

## I. Abschnitt.

**Eigene Beobachtungen im Zerstörungsgebiete, im Zusammenhange mit den daselbst unmittelbar in Erfahrung gebrachten Beobachtungen der Bewohner.**

## Agram.

Katharinenkirche. — Die Hauptaxe der Kirche ist fast genau gegen O gerichtet (etwa  $05^{\circ}$ S). Der Giebel an der W-Seite stürzte auf den Platz herab, und die ganze W-Seite wurde von dem übrigen Gebäude durch je einen weitklaffenden Sprung abgetrennt, welcher auf der nördlichen und südlichen Hauptnauer parallel der westlichen Kante verläuft und vom Dache bis zum Boden hinabreicht. Von dem Giebel an der O-Seite, wo das Generalkommandogebäude angebaut ist, fiel der obere Theil in die Kirche hinein auf den Dachboden. Das Kreuz auf dem Giebel der W-Seite ist stark nach S geneigt. Im Innern der Kirche sieht man Sprünge im Gewölbe; im Übrigen sind die Beschädigungen nicht bedeutend. Der zur Katharinenkirche gehörige Thurm, welcher abseits von der Kirche beim Generalkommandogebäude stand, wurde schon in den ersten Tagen nach dem Erdbeben demolirt, so dass ich über die Art der Beschädigungen an demselben nichts berichten kann.

Die „ewige Lampe“ vor dem Hochaltar gerieth in Schwingungen, in Folge welcher Öl verschüttet wurde, das einen Fleck auf dem Fussboden zurückliess. Derselbe befindet sich von dem Punkte, welcher die Projection der Lampe auf dem Boden darstellt, zwei Schritte entfernt gegen  $S5-10^{\circ}$ W. Vom Hochaltar fielen zwei Reliquienbehältnisse ungefähr gegen SW herab.

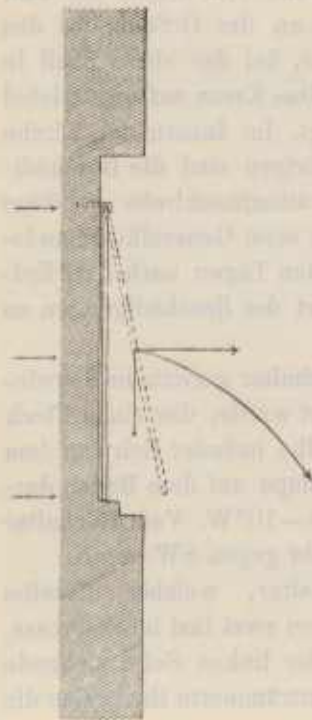
Auf einem lukssseitigen Nebenaltar, welcher dieselbe Richtung wie der Hochaltar hat, standen zwei fast lebensgrosse, marmorne Heiligenfiguren. Die auf der linken Seite stehende fiel schief gegen die Mitte des Altars, zertrümmerte theilweise die

steinerne Altarplatte an dem vorderen Rande in der Mitte (woraus sich  $S40^{\circ}W$  für die ursprüngliche Richtung des Sturzes ergibt), und fiel sodann auf den Fussboden, welchen sie durchschlug, so dass die Gruft des im Jahre 1840 verstorbenen Banus und commandirenden Generals von Croation, Franz Freih. v. Vlasits, geöffnet ist, worin der Sarg, sowie die Urne, in der sich die Eingeweide befinden, zu sehen sind. Die Heiligenstatue hat Kopf und Hände verloren und ist ausserdem vorne an der Brust beschädigt; die letztere Beschädigung rührt offenbar von dem Sturze auf die vordere Kante der Altarplatte her.

An diesem Altar sind sonst keine Gegenstände gefallen, sogar die Leuchter blieben alle stehen, wie mir von dem Kirchendiener, welcher nach dem Erdbeben die erste Ordnung in der Kirche vornahm, ausdrücklich versichert wurde.

In der Wand links vom Hochaltar (N-Wand) befindet sich eine von einem zugemauerten Fenster herrührende, hohe Nische, in

Fig. 1.



welcher ein grosses Ölbild (Leinwand mit Holzrahmen) angebracht war, und zwar so, dass es mit dem unteren Rande auf der horizontalen Mauerfläche stand, während das obere Ende mit einem starken eisernen Haken an der Wand befestigt war, in der in Fig. 1 angedeuteten Weise. Das Bild fiel in Folge der Erschütterung herab, aber nicht senkrecht von der Wand weg, sondern gegen SSW, wobei der Haken unverändert in der Wand stecken blieb.

Marcuskirche. — Die Hauptaxe der Kirche ist wie bei der nahen Katharinenkirche gegen  $O5^{\circ}S$  gerichtet, und wie bei dieser, ist auch hier die ganze W-Seite durch je einen weit klaffenden Sprung an der nördlichen und südlichen Hauptmauer, welcher parallel der westlichen Kante verlief und vom Dache

bis zum Boden herabreichete, von dem übrigen Gebäude abgetrennt. Die Kirche wurde gerade renovirt, als das Erdbeben eintrat. Der Giebel der W-Seite war im Bau begriffen und wurde durch die Erschütterung beschädigt. Durch das herabstürzende Mauerwerk wurden Arbeiter, welche sich hier auf dem Gerüste befanden, verletzt. Die Bögen über den Fenstern des Sanctuariums sind sämtlich klaffend gesprungen; diese Sprünge setzen sich in verticaler Richtung über und unter den Fenstern fort. Auch an den anderen Fenstern finden sich derartige Sprünge. An den Grenzen von Stein- und Ziegelmauerwerk sind die Trennungen besonders stark.

In Innern der Kirche stürzte am westlichen Ende ein Kreuzgewölbe ein, zertrümmerte die Orgel und drückte die Emporkirche ein, von welcher auch einer der sie stützenden Pfeiler gebrochen wurde.

Über gefallene Gegenstände konnte ich nur wenig in Erfahrung bringen. In der Mitte des Hochaltars ist eine hölzerne Statue des heiligen Markus angebracht, welche ein aufgeschlagenes Buch auf der linken Hand trägt. Dieses Buch fiel ungefähr gegen NW herab; es lag auf einer Stufe des Altars. Hier fielen auch zwei Leuchter um, und zwar gegen SW. In der Sacristei fiel in einem Kasten, welcher an der gegen S gelegenen Wand steht, ein Kelch ungefähr gegen W um.

Domkirche. — Die Längsaxe der Kirche hat die Richtung  $W 10^{\circ} N - O 10^{\circ} S$  (Hochaltar gegen  $O 10^{\circ} S$ ). Das ganze Gewölbe über dem Sanctuarium ist eingestürzt. Das Gewölbe war schwach und sollte, wie mir der Dombaumeister, Ingenieur Bollé, mittheilte, im nächsten Frühjahr entfernt werden. Im südlichen Nebenschiff stürzte ein Strebebogen ein und schlug das Gewölbe einer Gruft durch.

Zwei mächtige Pfeiler, der eine an der Grenze zwischen dem Hauptschiffe und dem nördlichen Nebenschiffe, der andere an der Grenze gegen das südliche Nebenschiff, sind sehr auffallend gegen das Hauptschiff gebogen. Architekten erklären, dies sei in Folge des Seitendruckes der Gewölbe der Nebenschiffe geschehen. Das ist gewiss der Hauptsache nach richtig; dennoch kann der Anlass dazu, dass dieser Seitendruck plötzlich zu so gefährlicher Wirksamkeit gelangt, nicht in jedem Stosse oder der nächstbesten vibrirenden Bewegung gefunden werden. Ich bin der Meinung,

dass eine Bewegung, welche in der Richtung der Längsaxe der Kirche, oder in einer davon nicht stark abweichenden Richtung stattfindet, jenen Seitendruck kaum vermehren dürfte, sondern dass zur Erklärung dieses Vorkommens die Annahme einer Bewegung erforderlich ist, welche sich der auf die Längsaxe senkrechten Richtung nähert. Berücksichtigt man den bedeutenden Betrag der Biegung, so wird man wohl nicht weit fehl gehen, wenn man dieselbe einer Bewegung zuschreibt, welche senkrecht oder nahezu senkrecht auf die Längsaxe der Kirche stattfand. Dazu kommt noch, dass in dieser Annahme auch der Einsturz des Netzgewölbes des Sanctuariums die leichteste Erklärung findet.

Von dem in den nördlichen Pfeiler eingebauten, ganz aus Stein hergestellten Seitenaltar, welcher mit dem Hochaltar gleiche Richtung hat, stürzte die nördliche der beiden über einen Meter hohen marmorenen Heiligenfiguren herab. Aus der Beschädigung der Kante des Altartisches, auf welche die Figur zuerst fiel, um von hier aus auf das nördliche Eck der Altarstufe zu stürzen und auch dieses zu beschädigen, lässt sich die Richtung jener Bewegung mit welcher der Fall der Figur begann, entnehmen, d. i.  $W 25^{\circ} S$ . In der Marmorverkleidung des Altaraufsatzes ist ein Sprung entstanden. Oben in der Mitte, wo zwei Marmorstücke, welche architektonisch dem Rahmen des Altarbildes angehören, aneinanderstossen, sind diese um etwa zwei Ctm. auseinander gewichen, und von hier aus bewegt sich der Sprung in einer Fuge nach rechts und abwärts, an einer Stelle sogar mitten durch die Marmorplatte gehend. Nach oben ist scheinbar keine Fortsetzung vorhanden; hier steht das grosse Schlussstück des Altaraufsatzes im Wege. Aber in dem Mauerwerk des Pfeilers selbst zeigen sich zwei feine schiefe Sprünge, welche nach unten den seitlichen Enden des Schlussstückes zustreben, nach oben sich vereinigen, und in einem Sprünge schief nach aufwärts (gegen N) sich fortsetzen bis zu einem kräftigen verticalen Sprünge, welcher den Pfeiler ungefähr über dem nördlichen Ende des Altars durchsetzt und noch bis zur mittleren Höhe des Altaraufsatzes herab sichtbar ist.

In der südlichen Apside stürzte von einem an der S-Wand ( $S 10^{\circ} W$ ) stehenden Seitenaltar eine hölzerne Heiligenfigur nach der N-Seite (senkrecht auf die Längsaxe der Kirche) herab.

Der grosse, viereckige, aus mächtigen Quadersteinen errichtete Thurm, an der  $S 10^{\circ} W$ -Wand der Kirche und zwar an dem westlichen Ende derselben stehend, erhielt auf allen vier Seiten weite verticale Sprünge. Der Thurm trägt oben eine Kuppel und darüber eine „Laterne.“ Seine Gesamthöhe (inclusive Kuppel und Kreuz) beträgt 69 Meter, die Höhe vom Boden bis zur Oberkante der Kuppel 60 Meter. Die Breite des Thurmes nuter dem Hauptgesimse beträgt 8.5 Meter, die Mauerdicke in dieser Höhe 1 Meter; dabei sind die Ecken innen in der letzten Etage „vorgekragt“, um den Übergang zur Kuppel zu vermitteln. Über dem Hauptgesimse befindet sich eine Gallerie, welche aussen um die Kuppel herumführt. Der Durchmesser der Kuppel beträgt 7.4 Meter, die Höhe derselben (vom Hauptgesimse bis zur Laterne) 7 Meter, der Durchmesser der Laterne am Gesimse 2.8 Meter. Die cylindrische Mauer der Kuppel (bis zum Beginn der Kupferblechbedachung) ist allseitig von verticalen Sprüngen durchsetzt, welche mitten durch die Pfeiler und mitten durch die dieselben verbindenden Bögen des Mauerwerkes gehen. Auch das von der Blechhaube umschlossene Mauerwerk ist vollständig zersprungen. Zur Zeit meiner Untersuchung war man eben damit beschäftigt, ein Gerüste zu errichten, um die Kuppel abzutragen.

Die früher genannten Sprünge verlaufen gewöhnlich durch die Fugen, an welchen die einzelnen Werkstücke zusammenschliessen, manchmal aber mitten durch den Stein. Einer dieser Sprünge, der dort, wo er unter der Blechhaube verschwindet, 3 Ctm. breit ist,<sup>1</sup> hat auf der kurzen Strecke, in welcher er von der Gallerie aus sichtbar ist, zwei Werksteine zersprengt. Die Steine bestehen aus Leithakalk, wie er im Agramer Gebirge vorkommt; sie sind in Folge der Verwitterung an der Aussenseite ziemlich weich und leicht zerbrechlich.

Der erwähnte Sprung befindet sich nahe der NO-Ecke des Thurmes, genauer gesprochen nahe der Ecke zwischen der  $N 10^{\circ} O$ - und der  $O 10^{\circ} S$ -Seite, und zwar von dieser Ecke in der Windrose gegen links, d. i. ungefähr vom Mittelpunkt des

<sup>1</sup> Die Steine klaffen noch weiter als um 3 Ctm. auseinander, weil die ziemlich dicke Mörtelverbindung meist herausgefallen ist; die Dicke derselben musste bei unserer Messung abgerechnet werden.

Thurmes gegen NO. Noch stärker als dieser ist jener Sprung, welcher der Mitte der  $O 10^{\circ} S$ -Seite entspricht; hier befindet sich eine kleine Thüröffnung, welche aus dem Inneren des Thurmes auf die Gallerie führt. Der Sprung ist über der Thüröffnung so weit, dass die Zimmerleute hier einen Balken für das Gerüst durchzwängen konnten.

Sehr auffallend sind die Erscheinungen, welche die Erschütterung an dem an der S-Seite des Domes stehenden, im Bau begriffenen Stiegenthurm hervorgebracht hat.

Durch Taf. I werden die Verschiebungen, welche an den einzelnen Werkstücken der obersten noch nicht durch Schliessen verbundenen Lagen entstanden, deutlich gemacht. Ohne mich hier in theoretische Erörterungen einzulassen, füge ich die Erklärung bei, welche mir die einfachste zu sein scheint. Am Schlusse einer Schwankung des Stiegenthurses in der Richtung der Längensaxe der Kirche und zwar gegen O (genauer  $O 10^{\circ} S$ ) wurde das Werkstück *a* der obersten Lage (in welche eben eben die Schliesse gelegt werden sollte) gegen O auf das Gerüst geschleudert, und die entsprechenden Bewegungen zu beiden Seiten dieses Steines sowohl, als in den tieferen Lagen an der O-Seite veranlasst. Dasselbst wurde auch der Schlussstein der kleinen Thüröffnung (XVIII. Schichte) herangeworfen. Früher oder später aber schwankte der Thurm nach einer anderen, und zwar nicht in der entgegengesetzten Richtung, sondern ungefähr gegen SW. Hierbei wurde das Werkstück *b* der obersten Lage gegen SW auf das Gerüst geschleudert, und die entsprechenden Bewegungen an den übrigen Werkstücken veranlasst, welche wesentlich in einem Nachauswärtsdrängen bestanden. Die Drehung einzelner Stücke rührt daher, dass das Ende, welches gegen die weniger heftig bewegten Theile des Thurmes zu lag, relativ ruhig blieb, während das andere Ende stark verschoben wurde.

Der Thurm der Franziskanerkirche erhielt auf jeder Seite (N, S, O, W) einen weit klaffenden, die Fensteröffnungen verbindenden, verticalen Sprung und musste vollständig abgetragen werden.

Von den Beschädigungen des in der Richtung N—S weit ausgedehnten Seminaregebäudes ist zu erwähnen, dass die N-Wand

sehr stark nach aussen gedrückt und nicht bloß von den inneren Mauern abgetrennt ist, sondern auch nahe der östlichen Kante einen klaffenden verticalen Sprung erhalten hat, der sowohl im zweiten, als im ersten Stockwerke im Innern sichtbar ist. Die an die N-Wand des Wohngebäudes anstossende Kapelle hat sich von dem ersteren vollständig abgelöst.

Hinter dem Seminargebäude befindet sich im Garten ein rechteckiger Platz, welcher gegen den erzbischöflichen Garten zu an einer Längenseite und den beiden Schmalseiten mit einer Mauer umgeben ist und gegen diesen wie eine Terrasse oder Bastion senkrecht abfällt. An den beiden Ecken befinden sich starke Thürme, welche, wie die Mauer, von dem erhöhten Platze aus niedrig (Höhe eines Erdgeschosses), vom erzbischöflichen Garten aus sehr hoch (Höhe von mehreren Stockwerken) erscheinen. (Vgl. den Grundriss Fig. 2.)

Der südliche Thurm (A, Fig. 2—4) erhielt gegen den Garten zu (genau gegen SO) einen sehr langen und weit klaffenden verticalen

Fig. 2.

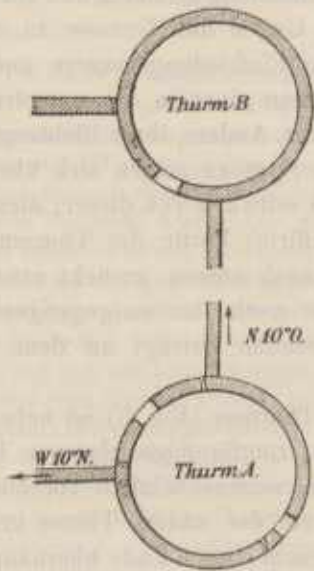


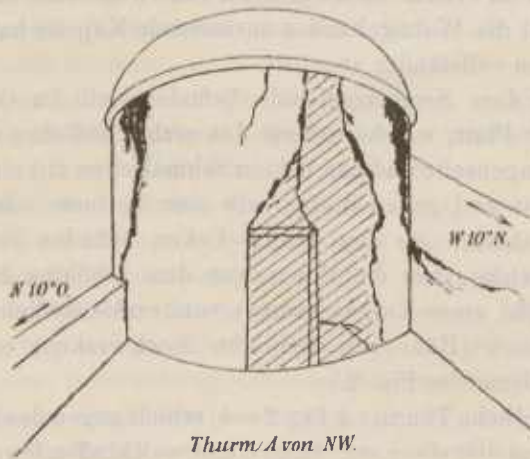
Fig. 3.



Sprung, welcher seiner Lage nach nicht genau der oben befindlichen Fensteröffnung entspricht, sondern eine kleine Strecke

seitwärts von dieser sich hinzieht. Ausserdem finden sich noch kleinere verticale Sprünge an der Fensteröffnung selbst, und ober-

Fig. 4.



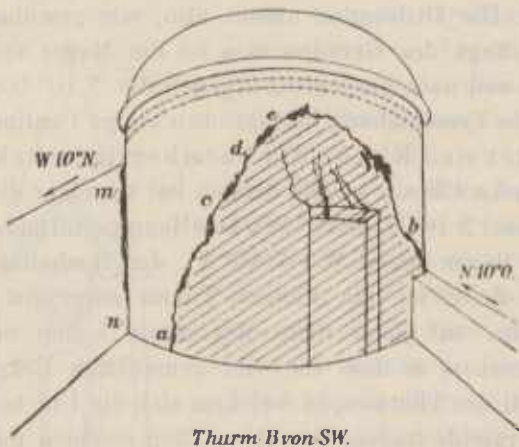
halb der letzteren ist die Mauer vollständig zerrissen und ein Theil des Mauerwerkes herabgestürzt. Gegen die Terrasse zu erhielt dieser Thurm dort, wo er an die Einfriedungsmauern anstösst, starke verticale Sprünge, von denen einer in die seitwärts anstossende Mauer hinein sich fortsetzt. Andere, ihrer Richtung nach mehr unregelmässig verlaufende Sprünge zeigen sich über der hier befindlichen Thüröffnung und seitwärts von dieser; dieselben begrenzen eine (in Fig. 4 schraffierte) Partie der Thurmmauer, welche gegenüber dem Thurme nach aussen gertekkt erseheint, (beziehungsweise der Thurm ist nach der entgegengesetzten Richtung gertekkt). Diese Dislocation beträgt an dem einen Sprunge 3 Ctm.

Die Mauer des nördlichen Thurmes (Fig. 5) ist nahe dem oberen Ende mit einem starken, ringförmigen eisernen Bande umschlossen, welches den Thurm augenscheinlich vor einer so weit gehenden Zerstörung, wie sie der andere Thurm erlitten, bewahrt hat. Der Thurm ist an seinem oberen Ende überhaupt gar nicht gesprungen, und die Beschädigung, welche er erlitten, lässt erkennen, dass der eiserne Ring es war, welcher die Entstehung eines verticalen, die ganze Mauer (oder doch den oberen Theil der-



selben) durchsetzenden Sprunges verhinderte.<sup>1</sup> Die in unserer

Fig. 5.



Skizze schraffierte Mauerpartie erscheint aus dem übrigen Mauerwerk des Thurmes herausgerückt, beziehungsweise dieses ist nach

<sup>1</sup> Die durch Erderschütterungen entstehenden verticalen und schiefen Mauerbrüche sind (mit geringfügigen Ausnahmen) am oberen Ende der betreffenden Mauer am weitesten und werden nach unten allmählig enger, wobei sie sich oft mitten in der Mauer allmählig verlieren. Wie immer man sich diese Sprünge entstanden denken mag, so geht doch schon aus der erwähnten Thatsache hervor, dass das Bestreben der Mauer, zu zerreißen, oben am stärksten ist und nach unten allmählig abnimmt; ja es ist sehr wahrscheinlich, dass die Mauer oben zu brechen beginnt, und dass der Bruch sich nach unten fortsetzt, ähnlich wie bei festen Körpern, welche von uns willkürlich gebrochen oder zerrissen werden, die Trennung an einer Stelle beginnt und sich von hier aus weiter fortsetzt. Wenn in den Mauern die Zerstörung ganz plötzlich erfolgen sollte, so macht dies keinen wesentlichen Unterschied; in diesem Falle haben wir es nur mit sehr kleinen Zeiträumen zu thun. Daraus folgt auch, dass das beste Schutzmittel gemauerter Gebäude gegen weitgehende Zerstörungen durch derartige Erderschütterungen in einer möglichst grossen Zahl von Eisenschliessen besteht, welche nahe den oberen Enden der Hauptmauern so angebracht sind, dass sie auf diese nicht bloss einen horizontalen Zug nach innen ausüben, sondern dass zugleich jede Hauptmauer in ihrer Längenausdehnung zusammengezogen wird. Dadurch wird auch der Einsturz der Gewölbe und der hölzernen Decken hintangehalten werden.

