 1897 die alte Absitzung der Terrasse wieder aufgelebt war. Denn Heim fand im November, daß der nasse Schutt im untern Viertel des Abfalles vorstieß und sich stellenweise über die feste Ufermauer hinaus ergoß. Das Hochwasser vom 4. September 1897, zwei Wochen vor dem Hauseinsturz, hatte nur 150 m von 1000 m Uferverbauung zerstört. Die übrigen folgten dann freilich in wenigen Jahren nach, denn dem Druck einer unelastisch sich deformierenden Masse von solcher Größe ist die Festigkeit keiner Ufermauer gewachsen, auch wenn sie äußerlich noch steht. Das Wasser nimmt das innerlich schwach gewordene Gemäuer schließlich auch ohne Hochfluten mit. Dem Vorquellen unten mußte oben Senkung und Zerreißung entsprechen.

Der Belebung dieser Absitzung ist der Winter 1896/97 vorangegangen. « Schon im Oktober 1896 lag der Schnee 1 m hoch. Regen und Schnee wechselten ab. Im Frühling noch soll im Gebirge 7 m und im Dorfe 4 m schwerer gesinterter, halbvereister Schnee gelegen haben. Die Schmelzwasserinfiltration war somit enorm und ungewöhnlich » (7, S. 4). Diese

[22]) Es bestand, wie ich hörte, in seinen guten Zeiten aus vier Gehöften. Ein altes Liebhabergemälde in Oel, lange vor 1890 gemalt, im Besitz von Signora Cecilia Donzini, zeigt in Matter ein Haus *mehr* als die Photographie 5, Tafel III. Demnach bestand sieben Jahre vor Heims Besuch die Fraktion noch aus mindestens drei Gehöften. Der Plan vom J. 1872 zeigt acht Gebäude, Wirtschaftsbauten inbegriffen.

Beschreibung Heims erinnert sehr an die Mitteilungen über den Winter 1862/63 und 1933/34. Beide Male ist *auf der Terrasse kein* schwerer Schaden geschehen und auch im J. 1897 nur dort, wo der Trümmerlappen vorstieß; Matter stand auf ihm. Eben seine Bewegungen harren noch der Verständlichmachung. Nun ist der von Poncini im J. 1858 so lebhaft beschriebene, von Culmann indirekt bestätigte halbkreisförmige « distacco », der den ganzen Siedlungsraum auf der Terrasse umfaßt habe, später aus fast allen Quellen verschwunden, besonders fehlt er in Wort und Plan bei Heim. Der amtliche Plan der *Schlucht* von 1892 enthält nur seine zerfaserten Enden. Wahrscheinlich hatte sich der Riß geschlossen und hinter sich kurze neue Lockerungen durch Zerrung in verschiedenen Abständen entstehen lassen. Die eine oder die andere Zerrung mußte schließlich dem Trümmerstrom zu nahe kommen, bei der Neubelebung der Absitzung vielleicht sogar *unter* dessen Stirn aufreißen oder wieder aufreißen. Eine Block- und Schuttablagerung mit wulstiger Stirn hat aber leicht labile Stellen, die auf solche Bewegungen verstärkt antworten, wenn auch mit örtlicher Begrenzung. Die Bewegungen in der Stirn des rechten Lappens des Trümmerstromes dürften sich wohl noch ein Stück aufwärts vielleicht merklich geltend gemacht haben. Daß aber die ganze relativ seichte Blockmasse bis unter Pian delle Rose damals durch ihr eigenes Gewicht ins Rutschen gekommen sei und gar einen Teil der Terrasse vor sich hergeschoben habe, wäre das Gegenteil dessen, was die Beobachtungen ergeben haben. Auch kann der Leser vor den Bildern und dem Profil darüber nachdenken, wieviel in einem solchen Fall von Campo noch übriggeblieben wäre. Die für das J. 1897 erwiesene Belebung der chronischen Gesamt*absitzung* ist gewiß durch die Infiltration des Schneewassers gefördert worden.

Läge eine *Rutschung* der Terrasse vor, so wäre sie aber durch das Wasser gehemmt worden. Denn durch die Lehren der « Erdbaumechanik », die *Terzaghi* in seinem gleichnamigen Werk auf Grund eigener und anderer Versuche, Berechnungen und Naturbeobachtungen niedergelegt hat, wissen wir, daß Wasser für Sand ein « Antischmiermittel » [23]) ist, für Ton normalerweise ein Schmiermittel. Diese Erkenntnis wird von ihm sogar angesichts des festen, sehr verschiedenkörnigen Gehaltes von Murgängen festgehalten. Einen rohen, aber deutlichen Beleg dafür, daß diese Lehre auch für das gemischte, überwiegend grobe und blockdurchsetzte Material im Sockel von Campo sehr brauchbar ist, fand ich in folgendem: In der trockenheißen Pfingstzeit 1933 und im heißen August desselben Jahres hatte beim Begehen

[23]) 11, S. 4, 44, 349.

der « frana » fast jeder Schritt eine große, oft unerwünschte Bewegung von benachbartem Schutt und Blöcken zur Folge. Zwei Tage vor Pfingsten 1934 war zunächst die Feuchtigkeit auch durch Regen groß. Mit angenehm empfundener Leichtigkeit und Sicherheit konnte man sich selbst auf steilen Strecken in dem Abriß bewegen. Zwei Tage schönen Wetters hatten bereits eine merkliche Verschlechterung der Festigkeit des Schuttes nach sich gezogen. Aber die unzweifelhaft reibungserhöhende Wirkung des Wassers kann durch den bei Infiltrationen auftretenden hydrostatischen Ueberdruck weit mehr als wettgemacht werden, wie das Terzaghi auch für die hydrodynamischen Vorgänge bei Schwimmsand und andern « Setzungsfließungen » nachgewiesen hat.

d) Die gemessenen und meßbaren Veränderungen im Gebiet von Campo von 1891 bis 1931, auf Grund der Arbeiten der Eidg. Landestopographie.