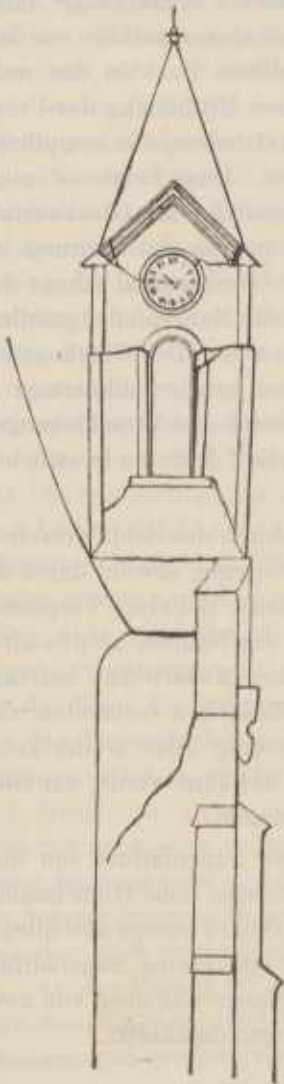
der entgegengesetzten Seite gerückt. Bei *a* und *b* verläuft die Mauerfläche gleichmässig von einer Seite des Sprunges zur anderen; bei *c* beträgt die Dislocation 4 Ctm., bei *d* 5 Ctm., bei *e* noch mehr. Die Dislocation nimmt also, wie gewöhnlich, nach oben zu. Längs der Geraden *m n* ist die Mauer vom Thurne abgetrennt und nach aussen (d. i. gegen die N 10° O-Seite) verschoben; die Verschiebung beträgt oben einige Centimeter.

Kloster und Kirche der barmherzigen Schwestern. (Frankopanska Ulica.) — Die Strasse hat ungefähr die Richtung N—S (genauer N 10° O—S 10° W). Das Hauptportal und die Façade der Kirche liegen gegen W (W 10° N), der Hochaltar gegen O. An der W-Seite ist ein kleiner Thurm aufgesetzt. Derselbe ist viereckig, auf jeder Seite mit einem hohen und breiten Fenster versehen, so dass die vier gemauerten Eckpfeiler den oberen Theil des Thurmes, in welchem sich die Uhr befindet, und die Dachpyramide tragen. Der obere Theil erschien nun in Folge des Erdbebens vollständig von dem unteren abgebrochen, wenn er auch noch ruhig darauf stand; man hätte den ersteren mittelst einer geeigneten Vorrichtung einfach von dem unteren abheben können, ohne eine weitere Trennung in den Mauern vornehmen zu müssen. Jeder der genannten Pfeiler hatte nämlich nahe seinem oberen Ende einen ungefähr horizontalen Sprung, oder mit anderen Worten: Der Thurm erschien etwas unterhalb der Wölbungen der Fenster horizontal durchschnitten. Am auffallendsten erscheint die Sache, wenn man den Thurm von der N-Seite betrachtet (Fig. 6). Sowohl der nordöstliche als der nordwestliche Pfeiler erscheinen längs jenes Sprunges nach aussen verschoben, u. zw. der letztere bedeutender als der erstere. An der Abweichung der Mauern von der (beiderseits verticalen) hölzernen Fensterverkleidung lässt sich sehr deutlich erkennen, dass die Pfeiler nach aussen geneigt sind. Von den unteren Ecken des Fensters gehen hier schief nach abwärts Sprünge nach aussen, während an den anderen Seiten des Thurmes die entsprechenden Sprünge ebenfalls mehr horizontal erscheinen. Auch von den für die Zifferblätter der Uhr angebrachten Öffnungen gehen horizontale oder nahe horizontale Sprünge nach aussen.

Man wäre versucht, die vielen horizontalen Sprünge auf einen verticalen Stoss zurückzuführen, wenn dieselben nicht durch

die so vielfach beobachteten horizontalen Schwingungen weit besser erklärbar wären. Wie bedeutend die Schwankungen des

Fig. 6.



oder vorhergehenden, welche die Wirkung an dem nordöstlichen Pfeiler hervorbrachten.

Thurmes gewesen sein mögen, zeigen nicht bloß die Sprünge, sondern insbesondere die Verschiebung und Neigung der beiden Pfeiler. Die horizontale Verschiebung an dem nordwestlichen Pfeiler beträgt  $2\frac{1}{2}$  Zoll (6—7 Ctn.) Um diese Verschiebung zu erklären, nehme ich vorläufig an, dass der Thurm ungefähr in der Richtung NW—SO geschwungen hat. Während einer Schwingung nach SO musste die Bewegung so heftig, oder der Betrag der Bewegung so bedeutend gewesen sein, dass der nordwestliche Pfeiler abbrach und zurückblieb, während der obere Theil des Thurmes sich noch weiter bewegte, aber doch nicht so weit, dass er hätte umstürzen müssen; er bewegte sich vielmehr wieder zurück, aber die Kanten klappten nun bei dem westlichen Pfeiler, wo eine vollständige Trennung eingetreten war, nicht mehr aufeinander. Dieselbe Veränderung, aber in nicht so bedeutender Masse, zeigt sich auch an dem nordöstlichen Pfeiler, während die beiden anderen zwar ebenfalls zersprungen sind, ohne jedoch eine Verschiebung erkennen zu lassen. Man kann nun annehmen, dass Schwingungen anderer Richtung (ungefähr NO—SW) nachfolgten

Das Pendel der Thurmuhre schwingt von W nach O (genauer  $W10^{\circ}N-O10^{\circ}S$ ). Diese Uhr soll die einzige unter den öffentlichen Uhren Agrams sein, welche in Folge des Erdbebens nicht stehen blieb. Die Uhr (von Jäger in Innsbruck erbaut) zeigt durch Übertragung mittelst einer Leitung in der Gesamtlänge von 360 Fuss auf 14 Zifferblättern an verschiedenen Punkten des weitläufigen Gebäudes die Zeit an. Nach einer Mittheilung des Priors würde eine Verrückung um 1 Mm. genügt haben, das complicirte Uhrwerk sicher zum Stehen zu bringen. Dass Letzteres nicht geschah, rührt daher, dass der ausserordentlich solide Glockenstuhl ganz ausser Verbindung mit den Seitenmauern des Thurmes ist. Bei einem eventuellen Sturz würde der Glockenstuhl sammt den Glocken stehen geblieben sein, während die Mauerpfeiler gefallen, und der Helm über jenem herabgestürzt wäre. Der Glockenstuhl konnte also selbstständig schwingen und kehrte vollkommen in seine Ruhelage zurück, unbeeinflusst durch die Verschiebungen der geborstenen Pfeiler, deren eine (bei dem nordwestlichen Pfeiler)  $2\frac{1}{2}$  Zoll betrug.

In der Mitte der Kirche geht quer durch das Schiff derselben (parallel mit der Façade) ein klaffender Sprung, sowohl durch die Deckenwölbung als durch die Seitenwände. Bei einer Vergrösserung der Kirche wurde an dieser Stelle der Neubau an den alten angefügt und durch das „Setzen“ des neuen Mauerwerks entstand dieser Sprung, welcher schon vor dem Erdbeben vorhanden war, durch das letztere erweitert worden sein mag, aber weiter keine Bedeutung für uns hat und nur deshalb erwähnt wurde, um einer eventuell unrichtigen Auffassung vorzubeugen.

Über dem Trinnphbogen, der das Sanctuarium von dem übrigen Kirchenraum trennt, erhebt sich eine hohe Giebelmauer, die den grössten Theil der Kirche gegen O nach aussen abschliesst, da nur das verhältnissmässig niedrige und kleine Sanctuarium noch weiter gegen O vorspringt. Diese Mauer war oben von zwei schiefen gegeneinander geneigten Sprüngen durchsetzt.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ich habe diese Sprünge nicht mehr gesehen, da die Mauer bereits abgetragen war, verdanke aber die Kenntniss dieser Thatsache dem Prior des Klosters, unter dessen freundlicher Führung ich alle Räume genau in Angesehein nehmen konnte.

Auf den Altären sollen die Leuchter in Folge des Erdbebens alle umgefallen sein, u. zw. in verschiedenen Richtungen. Vom Hochaltar fiel ein „Agnus Dei“, welches über dem Tabernakel stand, auf den Priester herab, der gerade in der Mitte des Altars sich befand, also ungefähr von O nach W ( $O 10^{\circ} S - W 10^{\circ} N$ ; dies kann auch nur annähernd die Richtung bezeichnen).

In der Wohnung des Priors im Klostergebäude stürzte ein Büchergestell, das an einer S-Wand stand, gegen N um.

Die von S nach N streichenden Mittelwände waren nach N geschoben. An der N-Seite entfernte sich die Mauer nach aussen; infolgedessen senkten sich die Dachsparren an ihren oberen Enden, da sie mit diesen an die Pfette nicht befestigt, sondern nur angelehnt waren. Mit denselben sank selbstverständlich das Dach, konnte sich aber nicht mehr heben, da die Sparren sich verspreizt hatten, und so konnte auch die nördliche Hauptmauer nicht mehr zurück, sondern blieb hinausgeschoben. Diese war aber mit den erwähnten Mittelmauern geschoben worden. Im Innern des Daches stürzte eine sehr dünne Mauer von O nach W ein.

Israelitischer Tempel. — Die Hauptaxe des Gebäudes läuft nach  $O 10^{\circ} S$ . Der auf der O-Seite befindliche Giebel stürzte nach aussen. Ein zweiter, kleinerer Giebel, in der Mitte, aber näher der W-Seite gelegen und parallel mit dieser gegen O freistehend, fiel ebenfalls in dieser Richtung, und zwar auf das Dach des hier niedrigeren Gebäudes.

An der nördlichen und südlichen Hauptmauer sind von aussen Sprünge zu sehen, welche die Fensteröffnungen des Erdgeschosses mit denen des ersten Stockwerkes verbinden, oder von den letzteren nach oben verlaufen. An der N-Seite sind die meisten dieser Sprünge sehr steil ( $75^{\circ}$ ) gegen O geneigt; auch bei denen der S-Seite ist eine Hauptneigung nach O bemerkbar, es finden sich aber auch verticale und nach W geneigte Sprünge.

An der Façade (W-Seite) befindet sich ein grosses Fenster über dem Eingange, welches fast die ganze Breite des Gebäudes einnimmt und in einer vielfachen Steineinrahmung die einzelnen Fensterscheiben enthält, ohne eine Verkleidung zu besitzen. An diesem Fenster wurden sämtliche Scheiben zertrümmert.

Die Façade trägt oben in der Mitte eine Darstellung der beiden Gesetzestafeln in zwei übereinander angebrachten Steinen,

welche durch einen Eisenstab miteinander verbunden waren. Der obere dieser Steine, welcher eine Breite von 2 Meter, eine Höhe von mehr als 1 Meter und eine Dicke von 35 Ctm. besitzt, wurde auf das Dach geschleudert, (wobei der Eisenstab ganz ungebogen und vom Steine getrennt wurde) und stürzte auf der südlichen Hälfte desselben bis an die südwestliche Ecke herab, wo er liegen blieb. Der Stein konnte nicht in der Richtung der Hauptaxe des Gebäudes, in welcher der First des Daches verläuft, sondern dürfte etwa in der Richtung SO herabgeschleudert worden sein. Im Innern des Tempels wurde das Deckengewölbe eingedrückt, und in den Gewölbegurten beider Richtungen entstanden Quersprünge. Zu beiden Seiten der Thora befand sich je eine freistehende Säule, welche aus gebranntem Thon hergestellt war (mit einer hölzernen Stange in Innern). Beide Säulen waren umgestürzt, die eine nach vorn, die andere nach rückwärts.

**Justizgebäude.** — Haupterstreckung des Gebäudes N—S (genauer  $N10^{\circ}W$ — $S10^{\circ}O$ ). Ein grosser Rauchfang ist oben, wo das Sparrenwerk des Daches anstösst, horizontal gebrochen. Im Innern des Bodenraumes zeigen sich an den Hauptmanern schiefe Sprünge, welche gegen N geneigt sind. Im Innern des Gebäudes haben besonders die dünnen Zwischenmauern beider Richtungen gelitten durch schiefe Sprünge, welche nicht nach einer Richtung geneigt sind, sondern sich kreuzen (gewöhnlich zwei diagonale Sprünge, welche sich in der Mitte der Mauer kreuzen). In dem mit dem Haupttracte des Gebäudes parallelen Nebentracte und zwar in dem nördlichen Theile desselben sind zwei von den kurzen Rauchfängen, welche an der östlichen Seite des Daches ganz vorn am Rande in der Nähe der Hauptmauer angebracht sind, gegen das Dach zu, also gegen W gestürzt und auf dem Dache liegen geblieben. In dem südlichen Theile dieses Nebentractes sind die steinernen Deckplatten zweier ebenso gelegenen Rauchfänge in den Hof hinabgestürzt, während die Rauchfänge selbst ebenfalls gegen das Dach fielen und auf demselben liegen blieben. Die beiden Giebelmauern des Seitentractes, welche ganz ohne Fensteröffnungen sind, zeigen von aussen Sprünge, welche wahrscheinlich nur im Anwurf stärker, in der Mauer selbst aber sehr schwach und ohne Bedeutung sind. Die nördliche dieser Mauern hat ausser einem verticalen Sprünge,

welcher oben nahe und parallel der östlichen Kante verläuft, nur schiefe Sprünge, die, an den Kanten beginnend, gegen die Mitte der Mauer (also gegen O und W) unter Winkeln von  $45-50^\circ$  geneigt sind, wobei sich manche Sprünge treffen und noch über die Kreuzungsstelle hinaus fortsetzen. Die südliche Giebelmauer hat zwei kurze verticale Sprünge an der Ostkante und drei schiefe, welche unter Winkeln von  $45^\circ$  gegen O geneigt sind. An den Aussenwänden in den beiden Höfen zwischen den zwei Tracten des Gebäudes sind auch zahlreiche noch schwächere schiefe Sprünge vorhanden (wahrscheinlich nur im Anwurf), unter welchen sich nur hier und da ein besonders schwacher verticaler befindet. An der einen Wand sind die Sprünge gegen N geneigt, nur sehr wenige, ganz unbedeutende nach S; an der zweiten Wand sind die Sprünge nach beiden Richtungen, die Mehrzahl jedoch gegen S geneigt; an der dritten finden sich nur sehr wenige gegen N geneigte Sprünge oberhalb der Fenster, an der vierten auch nur ganz wenige, nach beiden Richtungen geneigt. An den beiden Wänden des Verbindungstractes finden sich die Sprünge gleichfalls oberhalb der Fenster nach beiden Richtungen geneigt, bei der einen die nach W geneigten, stärker hervortretend. Über den Fensteröffnungen beginnen die Sprünge in den beiden Ecken und laufen gegen oben zusammen.

Kirche von Nova-Ves (Neudorf). — Richtung der Längsaxe W—O (Hechaltar gegen O). Das Thurmkreuz fiel nach NO (oder vielleicht nach NNO) auf das Kirchendach und blieb hier liegen. Die eiserne Helmstange selbst brach ebenfalls ab, und der eine Theil derselben fiel mit dem Apfel (Thurmknopf) gegen NNO, der andere gegen NO auf die Wiese. Der ersterwähnte Theil der Stange stack ziemlich nahe der Kirche in der Wiese; ich sah noch das dadurch hervorgebrachte, schief, doch sehr steil in den Boden hineingehende Loch. Die schweren Eisenstangen mussten direct dorthin gefallen sein, wo man sie nach dem Erdbeben fand, da dieselben, wenn sie zuerst auf das Kirchendach gefallen wären, dieses beschädigt hätten; das Dach zeigte nur an der Stelle, wo das Kreuz hingefallen war, eine Beschädigung.

Bezüglich der Gegenstände, welche im Innern der Kirche gefallen waren, wurden mir vom Kirchendiener eine grössere

Zahl von Angaben gemacht, aus welchen verschiedene Fallrichtungen hervorgehen. Ich beschränke mich darauf zu erwähnen, dass dabei die Richtungen N, NW, W, SW vertreten sind, ohne dass ein Überwiegen in der einen oder anderen erkennbar wäre.

In dem zu dieser Kirche gehörigen Pfarrhause, dessen Manern genau in den Hauptrichtungen der Windrose liegen, erhielt ich genaue und verlässliche Angaben, aus welchen die Fallrichtungen NO, O, SO, S, SW sich ergeben; darunter ragt die Richtung SO durch ihre Häufigkeit hervor. Ausserdem ist die Richtung N vertreten in einem Falle, der näher erwähnt zu werden verdient. Im ersten Stockwerke steht ein grosser, schwerer Kasten an einer W-Wand, durch eine Leiste von der Wand getrennt, auf vier Flüssen, mittelst welcher sein Boden 9·5 Ctm. vom Fussboden absteht. An der nördlichen Schmalseite des Kastens waren auf dem Fussboden grössere Glasflaschen gestanden. Dieselben fielen alle gegen N nm und zerbrachen theilweise, drei von ihnen lagen in derselben Richtung unter dem Kasten und stacken dort so fest, dass man den Kasten heben musste, nm sie hervorzuziehen. (Der Durchmesser einer solchen Flasche ist nm ein Geringes grösser als  $9\frac{1}{2}$  Ctm.) Diese (eine Flüssigkeit enthaltenden) Flaschen waren nicht zerbrochen. Wie immer man sich die Sache erklären mag, soviel ist sicher, dass der Kasten durch die Erschütterung gehoben werden musste, damit er über die Flaschen oder diese unter jenen rücken konnten.

Archäologisches Museum. — Wenn noch ein Zweifel bliebe, dass bei dem Erdbeben Bewegungen von sehr verschiedener Richtung vorgekommen sind, so würde dieser gründlich behoben werden durch die Kenntniss des im archäologischen Museum (Neues Akademiegebäude) an sehr vielen grossen und kleinen Gegenständen beobachteten Fall- und Verschiebungsrichtungen. Trotzdem zur Zeit meines Besuches schon viele Gegenstände wieder ihre alten Plätze einnahmen, konnte ich doch noch folgende Richtungen constatiren: N, NO, O, OSO, SO, S, SW, W, WNW; (genauer genommen sollte es eigentlich heissen  $N5-10^{\circ}O$ ,  $NO5-10^{\circ}N$  etc.). Am häufigsten und auffallendsten sind indessen die Richtungen N—S (und umgekehrt) und NO — SW (und umgekehrt.)



Beobachtungen in Privathäusern. — Jellačić-Platz, Liqueurfabrik Pokorny. — In einem ebenerdigen Locale fielen auf einem Gestelle an der gegen W gelegenen Wand, auf welchem nur grössere Flaschen dicht aneinander aufgestellt waren, die vorderen 3—4 Reihen alle auf den Boden; die rückwärtigen Reihen fielen um und blieben oben liegen, oft mehrere Flaschen übereinander. Sämmtliche Flaschen lagen mit dem oberen Ende gegen NO. Auch in anderen Räumlichkeiten zerbrachen auf diese Weise eine grosse Zahl von Flaschen; ich erhielt darüber jedoch keine nähere bestimmte Mittheilung.

Jellačić-Platz, Glashandlung von Gamilschegg und Dinghofer. — In den ebenerdigen Geschäftslocalitäten befindet sich ein eiserner Ofen, welcher oben eine eiserne Vase trägt, die mit zwei cylindrischen, über 3 Ctm. langen Zapfen in entsprechend geformten, vertical gerichteten Vertiefungen des Ofens lose eingefügt war. Diese Vase, welche 2·48 Kgr. wiegt, lag nach der Erschütterung in der Richtung W 20° S 3—4 Schritte vom Ofen entfernt auf dem Boden, wobei zu bemerken ist, dass die Vase, da sie rund ist, auch eine Strecke auf dem Boden gerollt sein kann. Es hat den Anschein, als könnte die Vase nur durch einen verticalen oder nahezu verticalen Stoss mit den Zapfen aus den Löchern herausgeschlendert worden sein. Bei näherer Untersuchung aber erkennt man, dass die letzteren im Verhältnisse zu den Zapfen weit genug sind, dass auch ein Anstoss zur Bewegung in horizontaler Richtung die Vase herauszuheben vermag. In demselben Locale fielen von einem Gestelle an der gegen S gelegenen Wand nur einige Gläser herunter, während von den Gestellen an der gegen O gelegenen Wand sehr viele ungefähr gegen W herabstürzten, und nur wenige gegen die Wand und zwar nach NO umfielen. An den anderen Wänden war hier nichts gestürzt.

An gekrümmten Haken, welche in Holzleisten an der Decke befestigt waren, hängt eine grosse Zahl von Lampen, die ein geringes Gewicht besitzen. Zwei von denselben waren herabgefallen. Herr Dinghofer versetzte vor mir eine dieser Hängelampen in die stärkste Schwingung, welcher sie fähig ist, ohne jedoch im Stande zu sein, sie dadurch herabzuwerfen, woraus hervorgeht, dass die Bewegung, in Folge welcher am 9. November

die Lampen herabfielen, nicht in rein horizontalem Sinne stattgefunden haben kann. Die Richtung der Schwingung war an diesen Lampen nicht beobachtet worden.

In einem anderen Locale, wo Lampen aufgestellt waren, gab es nicht eine einzige Lampe, an der die Glaskugel (oder der tulpenförmige Glassturz) nicht aus dem Träger herausgehoben worden wäre. Alle Glasstürze waren nach der Erschütterung gegen SW geneigt und mit der entgegengesetzten Seite an den Glaszylinder angelehnt; der Bruch war daher immer an einer gegen NO gelegenen Stelle des Sturzes, wo dieser an den Cylinder angestossen war.

Auf einem Gestelle an der gegen N 10° O gelegenen Wand<sup>1</sup> standen ganz oben grosse starke Flaschen (71 Ctm. hoch, in unteren Theile 15 Ctm. im Durchmesser). Von einer grösseren Anzahl dieser Flaschen fielen acht Stücke herab, ohne dass eine derselben gebrochen wäre. Da an dem vorderen Rande des betreffenden Brettes, auf welchem die Flaschen standen, eine erhöhte Leiste angebracht ist, so konnten sie beim Fallen nicht aufrecht über den Rand gleiten, sondern mussten umgekippt sein und fielen wahrscheinlich mit dem starken Halse auf den Boden auf, wo sie den heftigen Fall am leichtesten, ohne Schaden zu nehmen, ertragen konnten. Von den Gestellen an den gegen S und W gelegenen Wänden stürzte gar nichts herab.

In einer Privatwohnung (Illica, Nr. 92, 2. Stock) stehen in einem Zimmer an der W 20° S-Wand zwei Nachtkästchen, auf deren einem eine Lampe stand. Die Frau des Hauses stand während der Erschütterung im Zimmer und sah, wie die Lampe langsam ungefähr senkrecht von der Wand weg „herunterspazirte“ und auf den Boden fiel; sie hätte genügend Zeit gehabt, dieselbe aufzuhalten, aber sie stand starr vor Schrecken in Folge des gewaltigen Ereignisses, ohne nur einen Versuch dazu zu machen. Das andere Nachtkästchen fiel in derselben Richtung vollständig um. In dieser Wand befindet sich an Stelle einer früheren Thür eine Ausfüllungsmauer, welche nach W 20° S um ein Stück hinaus gedrückt wurde. (In einer anderen ebenso gerichteten Wand wurde eine solche Ausfüllungsmauer nach derselben Richtung verrückt.)

<sup>1</sup> Dieselbe steht schief gegen die anderen Wände.

An der entgegengesetzten Wand des Zimmers hängt eine Pendeluhr, welche auch unten durch einen Eisenstift an der Wand befestigt war. Dieser Stift wurde durch die Erschütterung in der Richtung nach S 20° O (parallel der Wand) umgebogen und ausserdem aus der Wand heraus getrieben. Die Uhr blieb stehen. In dem benachbarten Zimmer steht in der Ecke zwischen der N 20° W- und der O 20° N-Wand ein Ofen. Ein grosses, halb gefülltes Glasgefäss musste gegen die Ecke gerückt und zwischen dem Ofen und der O 20° N-Wand hinabgefallen (oder, da es sehr breit war, hinabgerutscht) sein; es stand dort unverletzt am Boden. Ein anderes noch schwereres Glas wurde blos gegen die Ecke gerückt, ohne hinabzufallen; ein kleineres Glas fiel in derselben Richtung hinab und blieb ebenfalls unverletzt. An der W 20° S.-Wand dieses Zimmers stehen zwei Kästen; auch von diesen fielen Gläser und Flaschen herab (ungefähr senkrecht in der Richtung von der Wand weg), ohne zu zerbrechen. Diese beiden Kästen waren nach dem Erdbeben mit ihren gegen SO° O 2 gerichteten Enden etwa 7 Ctm. von der Wand weggerückt, während die entgegengesetzten Enden hart an die Wand angedrückt waren.

Charakter der Erschütterung. — Professor Stožir berichtet an die k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien:

1. Am 9. November um 7<sup>h</sup>33<sup>m</sup>53<sup>s</sup>·3<sup>s</sup> fand in der Dauer von 10 Secunden ein ausserordentlich starkes Erdbeben statt. Der Beginn war wirbelförmig mit nachfolgenden starken Schwankungen. Richtung NNO gegen SSW. Begleitet von einem eigenthümlichen Schalle (eine Art Dröhnen). Der Wirbelbewegung folgte ein Stoss senkrecht nach aufwärts. Nach der ersten Erschütterung hüllte sich die ganze Stadt in eine Staubwolke, die Rauchfänge, Dachziegeln und Feuermauern stürzten nieder und bedeckten die Gassen mit Schutt. Mehrere Menschen verwundet, einer todt. Jedes Haus mehr oder weniger beschädigt. Dass der Effect wirbelförmig war, bestätigen die gedrehten Gegenstände, wie Rauchfänge, Grabsteine etc., und zwar fand die Drehung im entgegengesetzten Sinne zur Bewegung des Uhrzeigers statt.

2. Dem ersten folgte nach 4 Minuten ein zweites und
3. um 8<sup>h</sup>27<sup>m</sup>55<sup>s</sup> ein drittes Erbeben, beide von kurzer Dauer, wellenförmig und schwach.

Professor Stožir erzählte mir selbst in sehr eingehender Weise seine Beobachtungen zur Zeit des Erdbebens. Ich führe hier diese Mittheilungen (in allen wesentlichen Punkten) nahezu wörtlich an: Ich befand mich gerade in meiner Wohnung, im zweiten Stockwerke eines gegen O und W freien, gegen N und S an andere Häuser anstossenden Gebäudes, in einem Locale an der SO-Ecke. Zuerst hatte ich das Gefühl einer drehenden Bewegung von rechts nach links, und zwar so, als wenn in der drehenden Bewegung mich etwas heben wollte. Das dauerte nur kurze Zeit. Hierauf folgte ein Stoss nach aufwärts, und dann traten Schwingungen genau in der Richtung NNO — SSW hervor, (welche Schwingungen später an einer Hängelampe in derselben Richtung von mir bemerkt wurden). Diese ganze Bewegung wurde begleitet von einem eigenthümlichen, dröhnenden Geräusch, welches schwer zu bezeichnen ist. Es ist stärker als ein Sausen und schwächer als ein heftiger Donner. Dieses Geräusch unterschied ich genau von dem gleichzeitigen Krachen des Dachstuhles.

Die ganze hiergeschilderte Erscheinung dauerte, wie bemerkt, zehn Secunden, wobei das noch fortdauernde Fallen der Dachziegel, Schornsteine etc. nicht mit eingerechnet wurde.

Ungefähr vier Minuten später kam eine zweite schwache Erschütterung. Diese erst brachte Alles in Aufruhr und trieb die Leute aus den Häusern. Diese Bewegung war mehr eine wellenförmige. Das Gefühl war früher so, als wenn man stark gerüttelt worden wäre, jetzt aber empfand man nur ein leises Schaukeln, welches etwa eine Secunde dauerte.

Die dritte Erschütterung fand um 8<sup>h</sup> 27<sup>m</sup> 35<sup>s</sup> statt; sie war schwach, aber stärker als die zweite, und dauerte zwei bis drei Secunden. Ich beobachtete dieselbe auf der Strasse, nach S gehend, und hatte dabei das Gefühl einer schaukelnden Bewegung in der Richtung NO—SW. Die Richtung, in welcher die Erschütterung anlangte, konnte nicht bemerkt werden. Die Bewegung war nur schaukelnd.

Gegenüber den schon erwähnten eingehenden Berichten über die Natur der Erschütterung beanspruchen wohl die wenigen Mittheilungen der Agramer Tagesblätter über diesen Gegenstand nur einen geringen Werth. In dem Berichte der „Agramer Zeitung“ vom 9. Nov. ist der Bericht des meteorologischen Observatoriums (Prof. Stožir) einbezogen, aber nicht vollkommen richtig wiedergegeben. Es heisst z. B.: „Schon nach dem ersten Stosse hüllte sich die ganze Stadt in eine Staubwolke; Schornsteine, Feuermauern, Gesimse u. s. w. stürzten ein. . . .“ Diese Bemerkung könnte vielleicht einem Fachgenossen zu der irrigen Meinung Anlass geben, dass die Zerstörungen von dem von Prof. Stožir erwähnten, der „wirbelförmigen“ Bewegung gefolgt verticalen Stosse herrührten. Dass dies nicht richtig ist, geht schon aus anderen Bemerkungen der „Agramer Zeitung“ vom 9. November hervor, welche ich hier anführe. „Es hätte nur noch eines oder zweier Stösse<sup>1</sup> von der Heftigkeit des letzten bedurft und über Agram wäre eine Katastrophe hereingebrochen, wie deren die Annalen der Weltgeschichte nur wenige zu verzeichnen haben.“ „Das dumpfe Dröhnen und Rollen im Innern der Erde wurde von dem Krachen und Prasseln des stürzenden Mauerwerks, von dem Angst- und Hilfeschrei der in Todesangst schwebenden Bewolmer übertönt. Mit jeder Schwankung des Bodens nahm die Verwüstung zu.“

Man könnte einwenden, und ich muss die Berechtigung dieses Einwandes im Allgemeinen zugeben, dass aus derartigen in Zeitungsberichten gebrauchten Ausdrücken keine wissenschaftlichen Folgerungen abgeleitet werden dürfen. Es ist aber zu bemerken, dass sowohl in Agram als an vielen anderen Orten des Zerstörungsgebietes allgemein der Meinung Ausdruck gegeben wurde, der hohe Grad der Beschädigungen sei hauptsächlich der langen Dauer der Erschütterung zuzuschreiben.<sup>2</sup> Bei manchen der heftigeren unter den später nachfolgenden Erschütterungen, z. B. bei der vom 8. December, gieng die allgemeine Meinung in Agram dahin, dass dieselben nahezu oder gerade so heftig, wie das erste grosse Erdbeben, jedoch von kürzerer Dauer

<sup>1</sup> Ich kann nicht oft genug hervorheben, dass hier wie in fast allen Fällen das Wort „Stoss“ im uneigentlichen Sinne angewendet ist.

<sup>2</sup> Vgl. auch den Brief des Generals v. Waldstätten, S. 131.

und aus diesem Grunde ohne schwere Folgen gewesen seien. Wie immer man über diese Meinungen denken mag, so geht doch aus denselben soviel mit Bestimmtheit hervor, dass die Zerstörungen nicht einer einmaligen plötzlichen, heftigen Bewegung ihre Entstehung verdanken.

„Das Erdbeben begann um 7 Uhr 35 Min. Morgens mit einem furchterlichen Donnern (tutnjava), kam, wie es scheint, von NW und ging nach SO. Dauer zehn Secunden.“ „Die Leute liefen aus den Häusern auf die Gasse, aus einer Gefahr in die andere. In den Zimmern krachten und stürzten die Wände, auf den Gassen dagegen fielen von den Häusern die Dachziegel, Rauchfänge und die gemauerten Verzierungen“ (Narodne Novine vom 9. November.)

„Das Erdbeben dauerte 15 Secunden. In Agram war es senkrecht wellenförmig. Wie viele senkrechte Schläge es waren, hat keiner in dieser Schreckensstunde beobachten können.“ „Uns in Agram schien es, dass sich die Erde von SW nach NO erschütterte. Die Stärke des Erdbebens empfanden die Leute am Felde viel mehr als zu Hause in der Stadt. Augenzeugen erzählen uns, dass sie in Prekrižje, oberhalb Agram<sup>1</sup>, umgehackte Baumstämme einen Fuss hoch in die Höhe fliegen sahen, und dass die Wege, die Erhöhungen und Vertiefungen verschüttet wurden. Ja die Bauern aus Remete, welche in der Frühe nach Agram gingen, versichern uns, dass sich die Erde aufgerissen und wieder geschlossen hätte“<sup>2</sup> (Nar. Nov. v. 10. Nov.)

Der „Obzor“ vom 9. November gibt die Dauer der Erschütterung mit 30 Secunden an und bezeichnet die Richtung“ von NW nach SO“ Zeit 7 Uhr 35 Min.

Der Verwalter des Centralfriedhofes befand sich zur Zeit des Erdbebens im Freien. Seiner Erzählung nach hörte er zuerst ein Sausen von NNO her, dann verspürte er Erschütterungen von unten. Er wollte gehen, konnte aber nicht, sondern musste immer springen, indem sich der Boden auf und niederbewegte; zuerst war es ein wellenförmiges Schaukeln, dann erst kam das Schütteln

<sup>1</sup> Nördlich.

<sup>2</sup> Wie weit diese und ähnliche Meldungen auf Wahrheit beruhen, wie weit sie auf die durch den Schrecken erregte Phantasie zurückzuführen sind, bin ich nicht im Stande zu beurtheilen. Jedenfalls sind dieselben nicht ganz abzulehnen, da Ähnliches sich thatsächlich ereignet hat.

auf und nieder. Er wollte fortlaufen, sah aber Gruben<sup>1</sup> in der Erde, in die er zu fallen fürchtete, und da blieb er stehen. Als die Erschütterung vorüber war, hörte er einen Donner und glaubte, der Blitz werde einschlagen; das Donnern dauerte 2 Sekunden, und die Erscheinung war vorüber.

Von den Dächern wurde eine Unmasse Ziegel herabgeschleudert. Das konnte nur durch eine im verticalen Sinne erfolgte Bewegung geschehen, da jeder einzelne Ziegel mit einer an ihm angebrachten vorspringenden Leiste auf dem Dachgerüste hängt; dabei musste auch der über ihm liegende Ziegel gehoben werden, damit er unter demselben emporspringen und hervorgleiten konnte. Ja die Ziegel scheinen sogar wirklich in die Höhe geschleudert worden zu sein. An einem kleinen ebenerdigen Häuschen (anscheinend einem Pulverthurme) seitwärts der Save-Strasse (im S von Agram), das nicht grösser ist, als ein Eisenbahn-Wächterhaus, lagen eine grosse Anzahl von Ziegeln lose auf dem Dache. Hier konnten die Schwingungen nicht durch die Höhe des Objectes so bedeutend geworden sein (wie bei einem Thurne oder mehrstöckigen Hause), sondern es musste die unmittelbar vom Erdboden übertragene Bewegung heftig genug sein, um derartige Wirkungen hervorzurufen. Aber selbst bei sehr hohen Objecten, welche so bedeutenden Schwankungen unterworfen waren, dass im Freien befindliche Personen mit Schrecken dem augenblicklichen Einsturz derselben entgegensahen, ist es nicht denkbar, dass Schwingungen in rein horizontalem Sinne Bewegungen in einer der verticalen sich nähernden Richtung hervorbrachten. Es geht vielmehr mit Bestimmtheit daraus hervor, dass die schwingende Bewegung nicht in rein horizontalem Sinne vor sich gieng, sondern dass sie mit Bewegungen von oben nach unten (und umgekehrt) verknüpft gewesen sein muss.

In Folge des Fallens der Rauchfänge wurden zwar ebenfalls sehr viele Dächer beschädigt und ein Theil des Ziegelregens ist auf diesen Umstand zurückzuführen. Das konnte man selbst an den schon angebesserten Dächern, an den genau unterhalb der einzelnen Rauchfänge befindlichen frischgedeckten Dachpartien

<sup>1</sup> Kurze Wellen? — Jedenfalls ein sichtbares Wogen des Bodens.

erkennen. Der andere Theil aber rührt entschieden unmittelbar von der Erschütterung her.

Herr Prof. Dwofak erhielt eine interessante Mittheilung von einem seiner Collegen, der sich während des Erdbebens auf der Promenade in der Oberstadt befand, von welcher aus man in geringer Höhe über den Dächern den grössten Theil der Stadt überblicken kann. Dieser sah alle Dächer in lebhaft bewegten gerathen, sich biegen und winden, und die über den einzelnen Strassen befindlichen Zwischenräume verschwanden vollkommen, so dass alle Dächer als eine einzige ununterbrochene, sich bewegende Fläche erschienen. Ich bezweifle nicht, dass diese ziemlich lange dauernde Bewegung es war, welche die Dachziegel emporgehoben hat.

#### Nächste Umgebung von Agram.

(Weiber-Strafanstalt an der Save-Strasse, südöstlich von Agram.) — Die Haupterstreckung des grossen Gebäudes, welches ausser einem Hoehparterre noch zwei Stockwerke besitzt, liegt in der Richtung  $N20^{\circ}O-S20^{\circ}W$ . Die gegen  $N20^{\circ}O$  gelegene Wand hat sich ausgebaucht; die Abweichung betrug in der Mitte, wo sie am stärksten war, 5 Ctm. (mit einer Schnur gemessen). Die auf diese Wand senkrechten Zwischenmauern waren alle sehr stark zersprungen; die Sprünge sind nach der  $N20^{\circ}O$ -Seite geneigt unter einem Winkel von  $45-48^{\circ}$  gegen den Horizont.

An den Aussenwänden sind nur wenige Sprünge zu sehen. An einigen Stellen erhielt die  $OSO$ -Wand schiefe Sprünge zwischen den Fenstern, die sich sehr steil nach der  $NNO$ -Seite neigen. Die auffallendsten dieser Sprünge befinden sich an den der  $NNO$ -Wand am nächsten gelegenen vier Fensterreihen; sie verbinden je eine untere Ecke eines Fensters des zweiten mit der alternirenden oberen Ecke des entsprechenden Fensters des ersten Stockwerkes und schliessen mit dem Horizonte einen Winkel von  $65^{\circ}$  ein. — An der  $NNO$ -Wand fiel ein Stück des Dachgesimses; an der  $SSW$ -Seite stürzte der Giebel herab. An der  $NNW$ -Seite ist kein Giebel vorhanden; alle Giebel der beiden anderen Seiten blieben unversehrt.

Ein im ersten Stockwerke des Gebäudes befindlicher schwerer eiserner Ofen sprang während des Erdbebens in die Höhe und



setzte sich wieder, wurde dabei aber etwas gegen die N 20° O-Wand verschoben und ausserdem von links nach rechts (im Sinne der Bewegung des Uhrzeigers) ziemlich bedeutend (jedenfalls um einige Grade) gedreht.

Ausser dieser Angabe wurde mir noch Folgendes verbürgt: Das „Rollen“ wurde hier aus jener Richtung, welche der S 20° W. Seite entspricht, gehört. In dieser Richtung schwang auch das Gebäude. Im zweiten Stockwerke hob sich der Plafond, so dass man durch die Öffnung (den Sprung) das Dach erblicken konnte, und senkte sich wieder. Eine Person befand sich einem Fenster gegenüber, dasselbe bewegte sich zu ihr her, sie wollte es erfassen, da wich es wieder zurück. — Eine Mauer umfriedet das Gebäude sammt einem grossen freien Platze von rechteckiger Form. An der S 20° W-Seite wurde die Mauer gehoben, man erblickte durch dieselbe hindurch das jenseitige Kleefeld, und die Mauer schloss wieder zusammen.

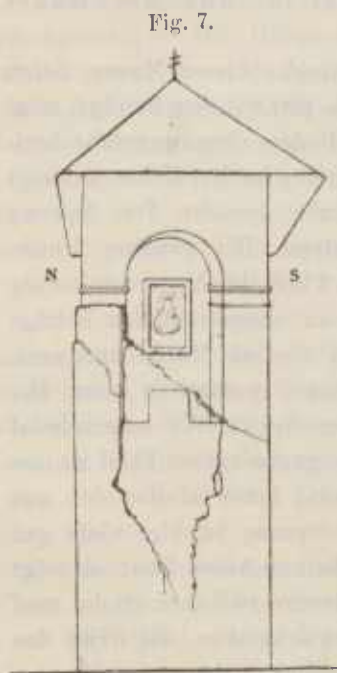
Die gegen S 20° W gelegene Strecke dieser Mauer, deren Länge von einer Ecke bis zur anderen 100 Schritte beträgt, zeigt an der Innenseite (NNO) näher dem Boden einen ungefähr horizontal verlaufenden Sprung, welcher in den beiden Ecken ansteigt und die obere Begrenzung der Mauer erreicht. Der Sprung erscheint ganz schmal und unbedeutend. Bei genauer Untersuchung erkennt man, dass der obere Theil der Mauer ein wenig nach aussen (SSW) verschoben ist; an einigen Stellen beträgt diese Verschiebung 1 Centimeter, wie man am Mörtel und auch an Ziegeln, die vom Mörtel entblösst sind, constatiren kann. Betrachtet man die Mauer von der Aussenseite (SSW), so erscheint sie (gegenüber dem Boden) höher. Der ganze untere Theil ist aus Steinen gebaut, der obere aus Ziegeln; innen ist nur der aus Ziegeln gebaute Theil zu sehen. Der Sprung ist hier nicht gut sichtbar, weil die Mauer (ein Rohbau) keinen Anwurf hat; er zeigt sich hier meist sehr nahe über der Grenze zwischen Stein- und Ziegelmauerwerk. An manchen Stellen scheint es, als wenn der obere Theil der Mauer nach innen verschoben wäre, was der an der Innenseite gemachten Wahrnehmung widersprechen würde. Die Sache verhält sich indessen so, dass der untere Theil oder wenigstens der Theil über dem Steinmauerwerk bis zum Sprunge

nach aussen gerückt ist. Es sind nämlich stellenweise zwei horizontale Sprünge übereinander vorhanden (abgesehen von der Lösung, welche wahrscheinlich zwischen Stein und Ziegelwerk besteht). Der tiefere Sprung ist aber von innen nicht sichtbar, weil er dort unter dem Boden liegt. Die höheren Theile der Mauer sind also (wenigstens an manchen Stellen) in zwei Absätzen nach aussen verschoben. Die Richtigkeit dieser Auffassung zeigt sich aussen deutlich an zwei verschiedenen Stellen, wo je ein Ziegel für sich allein sehr stark nach aussen gerückt ist, (sich ganz aus der Mauer gelöst hat).

Die auf die besprochene Seite senkrecht verlaufenden Theile der Umfriedungsmauer zeigen keine horizontalen Sprünge. An der NNO-Seite steht im Innern ein Gebäude, zu dessen beiden Seiten nur zwei kurze Stücke der Mauer vorhanden sind. Jede dieser nach NNO gewendeten Mauern hat ebenfalls einen horizontalen Sprung,

welcher, von innen gesehen, sehr nahe dem Boden verläuft; der eine dieser Sprünge erhebt sich wieder bis nach oben in der Ecke, an welcher die WNW-Mauer anstösst. An dieser Strecke der NNO-Mauer erkennt man von aussen, dass der obere Theil der Mauer sehr wenig nach aussen (NNO) verschoben ist.

An der von dem nördlichen Ende Agrams (Nova Ves) genau nach N führenden Strasse steht in der Nähe von St. Xaver eine aus Ziegeln gemauerte Bildsäule, welche mit den durch das Erdbeben verursachten Beschädigungen durch Fig. 7 von der Westseite dargestellt ist. Die Ostseite bietet ein analoges Bild. Der obere Theil der Säule ist längs eines die nördliche Mauerpartie durch-



setzenden horizontalen Sprunges nach S verschoben, (beziehungsweise der untere Theil gegen N in der Bewegung zurückgeblieben). Diese Beschädigung lässt deutlich erkennen, dass die Säule eine

heftige schwankende Bewegung in der Richtung N—S ausgeführt hat.

An derselben Strasse steht bei St. Xaver ein Häuschen, an welchem aussen an der gegen  $S15^{\circ}O$  gerichteten Mauer ein vierseitiger Rauchfang in der Weise angebracht war, dass er mit einzelnen vorspringenden Ziegeln in die Mauer eingriff. Der Rauchfang hat sich von der Mauer getrennt, indem die vorspringenden Ziegel des Rauchfanges in grösserer Höhe vollständig aus der Mauer heransrückten. Dies konnte nur durch eine seitliche Bewegung des Hauses und Rauchfanges geschehen, welche senkrecht auf jene Aussemmauer erfolgte. Bei einer von dieser Richtung ( $<S15^{\circ}O—N15^{\circ}W>$ ) merklich abweichenden Bewegung hätten die Ziegel nicht heransrücken können, der Rauchfang wäre vielleicht abgebrochen oder doch quer gesprungen, während er in der angegebenen Richtung frei schwingen konnte.

Bevor man von Agram aus zur Kirche St. Xaver gelangt, erreicht man einen gemauerten Thorbogen, welcher den Eingang zu einer Kreuzweganlage bildet. Eine von den auf dem Thore stehenden Steinfiguren war ungefähr nach NW herabgestürzt<sup>1)</sup>, eine andere hatte sich um mehr als  $45^{\circ}$  von rechts nach links (in dem der Bewegung des Uhrzeigers entgegengesetzten Sinne) gedreht.