Der Plan 1 : 4000 und das Längenprofil 1 : 2000 bzw. 1 : 1000 des Eidg. Oberbauinspektorates wurden 1892 veröffentlicht und stellen den Zustand im Juni 1891 dar. Sie kommen für Vergleichungen mit der eidgenössischen Neuaufnahme von 1930/31 im Maße 1 : 10 000 in Betracht.

Nun ist jedoch die Kirche von Campo (Dreieckpunkt) nach der neuen Einmessung 1314,16 m hoch gelegen, anstatt der frühern Zahl 1323 m. Diese Veränderung ist nur zum kleinen Teil der Senkung von 2,9 m zuzuschreiben, welche die Kirche von 1892 bis 1931 mitgemacht hat. Somit liegt das alte Profil gegenüber dem neuen zu hoch und müßte für Vergleichszwecke um etwa 6 m gesenkt werden. Ja, angesichts des Vermessungsfehlers der ältern Aufnahme könnte selbst ein etwas größerer Fehler in der absoluten Höhenlage des alten Profils nach fachmännischem Urteil nicht ausgeschlossen werden. Diese Unsicherheit ist um so störender, als Punkte des richtiger gestellten *alten* Profils *tiefer* als der heutige Talgrund zu liegen kommen. Zwar ist im untern Teil der Schluchtstrecke Akkumulation durchaus wahrscheinlich, aber eine bloße Uebereinanderzeichnung der Flußprofile bietet unter solchen Umständen nicht die Gewähr einer richtigen Auffassung.

Es kann sich dabei nur um die Vergleichung ausgewählter Punkte handeln. Unter der Stufenmündung des Hauptbaches der Terrasse erreicht dieser die Rovana heute 15—6 (?) m, also vielleicht 9 m tiefer als im J. 1891; wobei wie gesagt eine Unsicherheit besteht, die ich auf mehr als 2 m veranschlage, so daß statt 9 auch 7 m stehen könnte. Dieser Erosionsbetrag klingt talabwärts wie talaufwärts aus, langsamer zwischen 300 und 400 m Abstand talaufwärts. Am obern Ende des Anrisses wäre das heutige Bett

weniger als um 4 m unter jenem vom J. 1891. Die Art der Waldunterwaschung unter Cimalmotto an Ort und Stelle läßt mir diesen Betrag als zu klein erscheinen. Aber man ist nur noch wenige 100 Schritte von der Stelle entfernt, wo überhaupt alle Spuren einer Talvertiefung seit 1891 fehlen und nur etwa 1 km von der Stelle, wo an Ruinen eines Stauwehrs die Rovana vielleicht nicht einmal 1 m tiefer vorbeifließt als im J. 1859, als man jene Anlage zerstörte (15, S. 6 u. 9 des Sonderabdruckes), geschweige daß sie tiefer flösse als im J. 1892. Das Ergebnis ist die im obern Teil der Verwüstung schon kleiner gewordene Talvertiefung seit dem J. 1891, sie klingt

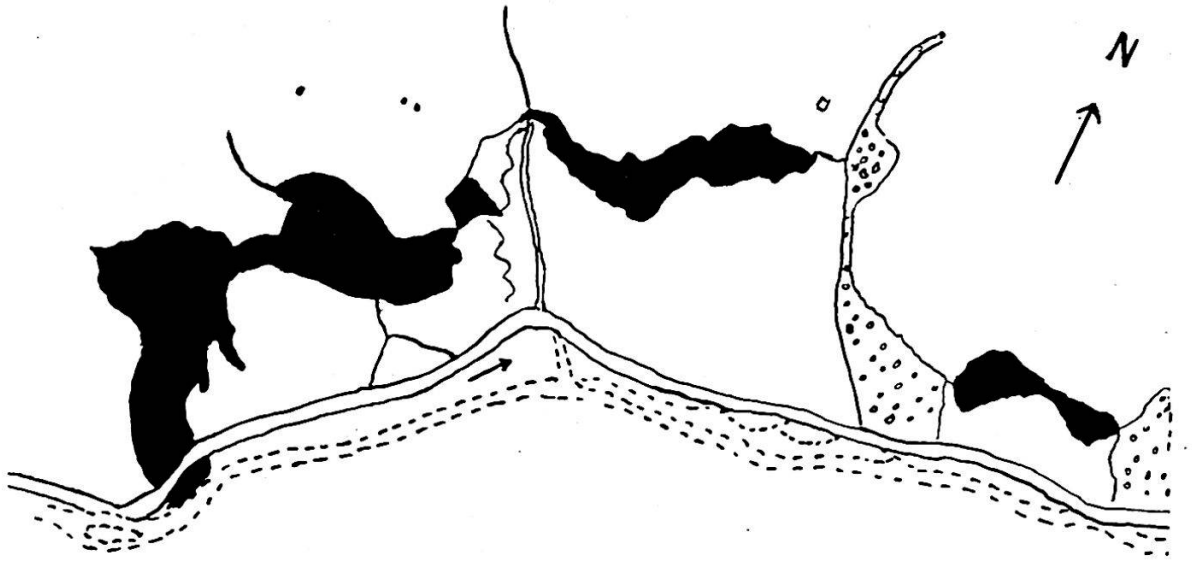

Abb. 13. Schwarze Flächen: die ungefähren Verluste des Terrassenbodens von Campo 1891—1931 im M. 1 : 10 000. Geringelt: seither wieder begrünte Flächen im Bereich der Absitzung. Die Strecken ohne Flächeneinbuße am Rande sind wohl nur die Folge eines Fehlers in den Grundlagen, der sich auf mehrere Meter belaufen könnte und im Maßstabe des Plans vielleicht 1 mm erreicht. Die Gesamteinbuße der Wiesen ist somit als minimale eingezeichnet. Die buchtreiche Linie rechts vom R. di S. Giovanni ist als Grenzlinie der „frana" aus dem Plan von 1872 entnommen.

talaufwärts noch unter dem Dorf Cimalmotto aus, d. h. sie wird unmerklich. *Noch heute ist die von Culmann zwischen 1854 und 1858 weiter unten gefundene Vertiefung von 30 m erst zu einem kleinen Teil, jedenfalls mit einem Betrag von unter 10 m, an das obere Ende der Zerstörungsstrecke gelangt.* Der Betrag könnte ruhig um 4 m falsch sein, die auffällige Tatsache dieser Größenordnungen verlangt nach einer Erklärung. Ich vermute, daß der Felssturz vom J. 1868 mit seinen Blockmassen die Rovana oberhalb zur Aufschüttung gezwungen hat, und die belebte Erosion wurde hier beim Talaufwärtsgreifen stark gebremst.