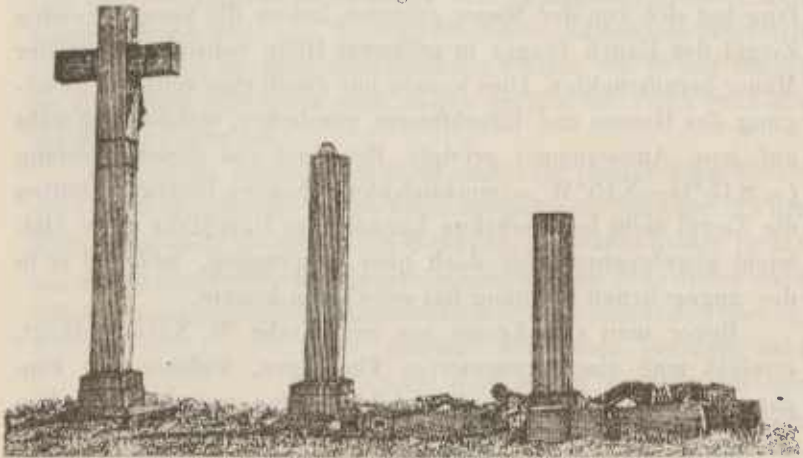
Vor der Kirche befanden sich drei hohe steinerne Krenze. Während das eine noch steht, brachen von den beiden andern die oberen Theile ab und stürzten genau nach derselben Richtung, nämlich nach SW (mit geringer Abweichung gegen W) herab (Fig. 4). Die Richtung des Falles ergibt sich, wenn man sich von dem Punkte, an welchem das obere Ende des betreffenden Krenzes auf den Boden fiel, eine Gerade zum Mittelpunkt der früheren Basis gezogen denkt. Die Krenze wurden beim Auffallen theilweise zertrümmert und stürzten, nachdem das obere Ende den Boden berührt hatte, beim Rückschwunge nicht in der Richtung des Herabfallens zu Boden, sondern mit einer bei beiden Krenzen übereinstimmenden Abweichung, wie aus Fig. 8 ersichtlich ist.

Das mittlere Kreuz, welches etwas höher ist, als die beiden anderen, hatte eine Höhe von 4.60 Meter; der stehengebliebene

<sup>1)</sup> In einer Photographie von J. Standl in Agram befindet sich die am Boden liegende Figur nicht an der Stelle, auf welche sie herabfiel.

Theil ist 2·60 Meter hoch. Der Querschnitt jedes Kreuzes ist ein Quadrat von 24 Ctm. Seitenlänge. Die Theile jedes Kreuzes waren im Innern nicht durch Eisen verbunden, sondern der eine war mittelst einer zapfenartigen Verlängerung in eine entsprechende Vertiefung des andern eingefügt.

Fig. 8.



Steinkreuze bei St. Xaver; Sturz gegen SW.

(Mit Benützung einer Photographie von Joh. Standl in Agram.)

Die Längsaxe der Kirche hat die Richtung  $0\ 15^{\circ}\text{S}$ — $W\ 15^{\circ}\text{N}$  (Hochaltar gegen  $W\ 15^{\circ}\text{N}$ ). Auf der gegen  $S\ 15^{\circ}\text{W}$  gelegenen Seite stürzte die Hälfte des Dachgesimse herab, n. zw. die der  $W\ 15^{\circ}\text{N}$ -Seite zugekehrte Hälfte. Auf der  $S\ 15^{\circ}\text{W}$ -Seite wurde auch eine steinerne Thürverkleidung aus der Mauer nach aussen gerückt und ist nun nach dieser Seite überhängend. Die freistehende, giebelartige Wand an der  $0\ 15^{\circ}\text{S}$ -Seite ist stark zersprungen und hängt nach aussen, was an den Sprüngen erkennbar ist. Auf der  $N\ 15^{\circ}\text{O}$ -Seite sind die von dieser nach der entgegengesetzten Seite reichenden Balken des Dachstuhles aus dem Dachgesimse herausgehoben. Zu beiden Seiten des Dachfirstes, welcher die Richtung der Längsaxe der Kirche hat, ist das Dach wellenförmig gebogen, ein Fall, den ich häufig (besonders in Agram) beobachtet habe. Die Erhöhungen entsprechen den stärkeren Balken (Hauptsparren), welche vom First zur Aussenmauer herabreichen, die Vertiefungen den Zwischenräumen.

Die Mauern erhielten verticale Sprünge über und unter den Fensteröffnungen, von diesen ausgehend. Die Kirche soll im Innern stark beschädigt sein; ich war nicht in der Lage, dasselbe zu besichtigen.

### Šestine.

Die Längensaxe der Kirche hat die Richtung W—O Hochaltar genauer  $O5—10^{\circ}N$ ). Das Sanctuarium erhielt über den Fenstern verticale Sprünge. Die Hauptmauern zeigen noch an anderen Stellen schwache verticale Sprünge, im Ganzen sind die Beschädigungen nicht bedeutend. Der starke Bogen, welcher das Sanctuarium von dem übrigen Kirchenraume scheidet, der „*arcus triumphalis*“, ist in der Mitte quer gesprungen. In dem nördlichen Arme des Querschiffes war in der nischenförmig gekrümmten Mauer der N-Seite, und zwar in dem ungefähr von SW nach NO verlaufenden Theile, eine früher bestandene Fensteröffnung vermauert. Diese Ausfüllungsmauer stürzte als Ganzes in die Kirche herein (gegen SO).

Der an der W-Seite der Kirche stehende Thurm hat auf allen vier Seiten etwas stärkere, lange verticale Sprünge, am stärksten auf der N-Seite, ähnlich auch auf der O- und S-Seite, schwach ausgeprägt auf der W-Seite. Die Sprünge halten sich wie immer an die Fensteröffnungen.

Das Thurmkreuz, welches früher in der Richtung der Längensaxe der Kirche stand, hat sich entweder um mehr als  $45^{\circ}$  von links nach rechts, oder um den complementären Winkel im entgegengesetzten Sinne gedreht. Der sogenannte Magnet, ein vergoldeter kupferner Hohlkegel, welcher auf die neben dem Thurmkreuz angebrachte, als Blitzableiter dienende Eisenstange aufgesteckt ist, wurde genau gegen die N-Seite der Kirche ( $N5—10^{\circ}W$ ) herabgeschleudert und lag 14 Schritte von der Nordmauer des Thurmes entfernt auf dem Boden. (Die horizontale Entfernung von der Thurmspitze beträgt 17 Schritte). Es zeugt von der gewaltigen Intensität, mit welcher die Thurmspitze geschwungen haben muss, dass dieser Gegenstand auf der Eisenstange locker we den und in die Höhe gehoben werden konnte, um dann hinweggeschleudert zu werden.

Von dem nach allen Seiten freistehenden Hochaltar wurde ein nahezu 1 Meter langes Kreuz aus getriebenem Metall ungefähr gegen W 30° S herabgeworfen. Es lag mit seiner Basis gegen den Altar gekehrt auf der Altarstufe, und zwar so, dass eigentlich nur das obere Ende des Kreuzes den Boden berührte, während die Basis an die Wand des Altartisches angelehnt war. Das Kreuz musste, wie aus den näheren Verhältnissen hervorgeht, mit grosser Wucht hinweggeschleudert worden und mit dem oberen Ende direct auf den Boden gestürzt sein. Ausserdem fielen zwei Leuchter auf dem Altartische ungefähr gegen die W-Seite um. Auf dem Altar des südlichen Armes des Querschiffes fielen Leuchter ungefähr gegen die N-Seite. Hölzerne Gegenstände, welche höher oben an dem Altaraufsatz befestigt waren, fielen in derselben Richtung. So wurde ein hölzerner Schlüssel aus der Hand einer Heiligenfigur eine grosse Strecke weit vor den Altar geschleudert.

Im Pfarrhause blieben die Hauptmauern ziemlich unverletzt, zwei Zwischenmauern sind stark zersprungen.

Im Friedhofe neigte sich ein Grabstein von rechteckigem Grundriss, dessen sehr schmale Seiten nach O und W gelegen sind, gegen N; der Steinzapfen, mit welchem er in den Grundstein eingelassen ist, hinderte ihn am vollständigen Umfallen.

Das der Gräfin Kulmer gehörige Schloss bei Šestine ist ein grosses Gebäude von rechteckigem Grundriss, dessen Langseiten nach N und S gewendet sind. Der Giebel an der W-Seite war stark beschädigt und musste abgetragen werden. An der O-Seite ist kein Giebel vorhanden; hier finden sich an den drei Fensteröffnungen drei verticale Sprünge, von denen die beiden äusseren am längsten sind. An den beiden anderen Wänden (N und S) ist von aussen sehr wenig von Beschädigungen zu sehen; diese Wände sind herausgedrängt und hatten sich innen abgelöst. Die Wölbungen über den Gängen und Stiegen, sowie die Zwischenmauern, sind stellenweise stark beschädigt. Von den Decken und Hohlkehlen stürzten grosse Stücke des Anwurfs herab. An der N-Seite befindet sich ein Vorbau, in welchem die Einfahrt und eine Stiege liegen. An der N-Wand dieses Vorbaues zeigt sich im Innern über einer Fenster niche eine starke Beschädigung. Ein durch Sprünge abgetrenntes grosses Mauerstück war eine

Strecke gesunken, und nebst sehr viel Mörtel waren mehrere Ziegel davon herabgestürzt; es hing ganz lose und wurde, um dem drohenden Einsturz vorzubeugen, gestützt.

Ein Ofen, der an die N-Seite einer Zwischenmauer angebant war, trennte sich von derselben durch einen klaffenden Sprung, und ein Stück des oberen Theiles des Ofens stürzte herab.

Das ganze Gebäude soll sich während des Erdbebens in der Richtung N—S hin und her bewegt, Hängelampen und Luster in dieser Richtung geschwungen haben.

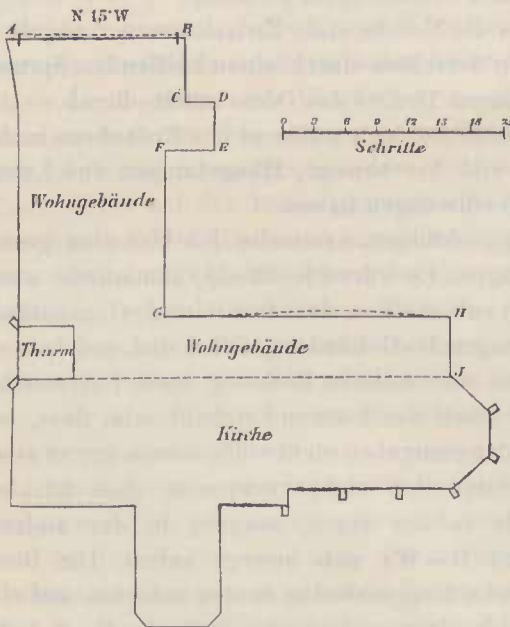
Über Bewegungsrichtungen sammelte ich hier eine grosse Zahl von Beobachtungen. Es wäre überflüssig, sämtliche anzuführen, und es genügt zu bemerken, dass freistehende Gegenstände in beiden Hauptrichtungen des Gebäudes gefallen sind, und dass ein Überwiegen der einen oder anderen Richtung nicht festzustellen ist. Daran mag zum Theil der Umstand Schuld sein, dass, wie gewöhnlich, die Richtungsangaben nicht vollkommen genau sind; anderentheils aber lässt sich nicht verkennen, dass wirklich manche Gegenstände in der einen, manche in der anderen Richtung (N—S und O—W) sich bewegt haben. Die Beobachtungen an grösseren Gegenständen deuten indessen auf eine besondere Heftigkeit der Bewegung in der Richtung N—S (oder umgekehrt) hin. (An der S-Wand war zwischen zwei Fenstern ein sehr hoher Spiegel angebracht, welcher mit seiner rechteckigen Basis auf dem Boden stand. Derselbe neigte sich so weit von der Wand weg, dass er hätte vollständig umfallen müssen, wenn ihn nicht die zu beiden Seiten vorstehenden schweren Fenstervorhänge daran gehindert und in dieser geneigten Lage erhalten hätten).

#### R e m e t e.

Fig. 9 stellt die äussere Umgrenzung des Grundrisses der mit einem ehemaligen Klostergebäude verbundenen Kirche dar. Die beiden gegen N15°W gelegenen Wände der zweistöckigen Wohngebäude tragen zuverlässige Kennzeichen einer senkrecht auf diese Wände erfolgten heftigen Bewegung an sich. Die kürzere (17 Schritte lange) Wand *AB* hat ausser anderen verticalen Sprüngen, welche die Fensteröffnungen verbinden, je einen Sprung nahe und parallel den beiden Kanten; längs dieser beiden Sprünge zeigt sich die ganze Wand um einige Centimeter heraus-

getrieben. Ausserdem sind die auf diese Wand senkrechten Mauern

Fig. 9.



an den Kanten (*A* und *B*) sehr stark beschädigt, indem das Mauerwerk gegen die  $N15^{\circ}W$ -Seite in grossen Partien abgetrennt und herabgestürzt ist. Die oberen giebelartigen Theile der Wände *BC*, *CD* und *DE* sind herabgestürzt. Die Wand *GH* (28 Schritte lang) ist so stark ausgebaucht, dass es im Freien auch ohne nähere Untersuchung auffallend

kenntlich ist. Wie es scheint, ist längs der Kante *I* im Innern eine grosse Trennung im Mauerwerk vorhanden.

Der Thurm ist auf allen vier Seiten sehr stark zersprungen. Die Sprünge verlaufen sehr unregelmässig; sie sind theils vertical und halten sich an die Fensteröffnungen, theils weichen sie gegen die Kanten ab, um dort in einen Sprung der anderen Seite überzugehen. Ein bestimmtes Gesetz ist darin nicht erkennbar.

Die Untersuchung im Innern ist mit grossen Schwierigkeiten verknüpft. Die Zerstörung ist eine so furchtbare, dass die Bewohner das Gebäude verlassen haben. Auf Stiegen und Gängen muss man über Schutt und grosse Trümmer von herabgefallenem Mauerwerk steigen. Es ist übrigens nur noch von Wichtigkeit, die Verwüstung zu erwähnen, welche im Innern der Kirche herrscht. Das ganze Deckengewölbe ist eingestürzt. Der Sturz erklärt sich durch eine seitliche Bewegung der Langwände der Kirche in der Richtung  $S15^{\circ}O-N15^{\circ}W$  (oder umgekehrt), wobei die eine der beiden Wände sich um einen bedeutenden



Betrag weiter bewegt haben musste, als die andere, so dass sie nach oben divergirten.

### Sv. Šimun (St. Simon).

Die Kirche, deren Längenaxe die Richtung  $W\ 25^{\circ}S$ — $O\ 25^{\circ}N$  hat (Hochaltar gegen  $O\ 25^{\circ}N$ ), erhielt sehr starke Sprünge. Diese Beschädigungen sind besonders mit Rücksicht darauf, dass die Kirche klein und niedrig, aber solid gebaut ist, bedeutend zu nennen.

Der Thurm erhielt hauptsächlich an der WSW- und SSO-Seite starke, der Hauptrichtung nach verticale Sprünge.

Das Thurmkreuz hat sich um  $45^{\circ}$  von rechts nach links gedreht und zugleich ungefähr gegen  $N\ 10^{\circ}O$  geneigt. Das Kreuz (d. h. die durch dessen Arme gelegte Verticalebene) stand früher senkrecht auf der Längenaxe der Kirche und obwohl die Möglichkeit der Drehung an der Helmstange vorhanden ist, hat es sich früher niemals gedreht; auch bei den stärksten Stürmen zeigte sich nicht die leiseste Veränderung in der angegebenen Lage.

In dem von der NNW-Seite der Kirche parallel mit deren Haupterstreckung angebauten Seitenschiffe befindet sich vorne in derselben Richtung wie der Hochaltar (gegen ONO) ein Altar, auf welchem in der Mitte eine, etwa 1 Meter hohe, hölzerne Statue stand, mit der Rückenseite an den hölzernen Altaraufsatz angelehnt. Diese wurde fünf Schritte weit schief gegen die Mitte der Kirche geschleudert (ungefähr nach SSW) und lag hier mit dem Kopfende in der Richtung des Falles und mit der Vorderseite nach unten auf dem Boden. Die Figur hatte sich also während des Falles nicht überschlagen, sondern es scheint, als wäre sie von ihrem verhältnissmässig niedrigen Standorte direct empor und hinweg geschleudert worden. Es bedarf keiner Berechnung, um zu erkennen, dass die Figur durch einen Austoss in rein horizontaler Richtung keinen so weiten Weg hätte zurücklegen können, sondern früher auf dem Boden angelangt wäre.

Hinter dem erwähnten Altar befindet sich an der Wand ein Taufstein, welcher einen hölzernen Kasten als Aufsatz trägt. Beides stösst an die genannte Mauer an. Auf dem Aufsatz stand eine etwa  $\frac{1}{2}$  Meter hohe hölzerne Figur, mit der Basis angelehnt, im Ubrigen frei. Diese Figur stürzte in der Richtung WSW herab,

wurde aber nicht weit weggeschleudert, sondern lag unmittelbar neben dem Taufstein auf dem Boden. Vom Hochaltar fielen Leuchter nach WSW herab.

In der Nähe der Kirche befindet sich eine grössere Kapelle (Eingang SO, Altar NW). Hier wurde eine gegen SO gelegene Giebelmauer zur Hälfte herabgeschleudert, die andere Hälfte musste abgetragen werden. Ein Theil der Ziegel wurde 15 bis 20 Schritte weit geschleudert; man kann trotz des abschüssigen Terrains nicht annehmen, dass die Ziegel auf diesem nach dem Sturze so weit gerollt sind. Im Übrigen erhielt die Kapelle ziemlich viele Sprünge. Der Altaraufsatz wurde von der Eisenstange, mit welcher er an die NW-Wand befestigt ist, gegen diese Wand gezogen, und zwar in der Weise, dass das südwestliche Ende des Altars stärker aus seiner Lage gebracht wurde als das nordöstliche. An dem ersteren beträgt die Verschiebung in der Höhe des Altartisches 10 Ctm., an dem letzteren nur  $\frac{1}{2}$  Ctm.

Das Pfarrhaus ist sehr stark beschädigt. Zu erwähnen ist Folgendes. Die ungefähr gegen  $W30^{\circ}S$  gelegene Wand wurde hinausgedrückt. Zwei Rauchfänge auf dem gegen  $N30^{\circ}W$  geneigten Theile des Daches fielen nach dieser Seite herab. — Die Hausflur im Erdgeschosse ist mit grossen Steinplatten von unregelmässigem Umrisse gepflastert. Überall zwischen diesen Steinen, an den Linien, an welchen die Platten aneinanderstossen, brachte die Erschütterung ziemlich breite Risse hervor, so dass also die Fugen, welche schon früher dort bestanden, bedeutend erweitert wurden. — Die starken, gemauerten Wölbungen des Kellers erhielten wenige, unbedeutende Risse.

Aus einem auf dem Tische stehenden, mit Milch gefüllten, Gefässe wurde ein Theil des Inhaltes verschüttet, nicht nach einer bestimmten Richtung, sondern rund um das Gefäss.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Auf dem gemauerten Küchenherde stand eine Schüssel von der Form eines abgestutzten Kegels, dessen kleinere Endfläche die Basis der Schüssel bildet, welche weit breiter als hoch ist. Diese Schüssel soll nach der Erschütterung auf der horizontalen Ebene, auf welcher sie stand, in der Richtung  $O30^{\circ}N$  von dem früheren Platze vollkommen umgestürzt gelegen sein, so dass die Basis oben war. Trotz der sonst gut verbürgten Angabe scheint es mir wahrscheinlicher, dass hier ein Irrthum in der Beobachtung vorliegt. Ein Stoss von sehr steiler Emergenz, welcher eine derartige Wirkung hervorzubringen fähig ist, würde auch die Gebäude bis auf den

In einem ebenerdigen Raume des Pfarrhauses befindet sich an der gegen O 30° N gelegenen Wand ein Gestelle aus einzelnen Brettern, deren jedes theilweise in die Wand eingelassen und fest mit derselben verbunden ist. Von den auf dem Gestelle befindlichen Glasgefässen fielen zwei gegen W 30° S um, zwei andere wurden in dieser Richtung 1½ Schritte von der Wand weg auf den Boden geschleudert. — In Keller lagen eine Anzahl Fässer ungefähr in der Richtung NO—SW nebeneinander und zwar so, dass die Längensaxe jedes Fasses die Richtung NW—SO hatte. Ein Halbeimerfass, welches in derselben Richtung auf und zwischen zwei grösseren Fässern in der von denselben gebildeten Furchung lag, und in dieser nur schwer beweglich war, fiel gegen NW von den unteren Fässern herab. Das Fass konnte nur in dieser oder in der entgegengesetzten Richtung herabfallen, jede anders gerichtete Bewegung in horizontalem Sinne verhinderten die unterliegenden Fässer. Alle mit jungem Wein gefüllten Fässer waren, da dieser sich noch in Gährung befand, oben offen, und bei allen war nach dem Erdbeben eine gewisse Menge des Inhaltes ausgeflossen.

In einer zum Pfarrhause gehörigen Scheune ist in einer Seitenwand in der Höhe eines niedrigen ersten Stockwerkes eine Thür angebracht. Im Innern lag ungefähr in der Höhe des oberen Endes der Thür und nahe derselben ein Brett quer auf mehreren Balken und ungefähr parallel mit der erwähnten Wand, und auf dem Brette lagen die einzelnen Bestandtheile (Räder u. s. w.) eines zerlegbaren Wagens. Diese Gegenstände wurden durch die offene Thür in's Freie auf den Boden herab geschleudert, u. zw. so weit, dass dafür eine bedeutende seitliche Bewegung vorausgesetzt werden muss.

---

Boden niedergeworfen haben, abgesehen davon, dass hier ein „Stoss“ bestimmt nicht vorgekommen ist.

Aber auch eine rüttelnde Bewegung, oder die grossen wellenförmigen Schwankungen, auf welche die Gebäudezerstörungen zurückzuführen sind, lassen sich mit Rücksicht auf die hier vorgekommenen Zerstörungen und die Berichte der Augenzeugen nicht in einem solchen Betrage oder einer solchen Intensität vorstellen, welche zur Erklärung der erwähnten Wirkung angenommen werden müssten. Trotzdem glaubte ich die Angabe nicht verschweigen zu sollen.