Die mit der Wandrückwitterung oder auch mit dem Einschneiden der Rovana unmittelbar verbundene Verwüstung des Terrassenabfalls hat durch das Zurückfressen des obern Randes den Grundbesitz geschmälert. Dies ist um so mehr der Fall, weil sich ja die Terrasse gleichzeitig vorgeschoben hat. Abb. 13 erfaßt den *Gesamt*verlust des Terrassenbodens daher so, daß drei randnahe Gebäude und eine Ruine südöstlich der Kirche (erst gegen 1900 verlassenes Gehöft) auf dem alten und neuen Plan nach Herstellung des gleichen Maßstabes zur Deckung gebracht wurden. Es wird also die relative *Annäherung* des Terrassenrandes an die Heustadel, Ställe usw. dargestellt, an Gebäude, die nicht ruhig geblieben sind. Es wird *nicht* die Entfernung dieses Randes von seiner ursprünglichen geometrischen Lage dargestellt. Der einzige gemeinsame Dreieckspunkt beider Pläne, die Kirche, hat sich um die unten gemeldeten Meterbeträge verschoben, die Rovana ebenfalls, aber im entgegengesetzten Sinne um ein bloß geschätztes Ausmaß. Daher kann Abb. 13 nicht fehlerfrei sein. Nach den Plänen hat sich die Kirche der Ruine um 8—10 m genähert. Sie wäre also durch längere Zeiten schneller bewegt gewesen als andere Terrassenteile. Dies ist nicht unwahrscheinlich, denn sie lag zeitweise hinter sich schließenden ältern Setzungsrissen. Die großen Verluste des Terrassenbodens im SW sind durch das Emporgreifen der Rovanaerosion und durch die im J. 1926 gewagte Verlegung des untersten Riale di San Luigi entstanden. Daher der ungeheure Anriß hinter seiner neuen gegabelten Mündung. Hier haben die Bewegungen der ganzen Terrasse von Campo wahrscheinlich nur einen sehr kleinen Anteil. Sie umfassen übrigens auch deren Hintergrund und die Terrasse von Cimalmotto samt ihrem Herkunftsbereiche. Alle Bewegungen kann man erst seit 1891 *rechnend und messend* verfolgen. Immerhin fallen drei verschiedene Zustände in den Zeitraum von 1891 bis 1931: 1. ein nahezu vollkommener Ruhezustand von Campo, 2. die letzten großen Zerstörungsvorgänge (1897) und 3. die Annäherung an ein neues Gleichgewicht. Die trigonometrischen Beobachtungen von 1891 und 1927 geben für die Kirche Campo eine lineare Bewegung von 12,4 m und eine Senkung von 2,8 m. Von 1927 bis 1931 war die lineare Bewegung 0,4 m, die Senkung 0,1 m. *In der Zeit lebhafter Bewegung* (1897) dürfte die erstaunlich große Verschiebung der alte und neue große Risse aufweisenden Kirche *im jährlichen Durchschnitt mehr* als die 12,4 m : 36 = 34,4 cm betragen haben.[24]) Sie ist aber seit 1927 auf 10 cm fürs Jahr heruntergegangen. Ein trigonometrisch

[24]) Man vergleiche damit die berichteten 4,8—8 m weiten *jährlichen* Straßenrutsche auf zwei Strecken, zur Zeit als es in Campo ganz ruhig war.

eingemessener Punkt 150 m nordwestlich der Kirche, an der schwachen Einsattelung ihres Rückens, hat sich von 1927 bis 1931 um 0,52 m verschoben. Dieser beweglichste Punkt unter den gemessenen liegt nur 80 m nördlich der Casa communale (vgl. die Bilder 5 u. 6 ganz rechts). Das Gebäude ist schon Heim ob seiner Unversehrtheit aufgefallen, es ist auch heute frei von den klaffenden Sprüngen fast aller andern Häuser. Weitere 350 m nordwestlich der Kirche hat sich der Trigonometer 1383, auf dem Gipfel des isolierten Hügels im Tälchen der « Narbe », in jenen vier Jahren um 0,5 m verschoben, wie die frühern Punkte nach SE.

In der *Mulde* von Campo ist weniger als 150 m vom Steilabsturz entfernt bei △ 1297,9 m gleichzeitig eine lineare Bewegung, und zwar von 0,47 m, nach SSE festgestellt worden. Damit hat man immerhin drei Punkte auf der Terrasse von Campo, deren Vorschub im Jahresdurchschnitt höchstens um 1,25 cm verschieden war. Die Bewegung ist im Terrassenrücken teils etwas schneller, teils langsamer gewesen als oberhalb im Bereiche des Trümmerstromes. Hingegen bewegte sich das *unzerrüttete* und bachreiche eigentliche Hintergehänge der *Mulde* von Campo von 1927 bis 1931 bei △ 1373,6 nur 13 cm und bei △ 1537,5 m 16 cm nach SSE. Aus alledem kann man durchaus nicht schließen, daß etwa eine tiefsitzende Rutschung des Hintergehänges unabhängig von der Oberflächengestaltung die Terrasse vor sich herschiebe. Daher müssen die Bewegungen der Terrasse in Mulde und Rücken für 1927 bis 1931 als unabhängig vom Hintergehänge angesehen werden. Die langsame Rutschung des bewegten, aber unzerrütteten Wiesengehänges hat im Laufe der Zeit nur an einer Stelle zwischen Gilarda (Abb. 1) und Riale di Corte nuovo eine größtenteils begrünte, der Isohypse folgende Querfurche hervorgerufen. Von der Bewegung des Trümmerstromes kennt man nur die eines einzigen, nicht gerade typisch gelegenen Punktes. Außerdem war der Untergrund des Narbentälchens theoretisch nicht ganz einfach anzusehen, weshalb es besser ist, sich vorläufig jedes Urteils über die tiefere Natur der Bewegung jenes Punktes (1383) zu enthalten.

Rechnerisch hätte von 1927 bis 1931 zwischen Mulde und Grashintergehänge eine Spalte von rd. 30 cm entstehen können, da jene schneller vorrückte. Man kann aber keine feststellen. Sie verteilt sich höchstwahrscheinlich auf die nicht seltenen kleinen dolinenartigen Senkungen da und dort im Lockerboden. Für die Mulde fehlt die Kenntnis ihrer Gesamtbewegung von 1891 bis 1927. Im allgemeinen besteht der Eindruck, daß die Terrasse allmählich dem Hintergehänge sein Widerlager entzogen habe und daß dieses schneller oder langsamer im Nachrücken sei.

V. Ergänzende Bemerkungen über die Terrasse von Cimalmotto und ihr Hintergehänge.

Eine Darstellung dieses viel schlechter aufgeschlossenen Geländes auf der Stufe des bisher Gebotenen würde noch vermehrte Studien an Ort und Stelle erfordern und überdies den Rahmen dieses Aufsatzes sprengen. Daher dient das folgende nur zur Ergänzung des in den Abschnitten I, II und IV b, S. 57, über den Gegenstand Gesagten und ist eine Erläuterung zu den betreffenden Teilen der Abb. 2.

Aus dem anstehenden Felsgebiet westnordwestlich von der Alpe Quadrella kommt ein Bach, der sich aus mehreren Ursprungsästen gesammelt hat. Er verschwindet im Hochsommer, gleich nachdem er die bis gegen 1800 m hinanreichenden bewaldeten Lockermassen betreten hat. Zur Zeit der Schneeschmelze dringen mehrere, manchmal unüberschreitbare Bäche in den Wald ein und benützen die blockreichen Betten, welche im Sommer trocken eine Strecke weit verfolgbar sind. Die Schmelzwasser versiegen unter großen Schneeflecken in Mulden des Waldbodens, die wie flache Dolinen aussehen. Im Sommer sieht man, daß die blockreichen trockenen Betten sich in seichtere Grasbetten fortsetzen, welche sich dann in flachen offenen Mulden verlieren. Nach etwa 300 m Weglänge haben die abwärts mächtiger gewordenen lockern Massen von Rutschungsschutt jeden oberirdischen Abfluß unmöglich gemacht.

Der mittlere und Hauptteil der Lockermassen in der Höhe hinter Cimalmotto steigt in der Hauptsache in wulstigen rundlichen Stufen gegen die Terrasse von Cimalmotto hinab, wobei die Abfälle dieser Stufen einige Male zurückweichen und so im Halbkreise 30 m tiefe Nischen umfassen, die 160—200 m Durchmesser haben. Vielleicht handelt es sich hier um einstige untergrabene Wiederausflußstellen des Wassers. Zu diesen Zügen des Reliefs im Waldboden gesellen sich südöstlich der Alpe Quadrella 5—8 m hohe Felskanzeln meist des Amphibolitschiefers, auch einmal eine 2 m hohe des Glimmerschiefers, weiter nach vorne geschoben, aber dem Hangenden angehörig. Die Anordnung dieser in zwei Reihen stehenden Gebilde sollte für feinere Studien einmal genauer bestimmt werden. Sie können aber vorläufig als größte Rücklässe jener Rutschungen angesehen werden, die viel jünger sind als die Anhäufungen in der Terrasse von Cimalmotto.

Geht man etwa in Höhen von 1600—1800 m aus dem Innern dieser Lockermassen hinter dem Dorfe nach Nordosten, so gerät man, lange bevor man zu dem Abfall kommt, der zu dem bachreichen Wiesengelände hinter

der Mulde von Campo hinabführt, in seltsame trockene Schluchten mit Biotitschieferwänden. Sie stehen trotz dem Aussehen alle so wenig an wie der Hügel, der mit 1743 m (Top. Atlas) die höchste Erhebung in diesem dichten, fast südlich vom Sasso Rosso gelegenen Waldgebiet ist. Der Pfad, der nördlich jenes Hügels die Alpen Quadrella und Corte nuovo verbindet, geht durch westöstliche Rinnen, die sich vor einer niedrigen Wandflucht im N hinziehen, in der man an einer auffallenden Stelle feinschichtigen, fast weinrot verwitternden Zweiglimmergneis auf Granatglimmerschiefern mit großen Kristallknoten ruhen sieht. Diese Rinnen, etwa 20 m breit, sind von üppiger Vegetation erfüllt. Der Boden der nördlichsten verliert sich gegen W ganz in einer kleinzügigen grünen Mondkraterlandschaft, gebildet aus lockerm Blockwerk, Humus und Pflanzendecke. Dann hält sich der sehr schmale Pfad in einer südlicheren Furche, die überragt wird von hausgroßen Blockgruppen mit kleinen und großen Höhlen, in deren Nacht es von Pflanzenwurzeln herabtropft und wo tiefe Spalten ins finstere Bodenlose zu führen scheinen.