An dem Schulhause fiel der südliche Giebel nach aussen herab. Die nördliche Mauer des Gebäudes, welche einen stark abgestutzten Giebel trägt, blieb stehen, neigte sich aber nach aussen und musste gestützt werden. Ebenso ist die W-Wand nach aussen geneigt und nachträglich gestützt. In dieser ist ausser den schwächeren Sprüngen, welche von den Fensterecken ausgehen, ein etwas stärkerer Sprung vorhanden, der sich von der oberen nordwestlichen Ecke schief nach abwärts zieht. Dem entsprechend findet sich an der N-Wand ein Sprung, der von derselben Ecke schief nach abwärts geht.

Die O-Wand hat keine Fensteröffnungen und zeigt von aussen keine Risse. Im Innern erkennt man, dass auch diese Wand, wie die westliche, sich abgelöst und durch einen langen Sprung von der Decke getrennt hat. Auch im Innern hat man vielfach stützende Balken angebracht.

Von einem Tische fiel ein Buch, welches flach darauf lag, gegen SW herab. Von einem kleinen Gestelle, welches auf einem an der S-Wand stehenden Kasten sich befindet, fiel ein ebenfalls flach liegendes Buch nach N auf den Boden. Beide Bücher wurden eine Strecke geschleudert, so dass die Richtung sich genau bestimmen lässt. Von der W-Wand desselben Zimmers stürzte ein Spiegel, von der O-Wand ein Bild herab. Bei beiden Gegenständen wurde zugleich der Haken, an dem sie befestigt waren, aus der Mauer gerissen und fiel mit hinab. In einer Fenster niche der W-Wand war in der nördlichen kleinen Wand (also an dem südlichen Ende der betreffenden Mauerpartie) ein kleiner Haken befestigt, an dem kein Gegenstand hing. Dieser Haken bewegte sich in Folge der Erschütterung 6 Mm. aus der Mauer heraus<sup>1</sup>.

Ein freistehender eiserner Ofen von rechteckigem Querschnitte, dessen breitere Seiten von O nach W verliefen, und der auf einem ebenso gerichteten kleinen gemauerten Untersatze stand, drehte sich durch die Erschütterung auf seiner Basis von links nach rechts (im Sinne der Bewegung des Uhrzeigers).

Schul- und Pfarrhaus wurden von den Bewohnern verlassen, welche wenigstens die Nächte anderwärts zubrachten.

<sup>1</sup> Hier muss man wohl annehmen, dass der Haken nur lose in der Mauer befestigt war.

An dem zum Schulhause gehörigen Stallgebäude, welches mit dem ersteren gleiche Richtung hat, indem die schmälere (Giebel-) Seiten ebenfalls nach N und S gewendet sind, neigte sich das ganze Dach nach S, wobei zu beachten ist, dass auch die Giebel aus Holz hergestellt sind. Der obere Theil der südlichen Mauer stürzte nach innen, in den Stall hinein.

Über den Verlauf des Erdbebens habe ich hier folgende wichtige Angaben in Erfahrung gebracht. Der Pfarrer erzählt, er sei gerade im Zimmer gewesen, und habe zuerst gehört, wie von der Decke Mörtel herab und auf ihn fiel, und in demselben Augenblicke habe er auch das Fallen der Rauchfänge gehört, so dass er glaubte, das Gewölbe stürze zusammen. Gleich danach empfand er ein Rütteln auf und nieder, aber keinen Stoss. Im Übrigen habe er gar nichts gehört, erst nach einigen Sekunden hörte er ein oberirdisches Getöse, wie einen Donner. Hierauf sei er in's Freie gelaufen, und hier habe er ein Geräusch vernommen, als wenn ein Eisenbahnzug nach Agram fahren würde, oder wenn eine schwere Wolke mit Hagel und Donner sich gegen Agram bewegen würde, ein schrecklicher Augenblick, den er nie vergessen werde.

Das Getöse wurde sonach als von N nach S verlaufend vernommen, und zwar, als die Erschütterung schon zu Ende war, und keine Ziegel mehr vom Dache fielen. Das ganze Erdbeben dauerte, bis das Getöse vorüber war, nach der Meinung des Pfarrers wenigstens 20 Sekunden. Derselbe schätzte dies nach der Zeit, welche vergehen musste, bis er im Zimmer aufstand, ziemlich langsam die Stiege hinabließ, sodann auf der Thürschwelle stand, bis kein Ziegel mehr fiel, worauf er hinaussprang und dann erst hörte, wie das Getöse gegen Agram sich entfernte.

Auch andere Leute, welche beim Pfarrhause standen, hörten das Getöse in der Richtung gegen Agram sich entfernen.

Die Quelle war nach dem Erdbeben sehr stark getrübt und blieb es den ganzen Tag.

### Granešina.

Die Längsaxe der Kirche hat die Richtung W 25° S-O 25° N (Hochaltar gegen O 25° N). Der an der WSW-Seite stehende Thurm stürzte nahezu in der Richtung der Längsaxe

über die Kirche. Die mit Schiefer gedeckte Dachpyramide des Thurmes mit Kreuz, Kugel und Blitzableiter liegen in der Richtung gegen  $035^{\circ}N$  auf dem zertrümmerten Dache der Kirche. Die Gestalt der stehengebliebenen Theile des Thurmes, die Richtung der Sprünge etc. ergibt sich aus den Fig. 10 und 11. Der Schutt der

Fig. 10.



Kirche von Granešina: WSW-Seite.  
(Nach einer Photographie von H. Krapek in Agram.)

gestürzten Thurmmauern war zur Zeit meines Besuches bereits weggeräumt. Die zertrümmerte Einfriedungsmauer beweist jedoch, dass die Hauptmasse des Mauerwerkes nicht gegen  $035^{\circ}N$  (wie die Dachpyramide), sondern mehr gegen  $O$  oder  $OSO$  gestürzt ist. Der klaffende

Fig. 11.



Kirche von Granešina; SSO-Seite.  
(Nach einer Photographie von Joh. Standl in Agram.)

verticale Sprung an dem noch stehenden Theile der WSW-Mauer des Thurmes deutet ebenfalls auf eine Bewegung, welche von der Richtung der Längenaxe der Kirche bedeutend abwich. Dasselbe beweist der Umstand, dass gerade die SSO-Mauer des Thurmes am stärksten betroffen wurde, indem sie bis zum Boden zusammenstürzte.

### Čučerje.

Die Kirche ist genau orientirt (Längenaxe W—O). Die W-Seite der Kirche bildet eine hohe, theilweise freistehende Giebelwand, an deren Aussenseite oben ein Fresco-Gemälde angebracht war. Fast der ganze Anwurf, auf welchem sich das Bild befand, lag nach dem Erdbeben in einer horizontalen Entfernung von 28—30 Schritten und in der Richtung W 30° N von seinem früheren Platze in Trümmern am Boden, wo ich dieselben noch ungestört liegen sah. Das plattenförmige Stück Mörtel musste als Ganzes höher geschleudert worden, und erst durch den Fall auf den Boden zerbrochen sein. Es ist wahrscheinlich, dass die von der Wand hinweggeschleuderte Mörtelplatte, mit einer schmalen Seite voran, die Luft durchschnitten und mit der grossen Fläche der Luft nach abwärts einen so bedeutenden Widerstand entgegengesetzt hat, dass die Schwerkraft gegenüber dem von der Erschütterung herrührenden Impulse nur eine geringe Wirkung ausüben konnte. Dennoch ist die horizontale Entfernung mit Rücksicht auf den Weg, welchen die Platte in verticalem Sinne zurückgelegt hat, viel zu bedeutend, als dass man diesen Vorgang der Wirkung eines Erdstosses zuschreiben könnte. Die Heftigkeit eines Stosses, welcher das Gebäude etwa in der Richtung von O 30° S — W 30° N getroffen hätte, müsste, um nicht nur das Abreissen des Anwurfes von der Wand, sondern auch das Hinwegschleudern auf so grosse Entfernung zu bewirken, eine so bedeutende gewesen sein, dass die Mauer, oder vielmehr die ganze Kirche, und insbesondere der Thurm, ohne allen Zweifel eingestürzt wären. Eine Erklärung, welche mit dieser Schwierigkeit nicht zu kämpfen hat, bietet sich uns, wenn wir die beobachteten seismischen Thatfachen in's Auge fassen<sup>1</sup>, wenn wir bedenken, dass die Erschütterung nicht in einem einzigen oder

<sup>1</sup> Ich greife damit den allgemeinen Erörterungen (IV. Abschnitt) vor.

mehreren einzelnen Stössen, sondern der Hauptsache nach in einer schaukelförmigen Bewegung des Bodens bestanden hat, welche in dem Hin- und Herschwanken der Gebäude, besonders der Thürme, allgemein und auch hier beobachtet wurde. Unter der Annahme eines Hin- und Herschwankens der Kirche in der Richtung  $O\ 30^\circ\ S - W\ 30^\circ\ N$  wird es erklärlich, dass die Wand Risse erhielt, aber nicht zusammenstürzte, trotzdem die Lageveränderung der höheren Theile der Mauern gross genug war, um das Bild abzutrennen und fortzuschleudern. Das musste in dem Momente geschehen, als die Mauer die äusserste Lage in der Richtung  $W\ 30^\circ\ N$  erreicht hatte und eben im Begriffe war, den Rückschwung anzutreten. So hatte die Mörtelplatte schon vor ihrer Abtrennung eine Bewegung in einer bestimmten Richtung und Geschwindigkeit angenommen, welche sie darnach unter der Einwirkung der Schwerkraft und mit einer gewissen Verzögerung in Folge der Arbeitsleistung des Abtrennens fortsetzte.

Man darf hier nicht einwenden, dass auch ein horizontaler Stoss ein derartiges Schwanken des Gebäudes hervorbringen muss, von welchem dann dieselbe Wirkung ausginge. Denn ein Anprall, welcher Bewegungen von einem derartigen Ausmass (wie sie ja auch gefühlt und gesehen wurden) hervorzubringen vermag, müsste so gewaltig sein, dass sie weitans bedeutendere Zerstörungen an Gebäuden hervorrufen würde, als wir sie in unserem Falle wahrnehmen. Es ist hingegen etwas anderes, wenn ein Gebäude zugleich mit dem Boden von einer länger dauernden Bewegung ergriffen wird, welche nicht als die Wirkung eines diesen Punkt passirenden Stosses zu betrachten, sondern an sich diejenige physikalische Erscheinung ist, deren Wirkungen vor unseren Augen liegen, und deren Wesen zu untersuchen unsere Aufgabe ist. Bei einer derartigen Bewegung braucht die Geschwindigkeit der einzelnen Massentheile keine rapide zu sein, um grosse zerstörende Wirkungen hervorzubringen, es wird vielmehr auf den Betrag der Bewegung ankommen; und andererseits kann der Betrag dieser Bewegung, wenn dieselbe eine verhältnissmässig langsame ist, doch ein ziemlich grosser sein, ohne ein Gebäude zum Einsturz zu bringen, wenn er nicht eine für das betreffende Object bestimmte Grenze überschritten hat. Diese Auffassung stimmt vollkommen mit den an den verschie-



denen Punkten des Zerstörungsgebietes von den Betroffenen gemachte Aussagen und besonders mit einigen ganz vortrefflichen Schilderungen über die Natur der Erschütterung.

Auf dem Aufsätze des Hochaltars befanden sich oben mehrere überlebensgrosse hölzerne Statuen, von welchen zwei an der Vorderseite (gegen die Kirche gewendet) und zwei an der Rückseite des Altars (gegen die Wand gewendet) standen. Eine von den ersteren stürzte nach vorwärts, genau gegen NW herab, eine von dem letzteren nach rückwärts gegen SO. An der Stelle, auf welche die letztere Figur niederstürzte, wurde das Pflaster zer-  
schlagen. Es ist zu bemerken, dass jede der beiden Figuren mit dem Rücken und den Seiten an den Altaraufsatz anstand, so dass die erstgenannte nur gegen die Kirche, die letzte nur gegen die Wand fallen konnte. Etwas unter und vor der ersteren Figur war ein kleiner, schwebend dargestellter, hölzerner Engel angebracht, welcher nach dem Erdbeben unversehrt an seinem Platze war. Derselbe hätte von der fallenden Statue zertrümmert werden müssen, wenn diese unmittelbar neben ihrem Standplatze herabgestürzt wäre; die letztere dürfte einen ziemlich starken Schwung (vom Altar weg oder nach aufwärts) gehabt und (mit dem Kopfe voran) mit dem Fussende einen Bogen beschrieben haben, um über den vorstehenden Engel hinwegzukommen. Die Schwingungsrichtung, welche dem Sturz der beiden Statuen entspricht (SO—NW) stimmt ziemlich gut mit der (O30°S—W30°N) welche sich aus dem Wegschleudern des Frescobildes ergibt.

Eine andere überlebensgrosse Engelfigur stürzte von demselben Altaraufsätze gegen W herab und hinterliess am Boden ebenfalls eine Spur durch das Zertrümmern des Pflasters.

Der Kirchendiener gibt an, dass alle Gegenstände, welche auf den Boden gefallen waren, in nordwestlicher Richtung lagen.

Alle Gewölbegurte und Bögen sind in der Mitte quer zer-  
sprungen, so zwar, dass diese Sprünge entweder in der Richtung N—S, oder in der Richtung W—O verlaufen. Oft finden sich neben dem mittleren Sprung auch Sprünge zu beiden Seiten derselben.

In dem östlichen Theile der Kirche sind alle Fensterbögen so geborsten, dass die Sprünge weit klaffen, besonders stark an den beiden Fenstern der abgestumpften Ecken (NO und SO).

Hier fiel aussen an der S-Seite ein Stück der Hohlkehle unter dem Dache (welche die Stelle des Daehsimses vertritt) herab, u. zw. nicht bloß der Anwurf, sondern auch einige Ziegel. Einige von den Mörtelstücken wurden 10—12 Schritte weit nach N geschleudert.

In der nördlichen Abtheilung des Querschiffes, welche als Sacristei dient, stürzte das ganze Gewölbe ein. Auch von aussen erscheint dieser Theil der Kirche am stärksten beschädigt. Die N-Wand dieses Gebäudetheiles weist einige der Hauptsache nach verticale Sprünge auf, welche längs der Kanten und über der Thüröffnung verlaufen. Die O- und W-Wand haben an den an die N-Wand angrenzenden Theilen ebensolche, aber noch stärkere Sprünge erhalten, welche theilweise von der Verticalen abweichen und dann etwa unter einem Winkel von 60 oder 70° gegen den Horizont geneigt sind. An der W-Wand ist ausserdem die Hohlkehle unter dem Dache stark beschädigt, insbesondere gegen S über den beiden Fenstern, wo ein grosser Theil herabgestürzt ist. Wenn man ohne Rücksicht auf den aus der Beobachtung hervorgehenden Charakter der Erschütterung hier auf einen Stoss schliessen wollte, welcher unter einem Neigungswinkel von 20—30° und in der Richtung S—N die Oberfläche getroffen hätte, so würde eine solche Annahme sich mit den übrigen Beschädigungen nicht in Übereinstimmung befinden. Wir müssen auch die an diesem Theile der Kirche beobachteten Sprünge auf die pendelartige Schwingung des Gebäudes zurückführen und werden hier zur Annahme einer ungefähr nord-südlichen Schwingungsrichtung gedrängt. Deutliche schiefe Sprünge scheinen mir in den wenigen Fällen, wo ich sie beobachten konnte, auf das Bestreben der betreffenden Mauern hinzudeuten, in der Richtung der Neigung des Sprunges von dem übrigen Gebäude abzubreehen. Auch dies würde mit der hier angenommenen Schwingungsrichtung stimmen. Die von der N-Seite des Gebäudes nach N geschleuderten Mörtelstücke sprechen ebenfalls für diese Richtung. Berücksichtigen wir, dass sich aus dem Hinwegschleudern des Frescobildes mit grosser Bestimmtheit die Schwingungsrichtung  $0\ 30^\circ\ S—W\ 30^\circ\ N$  ergibt, so liegt es ausserordentlich nahe, anzunehmen, dass die Schwingungen während der Dauer der Erschütterung nicht strenge dieselbe Richtung beibehielten,

sondern dass die letztere entweder allmählig um einen ziemlich grossen Winkel sich gedreht hat, oder plötzlich in eine andere Richtung übersprungen ist.

Das Krenz auf der Spitze des Thurmes, welcher an die S-Seite der Kirche, u. zw. an dem westlichen Ende derselben angebaut ist, hat sich in Folge der Erschütterung gegen SO geneigt, (oder eigentlich vollkommen umgebogen). Sowohl auf der N-, als auf der S-Seite des Thurmes wurden an den obersten grossen Fenstern die Fensterstöcke aus dem Mauerwerk vollständig herausgerissen und hiengen lose und gefahrdrohend an ihren Plätzen, so dass man sie mit Lebensgefahr an die Mauern anbinden musste. An den entsprechenden Fenstern der O- und W-Seite war nichts Ähnliches zu bemerken. Die Wände haben starke, der Hauptrichtung nach verticale, aber doch ziemlich unregelmässig verlaufende Risse erhalten, welche die Fensteröffnungen verbinden. Am stärksten zersprungen sind die S- und die O-Wand. Diese beiden Wände und mit ihnen die ganze SO-Ecke scheinen nach oben zu in den Thurm hineingedrückt, während die beiden andern Wände diese Erscheinung nicht zeigen. Da bei jedem viereckigen Thurme in Folge der Verjüngung der Mauern die Wände und Kanten ziemlich auffallend sich nach innen neigen, so würde ich diesen Umstand gar nicht zu erwähnen wagen, wenn ich nicht von dem Pfarrer, von dem man doch voraussetzen kann, dass er den Thurm seiner Kirche auch früher gekannt hat, ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht worden wäre. Die Thurmuh, deren Pendel in der Richtung N—S schwingt, blieb in Folge der Erschütterung stehen. (Eine Schwarzwälderuhr, welche im Pfarrhause an einer gegen W gelegenen Wand hängt, deren Pendel also in derselben Richtung schwingt, gieng ungestört weiter.)

Ein Mann, welcher den Thurm ungefähr von S aus beobachtete, sah denselben, wie er angibt, zuerst einigemal aufwärts hüpfen, dann einmal hin und herschwingen.<sup>1</sup> Ein Theil der

<sup>1</sup>) Damit dieser Beobachter von seinem Standpunkte aus die Schwingung, von welcher er erzählt, bemerken konnte, musste dieselbe in einer Richtung erfolgt sein, welche wenigstens einigermassen von der Richtung N—S verschieden war. Es ist aber möglich, dass der Thurm ausserdem auch Schwankungen in der Richtung N—S ausgesetzt war, welche dem Manne dann nicht als seitliche Schwingungen sichtbar werden konnten.

mächtigen Umfriedungsmauer der Kirche, welcher in der Richtung NW—SO verläuft, ist ungefähr in der Mitte zwischen den beiden Ecken, an denen die Mauer in andere Richtungen übergeht, auf eine Erstreckung von nahezu 4 Metern gegen SW eingestürzt. Längs der beiden Ecken erhielt die Mauer je einen verticalen Sprung.

An einem anderen Theile dieser Mauer, welcher in der Richtung nach N (mit einer Abweichung von ungefähr  $10^\circ$  gegen W) verläuft, wurde von der gegen W  $10^\circ$  S gelegenen Seite ein grosses flaches Stück des Anwurfes abgetrennt und etwa  $1\frac{1}{2}$  Meter gegen S (also fast längs der Mauer) auf den Rasen geschleudert, wo ich es ungestört liegen sah.

Die Einfriedungsmauer hat gegenüber der W-Seite der Kirche und parallel mit dieser eine Thoröffnung, welche nach oben durch einen gemauerten Giebel abgeschlossen ist. Dieser wurde beschädigt und stürzte theilweise gegen W herab.<sup>1</sup>

Bezüglich der Wirkung der Erschütterung auf Menschen ist hier eine Erzählung des Caplans zu erwähnen, welcher während des Erdbebens mit zwei anderen Personen in der Nähe von Čučerje auf der Strasse gieng, auf dem Felde einen Mann stürzen sah und in demselben Augenblicke selbst mit seinen beiden Begleitern auf dem Boden lag, bevor er sich noch Rechenschaft von der Natur dieses Ereignisses geben konnte. Alle vier Personen waren in derselben Richtung gefallen, und zwar, wie der Pfarrer aus der Richtung des Weges schliesst, nach NW. — Dieser Fall weist auf eine sehr grosse Heftigkeit der Bewegung hin.

### Kašina.

Die Längsaxe der Kirche hat die Richtung W  $10^\circ$  S — O  $10^\circ$  N. — Der vierseitige Thurm befindet sich an der W  $10^\circ$  S-Seite. Von demselben wurde die ganze Helmstange (der Thurmknopf sammt dem Kreuze) nach der S  $10^\circ$  O-Seite herabgeschleudert. Die Helmstange lag in dieser Richtung auf dem Boden, das obere Ende sieben Schritte von der Mitte der genannten

<sup>1</sup> Eine derartige Richtungsangabe bedeutet nur irgend eine Richtung von der Mauer hinweg, und zwar auf der W-Seite. Es lässt sich daraus somit nur der negative Schluss ziehen, dass die Erschütterung, welche diese Beschädigung bewirkt, nicht in der Richtung N—S erfolgte.

Seite des Thurmes entfernt, das abgebrochene Ende noch sechs Schritte weiter nach  $S10^{\circ}O$ , da die Helmstange sechs Schritte lang ist. Die innere Eisenstange ist an dem abgebrochenen Ende 5 Ctm. dick. Bei dem oberen Ende der Helmstange befindet sich ein sehr tiefer Eindruck in Boden, welcher stärker ist als der am andern Ende, ein Zeichen, dass das Kreuz mit dem oberen Ende voraus auf den Boden fiel und dann in der Richtung des Falles überschlug. — An der Thurmspitze sieht man das Ende des abgebrochenen Eisenstabes in der Richtung des Falles gebogen.

Der Thurm erhielt die bekannten verticalen Sprünge. An der  $N10^{\circ}W$ -Seite desselben sind schiefe Sprünge vorhanden welche gegen die Kirche ansteigen.

In der Kirche sind die Bögen und Gewölbegurte beider Richtungen quer gesprungen. Die Aussenmauern sind an vielen Stellen von vertikalen Sprüngen durchsetzt.

Von der die Kirche umgebenden Ringmauer (gute Steinmauer) fiel der mit der  $W10^{\circ}S$ -Seite des Thurmes parallel stehende Theil vollständig nach innen (gegen  $O10^{\circ}N$ ) um. Auch an anderen Stellen ist dieselbe sehr stark beschädigt. So an einer rechtwinkligen  $NO$ -Ecke, wo jede von den beiden Mauern einen schiefen, gegen die Ecke geneigten Sprung erhielt. Der Sprung in der  $O$ -Mauer ist nach oben weit klaffend, so dass nach beiden Seiten Steine und Mörtel herausfielen.