Hier ist man im Ablösungsbereich einer ganz bedeutenden Gebirgsmasse, und tiefe Aufspaltungen zeigen das Felswerk mehr zerrüttet als weiter südlich. Freilich hat sich dort das scheinbar Anstehende auch schon in Blockwerk aufgelöst. Am besten kann man das am nordöstlichen Abfall sehen, wo eine schmale Blockzunge sogar in das Wiesengelände hinter der Mulde von Campo dringt (s. Abb. 2). Wo im Walde die SW-Grenze der sich auflösenden Felsmasse gegen das Blockwerk verläuft, das von der Alpe Quadrella herab verfolgt wurde, müßte genauer untersucht werden. Die Abb. 2 enthält nur eine ungefähre Andeutung. Der gewonnene Einblick genügt, um dem NE-Abfall, den der Hintergrund von Cimalmotto bis 100 m hoch dem Hintergrund der Mulde von Campo zuwendet, das Rätselhafte zu nehmen. Wohl wurde uns der Abfall von der Terrasse von Cimalmotto zur niedrigern von Campo verständlich. Auch daß ihn die Nachschübe aus der Gegend von Quadrella gegen das Wiesengelände hinter der Mulde von Campo fortsetzen, erweckt zunächst keine Bedenken. Aber so vielen Anhäufungen unten muß oben eine Höhenabnahme entsprechen, die schon *tiefer* als erst bei 1800 m zu erwarten ist, wo sie dann südlich der Kammlücke einsetzt. Nun klärt sich die Sache so auf, daß schon in 1650 m Höhe im Grenzbereich der Hintergehänge von Cimalmotto und von Campo der erst wenig verschobene, scheinbar anstehende *Rest eines Zwischenrückens* gefunden wurde, an den sich von W die Nachrutsche und Rücklässe unter der Alpe Quadrella drängen, während er im NE einen in Blöcke sinkenden Abfall hat, der zwar ein Teil der erwähnten Ueberragung ist, aber innerlich

vom übrigen abweicht, so daß sich das Mißverhältnis zwischen zu viel Anhäufungen unten und zu wenig Höhenabnahmen oben verflüchtigt.

Wie die riesige durchlässige Schuttmasse unter der Alpe Quadrella in ihrem *höhern* linken Teil von den betrachteten, nur zum Teil zerrütteten felsigen Erhebungen flankiert wird, so wird sie es in ihrem untern Teil *rechts*. Der Schutt besteht hier unter anderm aus feinplattigen Augengneisen, die früher abgefahren sein müssen als die nachgerückten Amphibolitgesteine ihrer Unterlage. Zwischen den hier gerade *unter* 1600 m das Anstehende hochgewölbt überragenden, von Wiesen bedeckten beweglichen Hauptmassen und dem festgebliebenen Gebirge schiebt sich, vorwiegend aus den gleichen schwarz-weiß gestreiften Injektionsgneisen bestehend, eine zum Teil begrünte Schutt- und Blockzunge. Sie kommt aus dem Walde, wo ihr Ursprung unter der Alpe Quadrella di dentro [25]) bei etwa 1700 m liegt. Dort stehen die Gneiswändchen und abgelösten Felskanzeln, die beim Zerfall den im Walde zum Teil nackten Block- und Schuttstrom ernähren. (Vgl. 8 in Abb. 2.)

Das am obern Rande des Waldes oder höchstens 200—300 m weiter innen völlig versiegende Wasser erscheint wahrscheinlich an zwei Stellen wieder. Die östliche liegt bereits auf der Terrasse von Cimalmotto und bildet am Fuß der hier unter Wiesen liegenden Stirnwölbung des Nachschubes eine Quellengruppe bei 1450 m, welche den Riale di San Luigi entstehen läßt. Sein Oberlauf ist versumpft. Er ist auf dem kürzesten Wege in einem Holzbett auf die Terrasse von Campo hinabgeleitet, in das Tälchen des Bächleins des Molino Jecchi, der im Sommer aber versiegt, ehe er den stärkern zugeleiteten Nachbar erreicht. Als Wiederausfluß der verschwundenen Gewässer kann vielleicht mit noch mehr Recht der westlichere angesprochen werden, der höher oben, etwa bei 1570 m, im Walde entspringt und dementsprechend auch den untersten Wulst des Rutschungsschuttes zerschneidet. Sein Name ist Valaa oder Riale della Secada. [26]) Vom Oberlauf des Riale di San Luigi trennt ihn ein flacher Rücken, der Moräne trägt und sich sanft in den Ort hinein bis zur Kirche zieht. Das Valaatal teilt weiterhin die Terrasse von Cimalmotto ziemlich in der Mitte in zwei Teile, während es sich seiner immer noch 130 m hohen, dichtbewaldeten Mündungsstufe nähert. Seit einer Reihe von Jahren ist der Bach ein wenig über dem innern Terrassenrande zur Speisung des großen Dorfbrunnens von Cimalmotto mit einer Röhrenleitung abgezapft. Nur 150 m weit rechts des Tales zieht fast parallel ein oben sumpfiges Tal herab, das zeitweise ein

[25]) Die früher oft genannte ist die Alpe Quadrella di fuori.

[26]) Nicht mit dem südöstlich Campo liegenden Oertchen Alla Secada zu verwechseln.

schwaches Rinnsal führt. Es ist weiter und nicht weniger tief als das der Valaa. Dazwischen ragt wie ein Rückgrat der Terrasse, sogar ein wenig über ihre allgemeine Höhe, ein schmaler First von 25—30 m Höhe auf. Es besteht der Eindruck, der Riale sei einst westlich davon in dem geräumigern Tal geflossen und durch irgendeine Sackung oder Nachrutschung zu dem Lauf auf der andern Seite gezwungen worden. Weiter westlich gibt es auf der Terrasse von Cimalmotto nasse Stellen und Quellen oft erst unmittelbar am Terrassenrand, der ganz im SW nicht mehr scharf ist. Die Terrasse selbst hat in ihrem Westteil kleinere Wülste und Stufungen bis nahe an den Rand. Höher, nur an einer Ecke ständig besiedelt, sonst aber mit Heuhütten und Ställen manchmal in kleinen Gruppen besetzt, bietet die Terrasse von Cimalmotto einen freundlich belebten Anblick.