In einem von  $N$  nach  $S$  verlaufenden Theile der Ringmauer befand sich ein gemauertes Thor, das oben mit einem hölzernen Dache versehen war. Die ganze Thormauer stürzte gegen  $O$  um, wobei das Dach 3 Meter weit geschleudert wurde.

An dem Beginne des Weges, welcher zu der auf einem Hügel stehenden Kirche hinaufführt, stehen zwei säulenförmige Mauern von rechteckigem Grundrisse, die schmälere Seiten gegen  $W12^{\circ}N$  und  $O12^{\circ}S$  gerichtet. Auf jeder Mauer stand eine massive steinerne Vase von etwa 70 Ctm. Höhe. Die eine Vase stürzte gegen  $S12^{\circ}W$  herab und lag so auf dem Boden, dass das obere Ende der Mauer zugekehrt, das untere von derselben abgewendet war; der im Boden vorhandene Eindruck beweist, dass die Vase mit dem oberen Ende auf dem Boden auffiel und dann hinüberstürzte. Die andere Vase hatte sich auf der

Maner um einige Grade von links nach rechts (im Sinne der Bewegung des Uhrzeigers) gedreht.

Auf dem zur Kirche führenden Wege zeigte sich nach dem Erdbeben an einer Stelle, wo der Weg nahezu horizontal ist, ein zwei Schritte langer und drei Finger breiter Sprung, in der Richtung N—S, welche zugleich die Richtung der betreffenden Wegstrecke ist. Der Sprung schloss sich bald wieder. Der Grund besteht aus weicher, humusartiger Erde.

Ich übergehe die Beschädigungen an dem Pfarrhause, welche keine neuen Aufschlüsse bieten, und wende mich zu den hier beobachteten Bewegungsercheinungen. An einem an einer W10° S-Wand stehenden Kasten gieng die Thür auf; in einem andern Zimmer geschah dasselbe mit einem Kasten an der N10° W-Wand. Von zwei an einer W10° S-Wand stehenden Kästen wurden Gegenstände in der Richtung von der Wand weg<sup>1</sup> (manche ziemlich weit) herabgeschleudert. Auch von einem Kasten an der N10° W-Wand fielen Gegenstände von der Wand weg herab.

Von einem Ofen in der Ecke zwischen der W10° S- und der S10° O-Wand fiel eine den obersten Theil des Ofens bildende Kugel (aus gebranntem Thon) ungefähr in diagonaler Richtung ins Zimmer. Von einem Ofen in der gleichgerichteten Ecke eines anderen Zimmers stürzte eine den obersten Theil des Ofens bildende Vase gegen die W10° S-Wand. Dieser cylindrische Ofen besteht aus sehr grossen gekrümmten Thonkacheln. Die mittleren haben die Höhe des halben Ofens und ihre Krümmung entspricht je einem Bogen von 90°, so dass vier Kacheln den Ofen umschliessen. Diese wurden auseinandergetrieben, so dass weite Spalten zwischen ihnen entstanden; die Bewegung entspricht einer horizontalen Drehung des Ofens von rechts nach links (entgegengesetzt der Bewegung des Uhrzeigers). — Von einem Kästchen an einer N10° W-Wand fiel eine Lampe parallel der Wand gegen O10° N herab. Die vorstehenden Angaben beziehen sich auf das erste Stockwerk. — Im Erdgeschosse fiel auf einem an der O10° N-Wand stehenden Kasten eine Flasche gegen die Wand. Eine Flasche, welche in einer Mauernische stand, fiel

<sup>1</sup> Es ist immer schwer, genauere Angaben zu erhalten.

gegen NO auf den Boden. Von einem Gestelle an einer  $010^{\circ}$  N-Wand fielen zwei Flaschen in der Richtung von der Wand weg herab.

Eine etwa 800 Schritte südöstlich von der Kirche liegende grössere Kapelle, deren Längsaxe die Richtung  $W 15^{\circ} S$  —

Flg. 12.



Kapelle in Kašina. (Mit Benützung einer Photographie von Joh. Standl in Agram).

$015^{\circ}$  N hat, ist furchtbar zerrüttet (vollkommen baufällig). Die gegen  $N 15^{\circ} W$  gelegene Seite hat weniger gelitten, vielleicht deshalb, weil dieselbe gar keine Fensteröffnungen enthält. Die übrigen Seiten sind von klaffenden Sprüngen durchsetzt, welche der Hauptrichtung nach vertical sind. Die Abweichungen von der

verticalen Richtung lassen ausser dem Einfluss der Fensteröffnungen keine bestimmte Regel erkennen. Fig. 12 und 13 geben ein anschauliches Bild der Zerstörung. Die Innenansicht zeigt, dass die S15°O-Wand gegen aussen durch horizontale Sprünge abgebrochen und geneigt ist. Der (aufgestetzte) Thurm ist auffallend ungefähr gegen NNO geneigt. Ein nahezu verticaler Sprung der S15°O-Wand des Thurmes setzt sich mittelst einer Beschädi-

Fig. 13.



Inneres der Kapelle in Kašina. (Nach einer Photographie von Joh. Standl in Agram).

gung des Ziegeldaches in einen Sprung der entsprechenden Wand der Kirche fort.

Im Schulhause sollen Gegenstände von den Tischen zuerst emporgeschleudert worden und dann erst niedergefallen sein. Von einem in einer NO-Ecke stehenden dreieckigen Kasten fielen Gegenstände nach SW herab, und die Thür des Kastens



öffnete sich. Von einem Gestelle an der N-Wand (im Erdgeschoss) stürzten viele Flaschen von der Wand weg herab. Im Schulzimmer fiel von einem Kasten an der N-Wand (genau:  $N5^{\circ}W$ ) eine mit Tinte gefüllte Flasche genau senkrecht von der Wand weg auf den Boden, d. i. gegen S (genau  $S5^{\circ}O$ ).

Der Caplan befand sich während des Erdbebens gerade zu Pferde und wäre in Folge der Erschütterung bald herabgefallen. Er hörte das Donnern ungefähr von N her. Die Bäume schwangen hin und her.

Fig. 14,



Schloss St. Nikola. Einsturz gegen  $N 15^{\circ} W$ . (Mit Benützung einer Photographie von Joh. Standl in Agram.)

### Schloss St. Nikola.

Die gegen  $N15^{\circ}W$  gelegene schmälere Seite des einfachen vierseitigen Gebäudes stürzte vollständig ein, und zugleich damit stürzten bedeutende Theile der beiden austossenden Mauern, wie dies aus der Ansicht in Fig. 14 besser ersichtlicher ist, als Worte es darzustellen vermögen. Von der gegen  $O 15^{\circ}N$  gelegenen

Wand stürzte ein grösserer Theil mit, als von der gegen  $W 15^{\circ} S$  gelegenen Seite.

An der gegen  $S 15^{\circ} O$  gelegenen Wand finden sich meist verticale Sprünge, welche an die Fensteröffnungen gebunden sind, und der obere Theil des abgestutzten Giebels ist eingestürzt.

An der  $W 15^{\circ} S$ -Wand sind nur vereinzelt, schwache Sprünge an den Fenstern vorhanden und ausserdem ein langer, vollkommen verticaler, starker Sprung in der Nähe des eingestürzten Endes.

An der  $O 15^{\circ} N$ -Wand sind nur zwei schwache Sprünge an den Fenstern, welche ich aber wegen ihres dunklen Aussehens (geschwärzte Ränder) für alte (schon vor dem Erdbeben bestandene) Risse halte. Diese Wand ist im oberen Theile mit verticaler Begrenzung abgerissen; als unmittelbare Fortsetzung dieser Linie erscheint ein verticaler Sprung in dem tieferen Theile der Mauer. Es entspricht dies dem erwähnten starken verticalen Sprunge auf der entgegengesetzten Seite.

Es ist zu beachten, dass der unterste Theil der Mauer aus grossen runden Steinen (grossen Geschieben) besteht; das Übrige ist Ziegelmauerwerk, in welchem sich auch hier und da ein derartiger Stein findet.

Es befand sich zur Zeit des Erdbebens nur eine Person im Hause, welche unverletzt blieb. Das dem Erdbeben vorangehende „Donnern“ wurde als vom Agramer Gebirge herkommend vernommen.

### Schloss St. Helena.

Das Schloss ist ein rechteckiger, einstöckiger Ziegelbau mit aus dem Gebäude hervortretenden vierseitigen Eckthürmen, von welchen nur die beiden vorderen ( $NO$  und  $SO$ ) die Mauern des Gebäudes überragen. Die längere Stirnseite ist gegen  $O$  gerichtet, und parallel zu dieser (in der Richtung  $N-S$ ) durchzieht das Gebäude eine Mittelmauer, zu deren beiden Seiten sich je eine Reihe von Zimmerbefindet.

Der nordwestliche Eckthurm ist bis auf den Boden herab zusammengestürzt. In den unmittelbar an der  $S$ -Seite gelegenen Zimmern stürzte sowohl östlich als westlich von der Mittelmauer das Gewölbe des ersten Stockwerkes und das des Erdgeschosses,

sowie der entsprechende Theil der östlichen und westlichen Aussenmauer vollständig ein. Die Mittelmauer und die südliche Aussenmauer mit den anstossenden Thürmen blieben stehen.

Die Trennungsflächen bei diesen Einstürzen ergeben keinen Anhaltspunkt zur Beurtheilung des Azimuths der Bewegung. Dieselben sind fast durchgehends genau vertical.

Die gegen O gelegene Hauptseite ist, wenn sie auch (von dem Einsturze abgesehen) keine auffallenden gewaltigen Sprünge zeigt, dennoch vollkommen zerrüttet. Die Sprünge sind der Hauptrichtung nach vertical; nur an einigen ist eine ungemein steile Neigung gegen S zu constatiren. Auch an dem übrigen Gebäude wie an den freien Seiten der Thürme sind die Sprünge vertical; die an das Hauptgebäude anstossenden Seiten der Thürme aber (bei dem NO-Thurm beispielsweise sind dies die S- und die W-Seite des Thurmes) erhielten schiefe Sprünge, deren Ebene in allen Fällen von dem Gebäude weg nach aussen fällt. Diese Sprünge scheinen überall das Bestreben des Thurmes gegen aussen abzubreehen anzudeuten.

Nur an dem südwestlichen Thurme findet sich auch an der freien W-Seite desselben ein gegen S geneigter Sprung. Dieser setzt sich an der N-Wand des Thurmes, gegen das Hauptgebäude ansteigend, bis an die eingestürzte W-Wand des letzteren fort, und hier lässt sich noch die ehemalige Fortsetzung des Sprunges in der W-Wand verfolgen, welche erkennen lässt, dass der Sprung hier wieder gegen S geneigt war. Es blieb nämlich in der Ecke das durch den Sprung begrenzte Mauerstück haften und stürzte nicht mit der ganzen übrigen Wand herab. Es lässt sich gewissermassen durch den ganzen hier verfolgten Sprung eine Ebene legen, welche nach SW geneigt ist. Das gilt aber nur für die an den Aussenwänden sichtbaren Linien des Sprunges und auch für diese nur im Grossen und Ganzen, denn die Ebene eines schief durchsetzenden Sprunges ist immer in der Längenrichtung der Mauer geneigt, in unserem Falle an den beiden W-Wänden nach S, an der N-Wand nach W.

Das Schloss ist, wie bemerkt, aus Ziegeln gebaut. Untersucht man auf irgend einem Schutthaufen den Mörtel, so erkennt man, dass derselbe bei der Berührung mit der Hand zu feinem Sand

zerfällt. Man ist darnun geneigt, den hohen Grad der Zerstörung, welcher dem Auge bei dem ersten Anblicke des Gebäudes entgegentritt, nicht einer besonders heftigen Erschütterung, sondern dieser schlechten Beschaffenheit des Mörtels zuzuschreiben. Es kann auch in keinem Falle der grosse Einfluss dieses Umstandes auf die Widerstandsfähigkeit der Mauern bestritten werden. Wenn man aber bei näherer Untersuchung sieht, wie sogar die aus Quadersteinen bestehenden Grundfesten des Schlosses an den Stellen, an denen die einzelnen Werkstücke zusammengefügt sind, auseinanderwichen; wenn man sich in das Innere des Gebäudes begibt, über Haufen von Mauerwerk in die Gemächer des ersten Stockwerkes eindringt und allenthalben die furchterliche Zerstörung wahrnimmt; wenn man auf eine Thürschwelle tritt, um dort, wo Decke und Fussboden des ersten Stockwerkes hinabgestürzt sind, in die Tiefe zu blicken und in demselben Augenblicke merkt, wie der feine Schutt unter und neben den Füßen in rieselnde Bewegung geräth und in verborgene Klüfte hinabsinkt, weil die Schwere des eigenen Körpers hingereicht hat, die zerrüttete Mauer, auf welcher man steht, in gefahdrohende Bewegung zu versetzen; wenn man die zahlreichen kleineren und grösseren Einstürze sieht, welche im Innern stattgefunden haben, und ausserdem erkennt, dass keine Mauer vorhanden ist, die noch mit einer andern in fester Verbindung wäre, oder in sich selbst ein Ganzes bilden würde, (weshalb das Gebäude vollständig abgetragen werden muss); so kann man sich der Überzeugung nicht verschliessen, dass nur eine gewaltige Bewegung diese Verwüstung hervorgerufen haben kann.

Es darf uns in der That wundern, dass alle 12 Personen, welche sich zur Zeit des Erdbebens im Schlosse befanden, dasselbe lebend verlassen konnten. Der Besitzer (Edl. v. Mikšić) entwirft eine anschauliche Darstellung des Ereignisses, von welcher ich das Wichtigste wiedergebe. Er befand sich in einem Gange des ersten Stockwerkes, als das Erdbeben begann. Die südwestliche Seite hob sich um wenigstens 8 Zoll (ungefähr 20 Ctm.), er wurde an die Mauer geschleudert und sank in die Knie. Die Wände krachten furchterlich. An die Wand sich haltend, fühlte er, wie die Wände

auseinander- und wieder gegeneinander sich bewegten. Hierauf stürzte eine Mauer ein, welche ihn halb verschüttete. Diese schaukelnde Bewegung dauerte etwa 10 Secunden, dann trat für kurze Zeit Ruhe ein, und dann begann die Bewegung noch einmal.

Herr v. Mikšić sprach auch von einer „wirbelförmigen“ Bewegung, ohne diese aber der Erscheinung nach von der schaukelnden Bewegung seiner Person und des Hauses zu trennen; der Ausdruck bezieht sich auf das Gefühl einer gleichzeitigen drehenden Bewegung. Erst nach den Schwingungen der Wände seien zugleich mit Schlägen von unten die Einstürze erfolgt. (Es scheint trotzdem nicht zweifelhaft, dass die schaukelnde Bewegung die Ursache der Einstürze war. Die „Schläge von unten“ wurden erst nachträglich in einer zweiten mündlichen Erzählung erwähnt; dieselben scheinen mir eine ganz untergeordnete Erscheinung gegenüber der mehrmals stark hervorgehobenen schaukelförmigen Bewegung.)

Ein Sohn des Besitzers stand in einer Ecke des Zimmers, während das ganze Deckengewölbe zu seinen Füßen einschlug und saumt dem Boden hinabstürzte, bis auf das Fragment in der Ecke, welches mit ihm stehen blieb. Andere Personen flüchteten sich in Thüren und blieben so unverletzt.

Die Frau des Besitzers floh mit einem Kinde in ein Thurzimmer, liess dasselbe hier, wo es sicherer schien, zurück und begab sich hinweg. Als sie zurückkam, fand sie eine grosse Anzahl von Nippsachen und Schalen aus Porzellan, welche sie vorher noch auf ihrem Platze gesehen hatte, auf dem Boden liegend, und das Kind erzählte, es habe gesehen, wie die Gegenstände herabfielen. Herr v. Mikšić schliesst daraus, dass noch eine dritte Erschütterung stattgefunden haben müsse.

Etwa 200 Schritte vom Schlosse entfernt befindet sich eine Kapelle, deren Längensaxe die Richtung W—O hat. Von dem gegen W gelegenen Giebel stürzte der oberste Theil gegen W herab. Nach O zu befindet sich über dem niedrigeren Sanctuarium und an der Grenze zwischen diesem und dem eigentlichen Langhause ein Giebel, welcher, soweit er frei war, ganz einstürzte. Ausserdem hat die Capelle Sprünge in den Wölbungen u. s. w., im Ganzen verhältnissmässig geringe Beschädigungen. Eine

in der S-Wand der Capelle bestandene Thüröffnung war in der Weise zugemauert, dass sie gegen aussen und innen durch je eine Mauer von einer Ziegelbreite abgeschlossen war, und der Raum zwischen den beiden Mauern unausgefüllt blieb. Die innere von diesen Mauern stürzte nach innen (also nach N) vollständig um, während die äussere stehen blieb. Das Krenz eines auf der Capelle stehenden hölzernen Thürmchens neigte sich nach S. Der hölzerne Aufsatz des Hochaltars fiel nach O um. Auf dem Steinpflaster der Capelle waren acht Stück achteckige Ziegel (niedrige achtsseitige Prismen) frei übereinander aufgeschichtet, so dass sie eine Säule bildeten. Die Ziegel fielen alle miteinander als wenn sie ein zusammenhängendes Ganze wären, nach N um.

Die Wirthschaftsgebäude in der Nähe des Schlosses haben wenig gelitten. In der Mitte einer gegen O gelegenen Wand befindet sich ein Giebel, dessen oberer Theil stürzte, und zwar — wenigstens theilweise — gegen das Dach.

#### Sv. Ivan-Zelina.

Eine grössere Ortschaft mit vielen gemauerten Häusern.

Die Kirche ist sehr wenig beschädigt. Auch der hohe vier-eckige Thurm hat nur ganz geringfügige Risse erhalten. Derselbe trägt oben an jeder Kante ein kleines freistehendes Thürmchen; diese vier Eckthürmchen sind gar nicht beschädigt.

In dem Hause, in welchem sich die Apotheke befindet, ist die gegen N 10° W gelegene Wand im Innern durch einen verticalen Sprung getrennt. An der gegen S 10° O gelegenen Wand ist nahe der SO-Kante ein klaffender verticaler Sprung, und an der gegen O 10° N gelegenen Wand nahe derselben Kante ein ähnlicher Sprung vorhanden, dessen Richtung durch eine Fenster- und eine Thüröffnung sehr stark beeinflusst scheint. Die Rauchfänge wurden theils ganz herabgeworfen, theils beschädigt. In der Apotheke fiel von einem Gestelle an der gegen N 10° W gelegenen Wand eine Flasche etwa einen Schritt weit herab. Auch an der entgegengesetzten Wand fielen Flaschen herab. Über die Richtung war nichts Genaueres zu erfahren.

In einem anderen Hause wurden von einem Kasten an der ungefähr gegen NO gerichteten Wand viele Gegenstände ungefähr nach SW 1½—2 Meter weit geschleudert. Von einem

Kasten an der entgegengesetzten Wand fielen einige Gegenstände ungefähr nach NO, aber nicht so weit.

Das Gemeindehaus, dessen Mauern sehr dick und massiv sind, wurde sehr stark beschädigt. Die N-Wand ist im Innern durch einen verticalen Sprung abgetrennt; die S-Wand ist stark zersprungen. Auch noch andere Häuser sind stark beschädigt, während wieder andere kaum einige leichte Risse erhielten.

### **Sv. Duh bei Sv. Ivan-Zelina (Plemenido).**

Eine Stunde nordöstlich davon, eine Capelle, deren Thurm in Folge der Erschütterung einstürzte. Ich war nicht in der Lage, die Lokalität zu besuchen und konnte auch nichts Näheres darüber in Erfahrung bringen.

### **Bedenica.**

Die Kirche, deren Längenaxe die Richtung WSW—ONO hat (genau  $W 25^{\circ} S—O 25^{\circ} N$ , Hochaltar gegen  $O 25^{\circ} N$ ), ist sehr stark zersprungen. Gewölbe und Bögen sind nach beiden Richtungen der Kirche gesprungen. Das Sanctuarium, welches Spitzbögen hat und wahrscheinlich älter ist als die übrige, mit runden Bögen und entsprechenden Gewölben versehene Kirche, erhielt sehr viele und gewaltige Sprünge. Die Strebe-pfeiler des Sanctuariums sind nicht beschädigt. Von aussen sind an der Kirche nur wenige Sprünge zu sehen. Der an dem W-Ende der Kirche stehende, niedrige viereckige Thurm ist auf allen Seiten in nicht bedeutender Weise gesprungen. Durch alle diese Sprünge lassen sich der Hauptrichtung nach verticale Ebenen legen.

Das Thurnkreuz ist ungefähr nach N ein wenig geneigt.

Von einem Seitenaltar an der SSO-Wand fiel eine Heiligenfigur aus der rechten Ecke nach links auf den Altartisch, d. i. nach NO. Auf dem Hochaltar fielen die sechs Leuchter nach links (nach NNW) um, während die darauf befestigten Kerzen zugleich schief vom Altar weg (ungefähr nach NW) herabgeschleudert wurden, wobei die Möglichkeit zu beachten ist, dass die Kerzen während des Falles an den Altartisch oder anderswo anstießen und dann erst hinwegsprangen.

An dem Pfarrhause sind aussen verhältnissmässig geringe Beschädigungen zu sehen. An den Wänden sind schwache verticale Sprünge, welche die Fenster verbinden; an der O- und an der N-Seite (genauer  $O 15^\circ N$  und  $N 15^\circ W$ ) ist in der Mitte unter dem Dache auf eine Strecke der Mörtel von der Hohlkehle herabgefallen. Die Rauchfänge wurden beschädigt, ohne herabzufallen. Im Innern sind jedoch sehr starke Beschädigungen vorhanden. Die  $N 15^\circ W$ -Wand wurde durch einen starken verticalen Sprung (nur innen) abgetrennt. Auch die entgegengesetzte Wand ( $S 15^\circ O$ ) ist in dieser Weise, aber viel schwächer abgelöst.

In einem Kasten an der gegen  $W 15^\circ S$  gelegenen Wand fielen einige Flaschen nach  $S 15^\circ O$  um. In einem zweiten ebenerdigen Locale fielen in einem an derselben Wand stehenden Kasten mehrere Gläser nach derselben Richtung.

### Sv. Trikralja bei Bisag.

Die Kirche, deren Längsaxe die Richtung  $W-O$  hat, erhielt ungefährliche Sprünge in den Gewölbegurten und Bögen. Besonders stark ist der Sprung, welcher quer durch die Mitte des Triumphbogens<sup>1</sup> geht. Der an der W-Seite der Kirche stehende Thurm ist am stärksten zersprungen an der W-Seite, etwas weniger an der S-Seite, die beiden andern Seiten haben nur ganz unbedeutende Risse. Die Sprünge sind sämmtlich ihrer Hauptrichtung nach vertical. Der an der W-Seite des Thurmes vorhandene Sprung weicht oben, gegen die SW-Ecke, von der verticalen Richtung ab und setzt sich an der S-Seite schief nach oben fort.

Die Kirche ist von einer grossen Ringmauer umgeben, welche aussen und innen von einem überwölbten Gang begleitet ist. Dieses Cingulum hat stellenweise sehr stark gelitten. Viele Gurte sind gesprungen und manche Gewölbe eingedrückt. Ein weit klaffender verticaler Sprung, durch welchen man zwischen der Mauer hindurchsehen kann, findet sich an einer Stelle, an

---

<sup>1</sup> Bogen, welcher das Sanctuarium von den übrigen Theilen der Kirche trennt.



welcher eine in der Richtung W—O verlaufende Mauerpartie mit einer solchen, die in der Richtung WSW—OSO verläuft, zusammenstösst.

### B i s a g.

Die Kirche, deren Längensaxe die Richtung W—O hat, erhielt ganz geringe Beschädigungen (nur verticale Sprünge). Der Thurm aber, welcher am westlichen Ende der Kirche steht, ist stark beschädigt; er zeigt die bekannten verticalen Sprünge, an der S-Seite sehr schwache, an den übrigen Seiten sehr starke. An den beiden westlichen Ecken des Thurmes (NW und SW) sind Strebepfeiler angebracht, welche derart zerrissen sind, dass die durch die Sprünge gelegten schiefen Ebenen vom Gebäude weg nach aussen (NW und SW) geneigt sind. (Vgl. Ober-Stubica S. 101).

Im Thurme begannen die Glocken während des Erdbebens zu läuten; dieselbe schwingen in der Richtung der Längensaxe der Kirche. Darans lässt sich nur schliessen, dass sich der Thurm in einer von der Richtung O—W nicht sehr stark abweichenden Richtung bewegte; aber auch Bewegungen in der Richtung NO—SW oder SO—NW können, wenn sie nur intensiv genug waren, das Schwingen der Glocken in der Richtung O—W hervorgerufen haben, wobei nicht geläugnet werden soll, dass für eine Bewegung in der Richtung O—W eine grössere Wahrscheinlichkeit spricht.

Am Hochaltar fielen zwei Leuchter nach W. Ein Kreuz, welches mit seiner ebenen Basis auf der convexen Oberseite des Tabernakels steht, wurde gegen N gerückt und zugleich um einen geringen Betrag von links nach rechts (im Sinne der Bewegung des Uhrzeigers) gedreht.

In der Sacristei fiel ein Kreuz gegen S.

Das ebenerdige Schulgebäude erhielt keine auffallenden Beschädigungen. Es liegen aber von hier einige wichtige Beobachtungen vor. Der Lehrer sass im Zimmer auf einem Sessel. Bei dem Erdbeben „zog“<sup>1</sup> es ihn gegen S (genauer: nach der S10°W-Seite des Zimmers) und wieder zurück, und zugleich

<sup>1</sup> Das ist kein Stossen.

sah er ein Bett seiner Länge nach in dieser Richtung hin und zurtück schwingen.<sup>1</sup> Eine in der NO-Ecke des Zimmers lehrende Fahne fiel nach SW um.

Eine Frau sah Bäume und zugleich den Kirchthurm hin- und herschwingen.

An dem ebenerdigen Hause des Kaufmannes stürzte ein Theil des gegen N gelegenen Giebels herab, die ganze N Wand hat stark gelitten; der S-Giebel ist unbeschädigt. An der W-Wand verläuft entlang der nördlichen Kante ein schwacher verticaler Sprung. — Im Innern des Hauses sah ein Beobachter während des Erdbebens einen Tisch seiner Längsrichtung nach (N—S) „auf und ab“ schwingen,<sup>2</sup> und ebenso die dem Tisch parallele Mauer. An der W-Wand war ein grosser Spiegel in der Weise befestigt, dass er mit dem unteren Ende auf zwei Haken aufstand und oben in der Mitte an einer Schnur hieng. Derselbe wurde durch die Erschütterung von den Haken herabgeworfen und blieb oben an der Schnur hängen. Der Spiegel musste sich etwas gehoben und gegen O verschoben haben, um zu fallen.

An dem ebenerdigen Pfarrhause zeigt sich die S-Wand im Innern beim Eingange durch einen verticalen Sprung abgetrennt. Dasselbe ist auch in einem Zimmer auf dieser Seite erkennbar, wobei in der Hohlkehle der ganze Mörtel so gelockert ist, dass er herabzustürzen droht. An der N-Wand des Hauses fiel in einem Zimmer aus der Hohlkehle viel Mörtel herab. Im Uebrigen hat das Gebäude keine bedeutenden Sprünge. Auf einem an einer N-Wand stehenden Kasten stürzte eine Büste gegen die Wand. Auf einem andern an derselben Wand stehenden Kasten drehte sich eine Büste von links nach rechts (im Sinne der Bewegung des Uhrzeigers).

Das dem Grafen Ivan Drašković gehörige Schloss Bisag hat sehr stark gelitten. Die Front des einen viereckigen Hof umschliessenden grossen Gebäudes liegt gegen O 10° N. An den

<sup>1</sup> Dieses Schwingen oder „Schleichen“, wie es hier auch bezeichnet wurde, betraf wohl das ganze Zimmer und kam dem Beobachter nur an der eigenen Person und dem gerade ins Auge gefassten Gegenstande zum Bewusstsein.

<sup>2</sup> Es handelt sich hier also um eine schaukelnde Bewegung; nicht bloss „hin und her“, sondern auch „auf und ab“.

vier Ecken befinden sich runde, breite und niedrige Thürme, in der Mitte der Stirnseite ein viereckiger Thurm. Während die beiden rückwärtigen Eckthürme fast gar nicht beschädigt wurden, sind die drei vorderen Thürme so stark zerrissen, dass sie zum Theile abgetragen werden müssen. Von diesen ist der linke vordere Eckthurm (der ungefähr gegen NO gelegene) am stärksten beschädigt, daran schliesst sich der mittlere Thurm, und noch etwas weniger litt der rechte vordere Eckthurm, der breiteste unter allen. Im linken ( $N10^{\circ}W$ ) und im vordern Tract des Schlosses sind in allen Zimmern sehr starke Beschädigungen, während die Zimmer an den beiden anderen Seiten auffallend gut erhalten sind. Alle Sprünge (mit Ausnahme jener in den Zwischennauern) sind der Hauptrichtung nach vertical.

Das Gebäude erhielt im Ganzen viele sehr bedeutende Sprünge. Dreizehn Rauchfänge fielen während der Erschütterung gleichzeitig von den Dächern. Die Richtung des Falles konnte ich nicht constatiren; die Rauchfänge fielen eben auf das Dach und in der Richtung der Neigung desselben herab.

Das Kreuz auf dem hölzernen Thürmchen der Schlosskapelle bog sich vollständig gegen S um und stürzte später in der Nacht vom 11. auf den 12. November in Folge der um  $\frac{3}{4}2$  Uhr stattfindenden neuen Erschütterung in derselben Richtung auf eine Veranda herab.

In dem ungefähr gegen NW gelegenen Eckthurme befindet sich im ersten Stockwerke eine Bibliothek. Daselbst wurden von dem an der  $O15^{\circ}N$ -Wand angebrachten Gestelle eine grosse Anzahl Bücher mitten in das Zimmer geschleudert; von dem Gestelle an der  $S15^{\circ}O$ -Wand fiel kein Buch herab. — In einem Saale wurde von einem grossen Ofen eine Alabaster-Vase drei bis vier Schritte weit in der Richtung  $W30-35^{\circ}N$  auf den Boden geschleudert und zertrümmert. Auf einem Kasten stand in der Richtung der gegen  $O20^{\circ}N$  gewendeten Wand eine ganze Reihe von Porcellan-Schalen, welche alle nach  $S20^{\circ}O$  umfielen. — In dem ungefähr gegen NO gelegenen Eckthurme stürzte ein vollkommen freistehendes Büchergestell senkrecht auf seine Längenrichtung  $O-W$  gegen S um. An der S-Wand befindet sich ein gleiches Gestelle, vollkommen an der Wand anstehend, von welchem nicht ein Buch herabfiel.

In der Nähe des Schlosses befindet sich eine kleine Mühle, deren Langseiten gegen N 18° O und S 18° W gerichtet sind. Die gegen N 18° O an dem Steilufer eines Baches gelegene Wand setzt sich mittelst einer aus Steinen gebauten, kräftigen Stützmauer bis in das Bett des Baches hinab fort. Die entgegengesetzte Wand ist in der Mitte mit einer Thür versehen, zu deren beiden Seiten höher oben je eine kleine halbkreisförmige Fensteröffnung angebracht ist. Der Verwalter des Grafen Drašković, Herr Taborsky, befand sich gerade bei der Mühle, als das Erdbeben eintrat; seiner Erzählung entnehme ich Folgendes:

Er stand vor der gegen W 18° N gewendeten Giebelseite und an dem Steilufer des Baches. Da sah er, wie sich die Mühle gegen den Graben neigte. Er dachte nicht an ein Erdbeben, sondern glaubte, die Grundfesten des Gebäudes seien von dem Bache unterwaschen worden und es stürze nun in den Graben hinab; aber er sieht, wie es sich wieder zurückbewegt. Gleichzeitig fühlt er die Neigung seines Körpers zuerst gegen den Graben, dann wieder zurück, und er hört ein furchtbares Rollen unter dem Boden, sowie ein gewaltiges Krachen des Gebälkes des Dachstuhles. Da sich die Mühle zurückneigt — der Verwalter ist der Meinung, dass das Zurückneigen nicht genau senkrecht auf die Richtung des Grabens, sondern schief erfolgte — läuft er nach vorne und hier sieht er, wie sich über dem zur Rechten der Thür gelegenen Fenster die Mauer öffnet, fast einen Schuh weit, gewiss über zehn Zoll (25<sup>cm</sup>), und er blickt in das Innere der Mühle; hierauf schliesst sich das Gemäuer wieder bis auf den noch heute sichtbaren starken verticalen Sprung über dem Fenster.

Die gegen W 18° N und O 18° S gelegenen Giebelmauern erhielten je einen geneigten Sprung; die Neigungsrichtungen der beiden Sprünge sind einander entgegengesetzt. Ausserdem stürzte von beiden Giebeln der obere Theil herab.

#### Sv. Duh bei Bisag,

eine Kapelle, deren Thurm in Folge der Erschütterung einstürzte. Ich konnte diese Localität ebensowenig, wie Sv. Duh bei Sv. Ivan-Zelina, besuchen, und brachte auch über diese nichts Näheres in Erfahrung.

### Rakovec.

In der Kirche, deren Längenaxe die Richtung W—O hat, sind die Gurten, welche das Hauptgewölbe tragen, die also von S nach N verlaufen, quer gesprungen. Ein entsprechender starker Riss befindet sich auch über einer viereckigen Fensteröffnung an der W-Seite. Im Übrigen erhielt die Kirche keine bedeutenden Beschädigungen.

Der massive vierseitige Thurm, welcher an der N-Wand der Kirche nahe dem östlichen Ende steht, zeigt an der S-Seite gar keinen Sprung, an der N-Seite wenige unbedeutende Risse, während die W- und O-Seite stark beschädigt sind.

Der unterste Theil des Thurmes hat gar nicht gelitten; die Sprünge werden, wie allgemein, mit der Höhe intensiver. (An der N-Seite sind nur bei den obersten Fenstern Risse vorhanden, welche von denselben nach oben und unten auslaufen.) An der W-Seite ist ein Fensterbogen derart gesprungen, dass ein Theil der Wölbung (mehrere Ziegel, die untereinander noch fest zusammenhängen) herabgesunken, aber nicht vollständig aus der Mauer herausgefallen, sondern darin eingeklemmt ist. Offenbar hatte sich der Bogen geöffnet, das Mauerstück war herabgesunken, aber bevor es noch ganz herausfallen konnte (was anderwärts häufig geschah), hatte sich der Bogen wieder geschlossen. Durch ein Fenster an der O-Seite, von dem ein schwacher Riss nach oben und ein solcher nach unten ausgeht, ist von unten eine Wölbung im Innern zu erblicken, und man sieht deutlich, wie sich der äussere Sprung an dieser in der Richtung O—W fortsetzt. Die Beschädigungen des Thurmes sind auf eine Bewegung desselben in der Richtung N—S (und umgekehrt) zurückzuführen, und damit stimmen auch die Beschädigungen an der Kirche vollkommen überein. Wenn ausserdem Bewegungen anderer Richtung hier stattgefunden haben, so müssen diese (wenigstens in ihrer Wirkung auf die Kirche) von geringerer Intensität gewesen sein.

An einem Seitenaltar an der S-Wand der Kirche war ein Bild angebracht, welches mit seinem unteren Ende auf dem Altartische stand und oben mittelst einer Schnur an die Wand gehalten wurde. Das Bild stürzte in Folge der Erschütterung gegen N, wobei die Schnur abbrach. Vom „heiligen Grabe“, welches in der

Gestalt eines Seitenaltars an der S-Wand angebracht ist, stürzten Leuchter und andere Gegenstände (hölzerne Figuren etc.) nach N herab. Vom Hochaltar fielen drei Leuchter gegen W herab.

An dem Pfarrhause ist von den beiden Giebelmauern, welche nach O und W gerichtet sind, der oberste Theil abgebrochen und nach aussen gefallen. Dem entsprechend sind im Innern sowohl die O- als die W-Wand durch einen verticalen Sprung abgetrennt, aber nicht in bedeutendem Masse. Ein auf dem Firste des Daches befindlicher Rauchfang brach mit einem horizontalen Sprunge unmittelbar über dem Dache ab und wurde, wie aus der Beschädigung des Daches ersichtlich war, zuerst eine Klafter (nahezu zwei Meter) weit nach N geworfen, worauf er erst auf das Dach fiel, hier die Dachziegel einschlug und auf dem Dache hinabstürzte. Ein Theil der Ziegel des Rauchfanges fiel jedoch nach S.

In dem im ersten Stockwerke gelegenen Vorhause beobachtete ein hier beschäftigter Maurer während des Erdbebens, wie zwei Gewölbe im O von seinem Standpunkte (das eine über einer Stiege, das andere über einem Gange, die in der Richtung O—W verlaufen, während die Wölbungsrichtung darauf senkrecht ist) barsten, und zwar so weit, dass er die Hand hätte hineinstecken können, worauf sich die Sprünge wieder schlossen.

Derselbe Beobachter sah zugleich, wie an einem an der O-Wand stehenden Kasten die Thür aufsprang und eine Flasche herausfiel. Im Innern des Kastens fielen mehrere Flaschen in der Richtung nach S (parallel der Wand) um, und auch die herausgefallene Flasche soll in dieser Richtung auf dem Boden gelegen sein. Im Zimmer stürzten von einem an einer O-Wand stehenden Kasten mehrere Gläser nach N herab.

Nach der Empfindung des Pfarrers war die Erschütterung von SW gekommen. Vor und nach dem Erdbeben war ein furchtbares Donnern zu hören. Der Pfarrer glaubte zuerst, das Gerüst (es waren gerade Maurer an dem Hause beschäftigt) stürze zusammen, bis das Schaukeln des Hauses ihn von dem stattfindenden Erdbeben überzeugte.

An dem Schulhause stürzte der gegen SW gelegene Giebel ein, der entgegengesetzte nicht. Im Übrigen hat das Schulhaus nicht bedeutend gelitten. Allgemein wird die schau-

kelnde Bewegung der eigenen Person und des Hauses hervor-  
gehoben. Wasser wurde aus Gefässen herausgeworfen.

An dem sehr leicht gebauten Wirthshause stürzte der gegen  
W30° S gelegene Giebel ein, {der entgegengesetzte nicht. Die  
W30° S-Wand ist überhaupt sehr stark herausgedrückt. An der  
S30° O-Wand ist nahe dem W30° S-Ende ein klaffender Sprung,  
welcher an Fenster- und Thüröffnung sich hält, aber der Haupt-  
richtung nach gegen das O30° N-Ende geneigt ist. An den anderen  
Fensteröffnungen zeigen sich keine auffallenden Risse. Der hier  
bezeichnete Sprung entspricht offenbar der Bewegung der W30° S-  
Wand; ob ein analoger Sprung auch an der N30° W-Wand vor-  
handen ist, lässt sich von aussen nicht erkennen, weil dort ein  
kleiner Zubau vorhanden ist. (Eine nähere Untersuchung konnte  
nicht vorgenommen werden.)

#### Vrbovec.

Keine bedeutenden Beschädigungen an Gebäuden, nur  
schwache Risse. Nur zwei Rauchfänge sollen gestürzt sein, am  
Pfarrhause und an einem andern Gebäude. Wie sich dann heraus-  
stellte, war am Pfarrhause nur ein kleines Fragment von der SO-  
Seite dieses am Dachfirst stehenden Rauchfanges auf der nach  
SO geneigten Abdachung hinabgestürzt. Ähnlich scheint es sich  
auch mit dem andern Rauchfange zu verhalten, so dass hier nur  
Rauchfänge zersprungen und zwei zum Theile hinabgestürzt  
sind. Die Kirche erhielt nur wenige unbedeutende Sprünge. Der  
Thurm ist unbeschädigt. Der Thurmknopf (Hohlkugel unter dem  
Kreuz) hat sich an der Helmstange etwas gesenkt. Das Kreuz  
neigte sich ein wenig ungefähr in der Richtung nach W.

Die Erschütterung wurde zuerst von unten gefühlt, und  
hierauf folgte das Hin- und Herschwanken. Der Pfarrer bemerkte  
kein vorangehendes Getöse, aber die Leute erzählten davon; erst,  
als alles zitterte, hörte er das Getöse.

#### Vrabée.

Die Längenuaxe der Kirche hat die Richtung W15° S —  
O15° N (Hochaltar gegen O15° N). Die Fensterbögen des  
Sanctuariums und der N- und S-Seite des Langhauses sind  
oben gesprungen. Der Bogen, welcher das Sanctuarium von dem

Langhause trennt („Triumphbogen“), ist ebenfalls gesprungen. Dieser Sprung war nach der Angabe des Pfarrers schon durch das Erdbeben vom Jahre 1853 entstanden, war dann verputzt worden und jetzt durch die Malerei verdeckt; durch das Erdbeben vom 9. November kam er wieder zum Vorschein. An der Wölbung finden sich Sprünge nach beiden Hauptrichtungen der Kirche. Die Beschädigungen sind nicht bedeutend. Die Kirche ist solid gebant und gut mit Eisen gebunden.

Der an der  $W 15^{\circ} O$ -Seite stehende viereckige Thurm ist auf allen vier Seiten gesprungen. Die Sprünge sind in der oberen Hälfte ziemlich stark, in der unteren so fein im Anwurf, dass sie fast nicht bemerkbar sind. Am stärksten sind die gegen  $O 15^{\circ} N$  und  $W 15^{\circ} S$  gerichteten Seiten zersprungen. Neben den verticalen sind auch schiefe Sprünge vorhanden, welche auf beiden Seiten (insbesondere auf der  $W 15^{\circ} S$ -Seite) vorwiegend nach N ( $N 15^{\circ} W$ ) geneigt sind. An der  $W 15^{\circ} S$ -Seite war der steinerne Pfeiler, welcher die beiden obersten neben einander befindlichen Fenster getrennt hatte, abgerissen, und er wurde deshalb, um ein Unglück zu verhüten, herausgenommen. An den beiden andern Seiten sind die Sprünge der Hauptrichtung nach vertical, nur an der  $S 15^{\circ} O$ -Seite ziehen sich zwei schwache Sprünge schief gegen  $O 15^{\circ} N$  hinab. Von dem aus Sandstein hergestellten Gesimse unter dem Thurmdache stürzte fast die ganze nordöstliche Ecke herab.

Das Thurmkreuz, welches früher senkrecht auf die Längsaxe der Kirche stand, hat sich ein wenig von rechts nach links gedreht. Der Blitzableiter wurde abgebrochen. Die vergoldete Spitze wurde nach SO geschleudert, dieselbe lag zwölf Schritte von der  $S 15^{\circ} O$ -Seite der Kirche entfernt auf dem Boden. Die gegen drei Meter lange Eisenstange, an welcher die Spitze aufgesteckt war, wurde nach SW geschleudert, neun Schritte weit von der Mauer des Thurmes; die Stange wurde wahrscheinlich durch die Äste der grossen Linde, auf welche sie fiel, im Falle aufgehalten. Der unterste Theil der Stange, etwa ein Meter lang, lag fünf Schritte vom Thurme entfernt gegen  $S 15^{\circ} O$ . (Die Breite einer Seite des Thurmes beträgt acht Schritte.)

Von einem Seitenaltar, welcher mit dem Hochaltar gleiche Richtung hat, wurde ein Leuchter vier Schritte weit gegen NW geschleudert. Vom Hochaltar fiel ein Leuchter einige Schritt weit



in südlicher Richtung. Andere Leuchter auf diesen und den übrigen Altären waren nur umgefallen, und zwar in Richtungen, welche nicht genau angegeben, aber ausdrücklich als verschieden bezeichnet wurden. Eine über dem Taufstein angebrachte hölzerne Figur stürzte nach NO in die Ecke.

In dem unterirdischen Keller des Pfarrhauses stürzte eine Wölbung ein. Ausser den immer wiederkehrenden Beschädigungen, welche hier nicht von besonderer Bedeutung sind, erhielt das Pfarrhaus im ersten Stockwerke über dem Fassboden horizontale Risse an den Wänden. Der mit Ziegeln gepflasterte Boden in der Flur des ersten Stockwerkes ist seit dem Erdbeben in der Mitte tiefer, was man beim Gehen sehr deutlich merkt; an der Wölbung des Erdgeschosses ist jedoch keine Senkung wahrzunehmen. — Ich übergehe die beobachteten Bewegungen kleinerer Gegenstände, welche verschiedene Richtungen erkennen lassen, und erwähne nur folgende stärkere Wirkungen. An der gegen S10° O gelegenen Hauptmauer hieng zwischen zwei Fenstern eine grosse Pendeluhr. Das ganze Uhrgehäuse wurde gegen die N10° W-Seite herausgeschoben und rückte bis hart an die Glasscheibe der Thür des äusseren Kastens vor. Die Uhr steckte sehr fest in einem „Schubriegel“, in welchem sie horizontal vorbewegt wurde, und es bedurfte auffallender Anstrengung, um dieselbe mit beiden Daumen wieder hineinzudrücken. — An der mit der erwähnten Hauptmauer parallelen Mittelmauer, u. zw. an der gegen N10° W gewendeten Seite derselben, befindet sich ein Büchergestell, in welchem alle Bücher zur Hälfte hinausgerückt und nahe dem Herabstürzen waren, während auf einem andern Gestelle, das an einer auf die genannte senkrechten Wand steht, sämtliche Bücher an ihrem Platze blieben.