Seit dem J. 1868 nachweisbar in Mitleidenschaft gezogen, ist diese Terrasse auch heute nicht in Ruhe. Der Plan von Campo 1 : 2000 vom J. 1872 zeigt am Ostabfalle einige kleine Anrisse, die sich auf einer Photographie von *A. Monotti* aus dem J. 1890 bereits zu einer ganzen Reihe zum Teil zusammenhängender Entblößungen gesteigert hatten. Heim berichtet von einer Bewegung des Bodens von Cimalmotto nach Osten, die sich heute noch nach frischen Sprüngen an einem Teil der Häuser von Cimalmotto geltend macht. Ein Teil der Felder ist über dem großen, erst im 20. Jahrhundert von der Rovana hochgewachsenen Anriß in treppenförmiger Absitzung begriffen und arg zerrüttet. Das Emporschreiten der Erosion der Rovana sollte im Auge behalten werden. Was die *gemessenen* Bewegungen betrifft, so ist die Bewegung der Terrasse von Cimalmotto viel langsamer als jene der benachbarten von Campo. Von 1892 bis 1927 ergab sich für die Kirche nur eine Verschiebung von 2,7 m und eine relativ große Senkung von 1,1 m. Die Feinmessungen von Ing. Imperatori im Auftrage der Eidg. Landestopographie vom August 1927 bis August 1931 ergaben für die Kirche von Cimalmotto eine Verschiebung von 0,15 m, diesmal ohne Senkung. Aber der Trigonometer bei der Alpe Quadrella di fuori (1796 des Top. Atl.), schon etwas höher als die Bachverschluckung in scheinbar anstehendem Biotit-Amphibolitgneis, ist in der gleichen Zeit um fast ebensoviel, nämlich um 14 cm, vorgerückt. Die Bewegung ging nach Südost gerade auf die Terrassenecke zu, welche von der Unterwaschung erreicht wurde. Sie war ebenso langsam wie im scheinbar Anstehenden des bachreichen Wiesengehänges hinter der Mulde von Campo, die als echte Rutschung anzusehen ist. Zwischen der Terrasse von Cimalmotto und ihrem Hintergrund besteht hoch hinauf Wesensgleichheit. Es ist eine Reihe von Blockströmen, vielleicht etwas gestaffelt, übereinandergeschoben. Bei Campo ist dies, wie

gezeigt wurde, anders. *Nur bei Cimalmotto ist im 19. Jahrhundert fast unbemerkt die prähistorische Bewegungsart eines rutschenden Trümmerstromes wieder aufgelebt.* Dazu gesellen sich aber, schädlicher als die Gesamtbewegung, Absitzungserscheinungen.

VI. Zusammenfassung und Rückblick.

Die ältere Geschichte des prähistorischen Aufbaues der Terrassen von Campo und Cimalmotto ist im Abschnitt I gegeben.

Die im 19. Jahrhundert ausgelösten Bewegungen von Campo sind, soweit sie im J. 1857 und früher, sowie 1897 zur Zerstörung von Gebäuden führten, keine Wiederbelebung von Vorgängen, die in prähistorische Zeiten zurückreichen, bzw. an Ort und Stelle damals stattgefunden haben. Vielmehr handelt es sich um *Absitzungen* und ihre Folgen (vgl. Abschn. IV a). Solche sind auch bei Cimalmotto die schädlichste Art der Bodenbewegungen gewesen, wo sich in langsamer Rutschung wenigstens die jüngste Phase der prähistorischen Vorgänge von 1927 bis 1931 nachweislich belebt hat. Indem das von Lockermassen eingeengte festere Hintergehänge der Mulde von Campo auch langsam ins Rutschen gekommen ist, haben jene ein in prähistorischen Zeiten in Ruhe gebliebenes Gelände ergriffen. Welcher Art die Bewegung ist, die der Trümmerstrom nordwestlich des Rückens von Campo 1927 bis 1931 mitgemacht hat, ohne alle schädlichen Folgen, ist eine unbeantwortet gelassene Frage. Alla Chiesa ging zugrunde, weil die Häuser zu nahe am äußern Terrassenrande standen. Das Haus Pedrazzini, weil es zu nahe am innern Terrassenende *vor* der labilen Blockstromstirne, und Matter, weil es *auf* dieser in der Nähe des innern Terrassenrandes stand. Die übrigen Dorfteile haben nur durch Risse gelitten, auch die Kirche. Ein teilweiser Gebäudeeinsturz kam nur noch in den Zerrungsrissen zwischen der Kirche und der Absitzung an der SE-Ecke vor. Der von Alb. Heim im Werke: « Bergsturz und Menschenleben » aufgestellte « Campotypus » von Massenbewegungen ist rein und einfach unter der Alpe Lareggio vorhanden, jedoch nicht auf der Terrasse von Campo. Oertlich findet er sich in der Gegend dieser Gemeinde noch einige Male (vgl. die Legende zu Abb. 2 am Schluß).

Rückschauend stehe ich vor allem unter dem Eindruck der Förderungen, welche diese Arbeit durch die freundliche Hilfsbereitschaft anderer erfahren hat. An vielen Stellen konnte der Leser erkennen, wie sehr ich mich auf das große Entgegenkommen der Eidg. Landestopographie stützen durfte.

Deren Direktor, Herr Oberst *Schneider,* und Herr Chefingenieur *H. Zölly* haben Zeit und eine erhebliche Mühe schriftlicher Nachweisungen der Erfüllung meiner Bitten geopfert. Die Herren Prof. *Niggli* und *J. Jakob* haben mir freundlichst die erbetenen Auskünfte betreffend die Eigenheiten einiger für mich besonders schwer erkennbarer Gesteine erteilt. Herr Pfarrer *Don Aldo Bernasconi,* damals in Cerentino, jetzt in Linescio, hat mich auf das Werk von Probst *Buetti* nicht nur aufmerksam gemacht, sondern es mir auch gleich geliehen und im Augenblicke der Rückgabe geschenkt. In Campo lieh mir im Sommer 1933 Herr Ingenieur *Ezio Censi* freundlichst den Plan 1 : 2000, die Vergrößerung der damals noch unvollendeten photogrammetrischen Aufnahme, und stellte mir ihn mit den Eintragungen der von Ing. Imperatori gemessenen Verschiebungen von 1927 bis 1931 nach Zürich zur Verfügung. Der Gastwirt von Campo, Herr *Giuseppe Porta,* Besitzer des zweiten, ganz unbeschädigt gebliebenen Hauses (erbaut 1896), brachte meiner Arbeit ein lebhaftes und einsichtiges Interesse entgegen. Um so mehr waren mir seine Auskünfte auch über Vergangenes und seine Ratschläge praktischer Art eine Förderung. Seiner Fürsprache habe ich es wohl zu verdanken, daß Signora *Cecilia Donzini* sogleich aufs freundlichste bereit war, mir die ererbte Photographie von Campo aus dem J. 1890, 18 × 24 cm, unter Glas in Goldrahmen, zur Mitnahme nach Zürich zu leihen, wo das Bild schonend ausgehoben und reproduziert werden konnte. Herr Ingenieur *Jenö Studer* hat mir in liebenswürdiger Weise eine pantographische Verkleinerung sehr vollkommen ausgeführt.

Allen den genannten, mir hilfreich gewesenen Menschen, in Aemtern und Schulen, bei Behörden und auf dem Lande, spreche ich für die vielfache Förderung, welche sie dieser Untersuchung haben angedeihen lassen, meinen herzlichen und ergebenen Dank aus.

Verzeichnis der benutzten Vorarbeiten.

1. Schriften.

1. 1864 **(Culmann.)** Bericht an den hohen Schweizerischen Bundesrat über die Untersuchung der schweizerischen Wildbäche, vorgenommen in den Jahren 1858, 1859, 1860 und 1863. Zürich 1864. 1 Taf. mit 3 Fig. Als Verfasser unterzeichnet das Vorwort Culmann. In der Beilage auf S. 572—577 findet sich der „Bericht des Herrn Kantonsingenieur Poncini über das Tal Campo an den Regierungsrat von Tessin" vom 1. Oktober 1858.
2. 1865 Französ. Uebersetzung von 1) durch H. F. Bessard, „Rapport" usw. Lausanne. Der Text ist überall klar und eindeutig.
3. 1866 Italienische Uebersetzung von 1) durch C. Arduini, „Ragguaglio" usw. Locarno 1866. Auf S. 514 ist im „Allegato I" (Poncini) das „originale italiano" von Poncinis Bericht. 1858.
4. 1869 **Gerlach, H.**: Die Penninischen Alpen. Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges., Bd. XXIII.
5. 1892 Die Wildbachverbauung in der Schweiz. Nach ausgeführten Werken im Auftrage des Eidg. Departementes des Innern dargestellt und besprochen vom Eidg. Oberbauinspektorat. 2. Heft, Bern 1892.
6. 1893 **Zeller, H. R.**: Geologische Streifzüge in den Lepontinischen und Tessiner Alpen. Jahrbuch des SAC, XXIX.
7. 1898 **Heim, Albert**: Geologische Nachlese Nr. 8. Die Bodenbewegungen von Campo im Maggiatale, Kanton Tessin, mit 1 Profil. Viertelj.-Schrift der Naturf. Ges. Zürich, 43. Bd.
8. ohne Jahr 1904 oder später? **Buetti, Guglielmo**, prevosto: Note storiche religiose delle Chiese e parrocchie della Verzasca, Gamparogno, Valle Maggia e Ascona. II. Volume. Locarno, ohne Jahreszahl. Tipografia Alberto Pedrazzini. Der 1. Band mit sonst gleichem Titel in bezug auf die „Pieve di Locarno" erschien 1904.
9. 1918 **Preiswerk, H.**: Geologische Beschreibung der Lepontinischen Alpen, zweiter Teil: Ob. Tessin- u. Maggiagebiet. Bern. Beitr. zur Geol. Karte d. Schweiz, 26. Lief.
10. 1924 **Grubenmann, U.**, und **Niggli, P.**: Die Gesteinsmetamorphose I. Berlin.
11. 1925 **Terzaghi, K.**: Erdbaumechanik auf bodenphysikalischer Grundlage. Wien 1925.
12. 1928—1929 **Grütter, Otto**: Petrographische und geologische Untersuchungen in der Region von Bosco (Valle Maggia), Tessin. Verh. der Naturf. Ges. in Basel, Bd. XL. 1 Taf., S. 78 ff.
13. 1932 **Heim, Alb.**: Bergsturz und Menschenleben. Buchausg. Fretz & Wasmuth Verl. A.-G., Zürich. Sonderabdr. a. d. Viertelj.-Schrift d. Naturf. Ges., Zürich 1932, S. 49—55.

14. 1932 **Gianella, R.:** Considerazioni sulla frana di Campo Vallmaggia. Boll. della Società Ticinese di Scienze Naturali, 1932.

15. 1934 **Lehmann, Otto:** Hat die Rovana im Zerstörungsbereich (Distr. Valle Maggia) ihr Tal innerhalb des Zeitraumes von 1858 bis 1892 um rund 70 m vertieft? Der Schweizer Geograph, Bern.

2. Veröffentlichte Karten außer dem Top. Atlas 1 : 50 000 und der Dufourkarte 1 : 100 000.

a) Geol. Karte der Schweiz 1 : 100 000 Bl. XVIII, bearb. v. **H. Gerlach,** 1865.

b) Karte der Penninischen Alpen 1 : 200 000, geologisch bearb. v. **H. Gerlach,** 1869 (in Nr. 4 der „Schriften").

c) Plan der Rovanaschlucht und ihrer Verbauung 1 : 4000, in Nr. 5 (dort auch Längenprofil 1 : 2000, Höhen 1 : 1000). Aufn. v. Juni 1891 von Ing. **Fr. Gerber** für das Eidg. Oberbauinspektorat.

d) Geol. Karte der Simplongruppe 1 : 50 000, von **C. Schmidt** u. **H. Preiswerk,** aufg. 1892—1905. (Das Gebiet von Campo liegt am Rande.)

e) Geologische Kartenskizze der Umgebung von Bosco (V. Maggia) 1 : 25 000, aufg. von **O. Grütter** 1922—1923; in Nr. 11. (Das Gebiet von Campo liegt am Rande.)

f) Karte der Rutschung von Campo-Valle Maggia (Tessin). Befund 1897, rd. 1 : 20 000, von **Alb. Heim,** in Nr. 12, S. 50. (Topogr. Skizze mit Eintragung der Auffassung Heims.)

3. Unveröffentlichte Karten und Pläne.

Kartenskizze 1 : 50 000 von Ing. Depuoz für den Dufouratlas vom J. 1851. (Vorgängerin der Karte von G. Imobersteg für den Siegfriedatlas; aufg. 1893—94.)

Plan der „Comune di Campo e Cimalmotto" 1 : 2000, vom August 1872 von **J. Bazzi;** zeigt vor allem die Siedlungen gut, offenbar auf Grund des Katasters, aber nicht das ganze Gemeindegebiet.

Plan des größten Teils des bewegten Gebietes von Campo und Cimalmotto 1 : 10 000. Photogrammetrisch aufgenommen und mit dem Meßtisch ergänzt 1930 u. 1931 von der Eidg. Landestopographie (Ing. Imperatori).

Erläuterungen zu den Lichtbildern.

Bild 1: Ueberblick talaufwärts über die Terrassen von Campo und Cimalmotto. Links der gewundenen Straße das bewaldete Absitzungsgehänge, an dessen von vernarbten Rissen durchsetztem oberm Randgebiet vor d. J. 1858 « Alla Chiesa » zugrunde ging. Der Angriff der Plaike auf die hohe Terrasse von Cimalmotto ist erst im 20. Jahrhundert so weit emporgewachsen. Der Kamm im Hintergrunde liegt schon in Italien. Er zeigt das allgemeine isoklinale Gefüge der Bankung.

Bild 2: Die Kirche von Campo mit Blick auf das Hintergehänge. Ueber dem Turm sieht man nicht ganz die Hälfte der beim Sasso Rosso (2177 m) einsetzenden Kammlücke. Sie erscheint perspektivisch tiefer als sie ist. Die Hauptverluste erlitt das südliche Vorland des nicht sichtbaren Ruinengrates der Wasserscheide am Quadrellapaß. Rechts der Mitte sind die zwei Stufen im Verlauf des Trümmerstromes zu erkennen, die oberste Abrißstufe unter Pian de' Pi und die folgende Zerreißung unter Pian delle Rose auf Grund einer vermuteten Stufe in der Tiefe.

Bild 3: Blick talabwärts auf einen Teil der « frana » von Campo. Den Terrassenrücken krönt ein gegen 1900 verlassenes Wohnhaus als Ruine. Der dunkle Teil des Absturzes im Rücken ist zerrüttetes Gestein, das noch vor wenigen Jahrzehnten für anstehend gehalten werden konnte. In der Mitte vorne ein rechtes Seitentälchen des Terrassenbaches Riale di S. Giovanni, das den Oberlauf und Unterlauf eingebüßt hat. Im Mittelgrunde an der Rovana der Schwemmkegelrest unter Secada, der aus der Waldschlucht herauswuchs, welche dort die Campoterrasse begrenzt. Die Asymmetrie des Tales entspricht dem isoklinalen Gebirgsgefüge, auch wenn das Tal öfter nicht gerade im Streichen verläuft.

Bild 4: Vgl. den Text im Abschnitt III, 4.

Bild 5: Vom Format 18 × 24 cm verkleinerte Aufnahme Campos durch Agosto Monotti, Photogr. in Cavigliano, gemacht am 15. Oktober 1890. Das Original ist im Besitz von Frau Cecilia Donzini in Campo. Blick in den nordöstlichen Teil der Mulde von Campo. Ganz rechts die Casa Communale. In der Höhe auf einer Terrasse des Trümmerstroms der verschwundene Gemeindeteil Matter(o). Die Hütte im Dorf ganz links vorne wurde seither abgetragen.

Bild 6: Vergrößerter Ausschnitt 5,4 × 7,6 cm einer Aufnahme 9 × 12 des Verfassers vom 21. Mai 1934. Das Bild ist möglichst aus der gleichen Richtung aufgenommen wie Bild 5. Im übrigen hat sich der Standpunkt unter der Kirche seither um über 2 m gesenkt und wurde etwas näher eingenommen. Hinter dem Stall links der Mitte taucht der Giebel des 1896 erbauten, stets unversehrt gebliebenen Gasthauses Porta auf. Es wurden Wolken abgewartet, bis der Dorfteil ebenfalls ohne Schlagschatten war. Links oben der Abfall der Nachschübe hinter Cimalmotto gegen einen Teil des bachreichen Wiesengehänges hinter der Mulde von Campo.

O. Lehmann

Bild 1. Campo und Cimalmotto von den untern Hütten der Alpe Lareggio bei 1500 m.

O. Lehmann

Bild 2. Die Kirche von Campo gegen das Hintergehänge;
rechts über dem Turm der Sasso Rosso 2177 m.

TAFEL II

O. Lehmann

Bild 3. Blick vom sw. Teil des Terrassenrandes von Campo auf den talabwärts folgenden Teil des Absturzes.

O. Lehmann

Bild 4.
Striemung in der Wand w. des Pian delle Rose.

A. Monotti (1890)

Bild 5. Die Gemeindeteile Matter und Campo Villaggio im Oktober 1890.
Zustand bis Frühling 1897.

Leere Seite
Blank page
Page vide

O. Lehmann (1934)

Bild 6. Campo Villaggio 1934 nach Verschwinden des Hauses Pedrazzini (1897) und der Fraktion Matter (seit 1897). Der Vordergrund hat sich gesenkt.

Leere Seite
Blank page
Page vide