Im Brunnen war nach dem Erdbeben das Wasser vollständig trüb.

Der Pfarrer, welcher sich zur Zeit des Erdbebens in der Nähe der Kirche im Freien befand, hörte zuerst ein „furchtbares unterirdisches Krachen und Rollen“. <sup>1</sup> Er sprang von dem Platze, an welchem er stand, hinweg, und sah nun, wie die Kirche „sich

<sup>1</sup> An dem Schallphänomen war keine bestimmte Richtung wahrzunehmen.

hinabsenkte und dann wieder hob<sup>4</sup>. Hierauf „schwankte“ die Kirche gegen S und gegen N, und dann sah er an derselben „ein Drehen hin und her“ (in horizontalem Sinne). Nun kam eine sehr geringe Pause, sodann ein „Vibriren“ der Dächer (der Kirche, des Pfarrhauses etc.), wobei die Dachziegel in die Höhe sprangen. — (Am Pfarrhause fiel ein Rauchfang gegen N, und ein anderer wurde um eine Spanne gegen N verschoben; auch an einem etwas weiter entfernten Hause fiel ein Rauchfang gegen N. Die Fallrichtung lässt sich aus der Beschädigung des Daches erkennen, welches, wenn der Rauchfang zunächst nach anderer Richtung gefallen wäre, auch weiter oben verletzt sein müsste.)

Das Schulgebäude, dessen Schmalseiten ungefähr nach O und W gelegen sind, „schaukelte“<sup>1</sup> in derselben Richtung wie die Kirche (N und S).

Der Pfarrer schliesst seinen anschaulichen und lebendigen Bericht, aus welchem hervorgeht, dass er die Sinneseindrücke mit grosser Geistesgegenwart auf sich einwirken gelassen hatte, indem er die Bewegung als eine „dreifache“ bezeichnet, zuerst „der Stoss<sup>2</sup> von unten“, dann die „wellenförmige“ Bewegung, dann erst das „Vibriren“.

Leute, welche während des Erdbebens im Gebirge waren, erzählen, dass Felsstücke abbrachen und herabrollten. Dasselbe erzählen Arbeiter, welche in einem Steinbruche beschäftigt waren.

### Landes-Irrenanstalt bei Stenjevec.

Die Stirnseite des sehr langen Hauptgebäudes ist gegen S, die beiden Schmalseiten sind gegen O und W gerichtet. Die an der N-Seite befindlichen Giebel stürzten herab, die beiden gegen O und W gelegenen nicht. Die Rauchfänge sollen längs horizontaler Sprünge von rechts nach links (in dem der Bewegung des Uhrzeigers entgegengesetzten Sinne) gedreht worden sein. Im Ganzen zeigen sich ziemlich viele Sprünge an den Fensteröffnungen auf allen Seiten des Gebäudes. An der S-Seite sieht man die über

<sup>1</sup> Diese Bewegung bestand, wie aus der genaueren Darlegung des Pfarrers hervorgeht, nicht in einem blossen Schwanken der Aussenwände, sondern in einer wirklich schaukelförmigen Bewegung des ganzen Hauses.

<sup>2</sup> Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, dass damit kein „Stoss“ im physikalischen Sinne gemeint ist.

der Fensteröffnung befindliche, von zwei nach oben convergirenden Sprüngen begrenzte Mauerpartie häufig gestützt, wenn diese ganz herauszufallen droht. An der W-Seite sind schiefe Sprünge zwischen den entsprechenden Maueröffnungen des ersten Stockwerkes und des Erdgeschosses vorhanden, deren Hauptneigung nach S gerichtet ist. Stark beschädigt ist daselbst die Mauer zwischen den beiden südlichsten Öffnungen; die Mauerpartie über der Thür ist gesunken und wird durch eine Stütze gehalten. Den hier vorhandenen Beschädigungen am obersten Theil der SW-Ecke entspricht ein gleicher kurzer Sprung an der S-Seite; in derselben Weise ist auch die SO-Ecke beschädigt. An der O-Seite finden sich schiefe Sprünge, nach beiden Richtungen geneigt, von denen die nach S geneigten stärker sind.

Die Zwischenmauern haben in allen Theilen des Hauptgebäudes stark gelitten. Ausser unregelmässigeren Gestaltungen zeigen die Sprünge an den nicht mit Thüröffnungen versehenen Zwischenmauern auch einen diagonalen Verlauf. Alle Zwischenmauern stehen senkrecht zur Front des Gebäudes.

Die südliche und nördliche Hauptmauer war an vielen Stellen um einen bedeutenden Betrag von den Zwischenmauern getrennt. An einer Stelle hatte sich ein Dachtrah aus der südlichen Hauptmauer gelöst, und die letztere war hier (nur zwei Fensteröffnungen von der W-Seite entfernt) um 3 Ctm. von der Zwischenmauer getrennt. Die westliche Hauptmauer zeigte nur eine ganz geringfügige Ablösung.

In der im ersten Stockwerke befindlichen Apotheke waren auf einem an der W-Wand stehenden Kasten Flaschen nach O bis an den Rand gertickt. Im Kasten selbst hatten sich einige Flaschen um 180° gedreht, so dass die Etikette gegen die Wand sah. An einer anderen Stelle war eine ganze Reihe kleinerer Flaschen (11 oder 12 Stück) gegen die Wand umgefallen, vier Flaschen waren stehen geblieben, und daneben drei von der Wand weg umgefallen. Wieder an einer anderen Stelle fielen ebenfalls einige Flaschen von der Wand hinweg. Auf einem an der O-Wand stehenden Tische rückten einige Flaschen gegen W.

In einem anderen Locale fiel ein an der O-Wand hängendes Bild herab. In einem Magazin befand sich auf einem Gestelle an

der S-Wand ein grosser Stoss von einzelnen Stücken Seife; dieselben fielen nach N und NO.

Ein Beobachter erzählt, dass das Gebäude zuerst in die Höhe gegangen sei und dann hin und her geschwungen habe. Ein anderer Gewährsmann erzählt, er habe den „Stoss“ genau nach N gefühlt, die Wand sei gegen ihm vorgerückt und wieder zurückgegangen.

An einem Nebengebäude, in welchem sich eine Dampfmaschine und die Küche der Anstalt befindet, stürzte der gegen S gelegene Giebel herab. Der gegen N gelegene Giebel fiel nicht; derselbe ist sehr stark (es gehen mehrere Rauchfänge in der Mauer hinauf) und nur im obersten Theile frei (ohne Seitenmauern). Ein grosser starker Rauchfang auf dem in der Richtung N—S verlaufenden Dachfirst stürzte nach mehreren Seiten zusammen; der grösste Theil des Mauerwerkes fiel nach N, nach W, dann nach SW (auf das Dach), ein kleiner Theil auch nach O. Diese Thatsachen entsprechen einer drehenden Bewegung des Rauchfanges während des Sturzes.

Das Dach des Maschinenhauses senkte sich, wahrscheinlich weil die nördliche und südliche Aussenmauer nach aussen gedrückt sind. Das letztere wäre nicht zu erkennen, wenn nicht Eisenstangen in den Mauern befestigt wären, an welchen sich die Verschiebung kundgibt; dieselbe beträgt hier 3 Zoll (8 Ctm.). Ebenso sind in dem eigentlichen Kitchengebäude (ebenerdig) die N- und S-Wand nach aussen gedrängt. Die Zwischennauern sind nach allen Seiten sehr stark zersprungen.

### Stenjevec.

Die Kirche, deren Längsaxe die Richtung W—O hat (Hochaltar gegen O), ist sehr stark beschädigt. Die W- und S-Wand sind am stärksten zersprungen; auch die N-Wand hat stark gelitten. Die S-Wand ist nach aussen gedrückt, und der anstossende Theil der Wölbung ist eingestürzt (Fig. 15); von der S Mauer selbst ist aussen ein Stück herabgefallen. Die hier sichtbaren schiefen Sprünge, welche gegeneinander geneigt sind, können nicht unmittelbar auf die ursprüngliche Bewegung zurückgeführt werden; dieselben entstanden offenbar durch

das Bestreben der Mauer nach aussen abzubrechen. Dort, wo die Mauer mit den starken Pfeilern in Verbindung ist, war ihre Festigkeit eine grössere, und sie brach daher an diesen

Fig. 15.



Kirche von Steujevec. (Mit Benützung einer Photographie von Joh. Standl in Agram.)

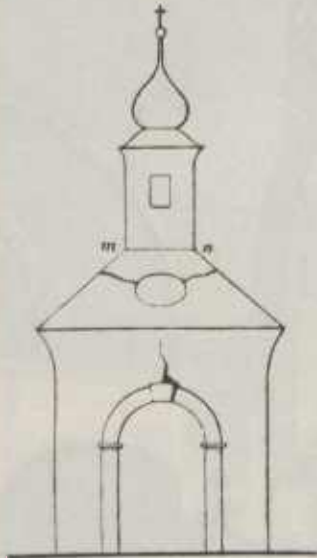
Stellen weiter oben ab, als in der Mitte, wo die Festigkeit eine geringere war.

Auch die W-Wand ist nach aussen geneigt, der obere Theil ist herabgefallen, die zahlreichen starken Sprünge fallen sehr steil gegen S. An der N-Seite, wo die Sacristei einen gegen das übrige Gebäude etwas vorspringenden Ban bildet, ist fast das ganze Gesims herabgefallen.

Gegenüber der so bedeutenden Zerstörung der Kirche ist es auffallend, dass der an die N-Seite der Kirche angebaute Thurm von dieser zwar abgelöst, sonst aber fast gar nicht beschädigt ist.

In Stenjevec befindet sich an der Fahrstrasse eine kleine Kapelle mit einem kleinen aufgesetzten Thurme, deren gegen S 13° O gewendete Seite in Fig. 16 skizzirt ist. Ansser den

Fig. 16.



Kapelle in Stenjevec,

starken, nahezu horizontalen Sprünge zu beiden Seiten des ovalen Fensters, ist noch ein feiner verticaler Sprung über der Mitte des Thorbogens vorhanden, der sich zum Theile an der rechten Seite des Schlusssteines hinzieht, nach unten weiter ist und sich nach oben allmählig verliert. Man erhält beim ersten Anblick sogleich den Eindruck, als wäre das Gebäude in die Höhe gehoben und der obere Theil längs des horizontalen Sprunges abgetrennt worden. Dieser Sprung setzt sich zu beiden Seiten gewissermassen auf das Ziegeldach fort, indem dasselb hier unterhalb des Thurmes beschädigt ist. Ansserdem ist der Thurm dort, wo er an das Dach anstösst, horizontal gesprungen, so dass er nach oben abgerissen erscheint. In Fig. 16 projiciren sich die betreffenden Sprünge der beiden auf die S 13° O-Wand senkrechten Seiten in den Punkten *m* und *n*.

Dieser Lage entspricht auch der Sprung an der gegen N 13° W gerichteten Thurmwand; nur an der in unserer Skizze dargestellten Seite ist zwischen *m* und *n* kein Sprung, dagegen erscheint ein solcher tiefer an der Giebelmauer, wie bereits

Besprochen. An der gegen  $N 13^{\circ} W$  gewendeten Seite ist der Anwurf, aus welchem die ganze Hohlkehle unter dem Thurndache besteht, so gelockert, dass er herabzufallen droht; eine Ecke ist wirklich herabgestürzt, die andere abgetrennt und dem Falle sehr nahe.

In dem den „Barmherzigen Brüdern“ gehörigen Maierhofe stürzte in einem Wirthschaftsgebäude der gegen N gelegene, in einem andern der gegen O gelegene Giebel herab. In dem ebenerdigen, stark beschädigten Wohngebäude fiel eine an der N-Wand hängende Uhr herab, ein stehender Kasten öffnete sich und es fielen daraus einige Gläser gegen S.

### Schloss Jankomir.

Die Schmalseiten des zweistöckigen Gebäudes liegen gegen  $N 30^{\circ} O$  und  $S 30^{\circ} W$ . Der gegen  $S 30^{\circ} W$  gelegene abgestutzte Giebel stürzte, und zwar theilweise (etwa 100 Ziegel) nach innen auf den Dachboden. Auf dieser Seite ist auch das Dach eingedrückt. In einem an diese Wand anstossenden Zimmer des zweiten Stockwerkes stürzte die ebene Decke ein, weil die Balken der Decke in Folge des Hinansneigens der Wand hier die Unterstützung verloren und herabsanken.

An derselben Wand befinden sich im ersten Stockwerke (eigentlich ein „Halbstock“) zwei vernauerte Fensteröffnungen; von der Ausfüllungsmauer der einen Öffnung stürzte die innere Ziegellage ins Zimmer und zertrümmerte mehrere Einrichtungsstücke, während die andere Ausfüllungsmauer sich nach innen neigte. Die Ausfüllungsmauer einer im zweiten Stockwerke an dieser Wand befindlichen Fensteröffnung neigte sich sehr stark nach innen und wurde durch einen an dieser Stelle stehenden Kasten am Fallen gehindert.

Der gegen  $N 30^{\circ} O$  gelegene abgestutzte Giebel fiel nicht herab. An dieser Seite führt aussen ein gemauertes Rauchfang hinauf, welcher wie ein Strebepfeiler unten sehr breit ist, nach oben schmaler wird und auch wie ein solcher auf die Wand wirkt. Die Wand wurde stark nach aussen gedrückt (oben in der Mitte etwa um 5 Ctm.) und wird nun wie die entgegengesetzte durch im Innern angebrachte Spreitzen gehalten.

Mehrere Rauchfänge waren horizontal gebrochen und gegen die N30°O-Seite verschoben.

An dieser Seite befindet sich eine Veranda; gemauerte Pfeiler tragen ein hölzernes Dach und setzen sich noch über das letztere hinaus fort. Einer dieser Pfeiler brach, soweit er oben frei war, ab und fiel nach der N30°O-Seite herab.

An den Aussenmauern sind nur wenige Sprünge zu bemerken. Von der oberen Ecke zwischen der N30°O- und der W30°N-Wand zieht sich ein starker Sprung gegen die nahe Fensteröffnung der W30°N-Wand. Die über diesem Sprünge befindliche Mauerpartie ist um einige Centimeter nach aussen gedrückt. Auch im ersten Stockwerke ist diese Mauerecke stärker beschädigt.

Der gegen O30°S gelegene Giebel des ebenerdigen Stallgebäudes erhielt einen schwachen, ungefähr horizontalen Sprung.

### Pod-susjed.

Ich hatte nicht Gelegenheit, die vorhandenen Gebäudebeschädigungen näher kennen zu lernen. Grosse Zerstörungen sind nicht vorhanden. Rauchfänge fielen etc.

Über Bewegungsrichtungen brachte ich einige Angaben in Erfahrung, welche sich sämtlich auf das Erdgeschoss eines Gebäudes beziehen. An einem Strebebogen, welcher von der Decke herab eine kurze von N30°W nach S30°O verlaufende Mauer bildet, ist an der gegen W30°S liegenden Seite ein Brett angebracht, von welchem eiserne Geschirre ungefähr senkrecht zur Mauer herabfielen. An einer O30°N-Wand steht ein Kasten, welcher im Begriffe war von der Wand wegzustürzen, daran aber von dem Beobachter gehindert wurde. In einer Ecke zwischen der N30°W- und der W30°S-Wand steht ein dreiseitiger Kasten; auf demselben befand sich eine Gypsfigur, welche gegen die Ecke hin umfiel. Von einem Kasten an der O30°N-Wand fielen Flaschen parallel der Wand gegen S30°O. Von einem Brette, welches in horizontaler Richtung schwebend zu beiden Seiten mit Stricken an den Mauern befestigt war, fielen Teller und andere Gegenstände gegen N30°W herab.



### Bistra.

Hier brachte ich folgende Thatsachen in Erfahrung. In Unter-Bistra befindet sich in einem ebenerdigen Zimmer an einer von OSO nach WNW streichenden Wand ein hölzernes Gestelle, auf welchem eine grosse Anzahl von Flaschen standen, die ohne herabzufallen in Folge der Erschütterung zerschlagen wurden. Es ergibt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass die Flaschen in einer dem Streichen der Wand entsprechenden oder davon nicht sehr abweichenden Richtung aneinander gestossen wurden.

Eine kleine Kapelle trägt ein hölzernes, mit Blech gedecktes Thürmchen mit einem Kreuz auf der Spitze, welches seit dem Erdbeben ungefähr nach SO geneigt ist.

Unter-Bistra hat verhältnissmässig wenig gelitten. Die Kirche in Ober-Bistra, welches ich nicht besuchte, soll nicht beschädigt sein, das in der Nähe derselben befindliche Schulgebäude ein wenig.

Das dem Grafen Carion gehörige Schloss bei Bistra hat durch das Erdbeben ziemlich gelitten, aber lange nicht in einem Masse, welches dem, was man in Bistra selbst davon erzählte, entsprochen hätte. Die Erwartung, an Stelle des Schlosses eine Ruine zu finden, wurde nicht erfüllt.

Das Gebäude hatte die Rauchfänge verloren, die Mauern zeigten schwache Sprünge; es war aber keineswegs gefahrdrohend, darin zu wohnen. Die Sprünge bieten keinen Anhaltspunkt zur Beurtheilung der Richtung der Bewegung.

Die Fronte des Schlosses ist nach NW (mit Abweichung gegen N) oder ungefähr nach  $N35^{\circ}W$  gewendet. Auf der der Fronte angehörigen Dachseite befinden sich auf den an den beiden Enden etwas vorspringenden Gebäudetheilen je zwei Dachfenster mit viereckiger Öffnung an der lothrechten Vorderseite und mit kleinem Satteldache. Drei dieser aus Holz hergestellten Dachfenster haben sich sehr auffallend ungefähr parallel mit der Fronte gegen die nordöstliche ( $O35^{\circ}N$ ) Ecke zu geneigt, besonders stark das am nächsten dieser Ecke befindliche Fenster, während das an der südwestlichen Ecke gelegene sich nicht mehr auf

dem Dache befindet und wahrscheinlich durch die Erschütterung herabgeworfen wurde.

Im Innern des Gebäudes befindet sich im Erdgeschosse eine ziemlich breite aber niedrige Thüröffnung in der Richtung  $W 35^{\circ} S - O 35^{\circ} N$  mit hölzerner Verkleidung, welche aus zwei vertical gestellten und einem quer darüber gelegten, theilweise gebogenen, horizontalen Balken besteht, in welchen die ersteren verzapft sind. Der Querbalken wurde in Folge des Erdbebens an seinem gegen  $W 35^{\circ} S$  gekehrten Ende um einige Centimeter in die Höhe gehoben und ist in dieser Lage verblieben, ohne dass an dieser Stelle bedeutende Sprünge im Mauerwerk zu sehen wären.

In einem Zimmer des Erdgeschosses wurde ein kleiner eiserner Ofen ungefähr gegen  $W 35^{\circ} S$  umgeworfen. Von einem andern Ofen fiel ein Gegenstand gegen SW herab. In einem Bette (ebenfalls im Erdgeschoss), welches an einer gegen  $S 35^{\circ} O$  gekehrten Wand steht, wurde eine darin liegende Frau in Folge der Erschütterung, wie sie angibt, in der Richtung von der Wand weg, also ungefähr gegen  $N 35^{\circ} W$  geworfen.

In der Schlosskapelle fand ich auf dem Fussboden unter der Hängelampe vor dem Hochaltar nördlich ( $N 5^{\circ} W$ ) von dem Punkte, in welchem sich die Lampe auf dem Boden projectirt, einen Ölfleck, welcher nach meiner Erkundigung von dem Ausschütten von Öl aus der durch die Erschütterung in Schwingung gerathenen Lampe herrührte. Es ergibt sich daraus eine Schwingungsrichtung  $N - S$ , oder genauer  $N 5^{\circ} W - S 5^{\circ} O$ .

### Schloss Jakovlje.

Ziemlich viele Sprünge an den Wänden und Wölbungen. In einem Zimmer des ersten Stockwerkes löste sich von der in der Richtung  $WSW - ONO$  streichenden Mittelmauer über einer Thür ein grosses Stüek Mörtel ab und fiel ungefähr gegen  $SSO$  einem der Bewohner auf den Kopf und verletzte ihn. In einem grösseren Saale des ersten Stockwerkes wurde ein Theil der ebenen Decke eingedrückt. Einige Balken waren dort, wo sie in die  $NNW$ -Wand eingefügt waren, herabgesunken.

Ich erhielt hier genaue Mittheilungen über die Richtungen, in welchen viele Gegenstände in Folge der Erschütterung geworfen

oder verschoben wurden. Ich führe hier nur die betreffenden Bewegungsrichtungen an: NNW, NNO, SSO, SW, WSW. Es herrscht also keine Übereinstimmung. Es sind unter diesen Angaben zwei zu erwähnen, welche eine besonders kräftige Wirkung beweisen. In der ebenerdigen Schlosskapelle wurden von dem an der NNW-Wand gelegenen Hochaltare mehrere Gegenstände ungefähr in der Richtung SW herabgeschleudert, darunter eine Figur, welche dabei eine Entfernung von wenigstens zwei Schritten in horizontalem Sinne zurücklegte. In einem Zimmer des ersten Stockwerkes wurde eine auf einem Gestelle geneigt lehrende hölzerne Tafel (Schultafel) sammt dem Gestelle gegen NNO umgeworfen. Diese beiden Fälle könnten im Vereine mit den andern Angaben auf ein Überwiegen der Bewegungen in der Richtung SW—NO (NNO) schliessen lassen.

In einem ebenerdigen Stallgebäude (Ziegelbau) in der Nähe des Schlosses stürzte ein Gewölbe ein und begrub zwei Leute, einen Mann und eine Frau, die bewusstlos unter dem Schutte hervorgezogen wurden. Der Mann war mehrfach verwundet, die Frau lag zur Zeit meiner Anwesenheit noch an einer Krenzlähmung darnieder.

### Kraljev-Vrh.

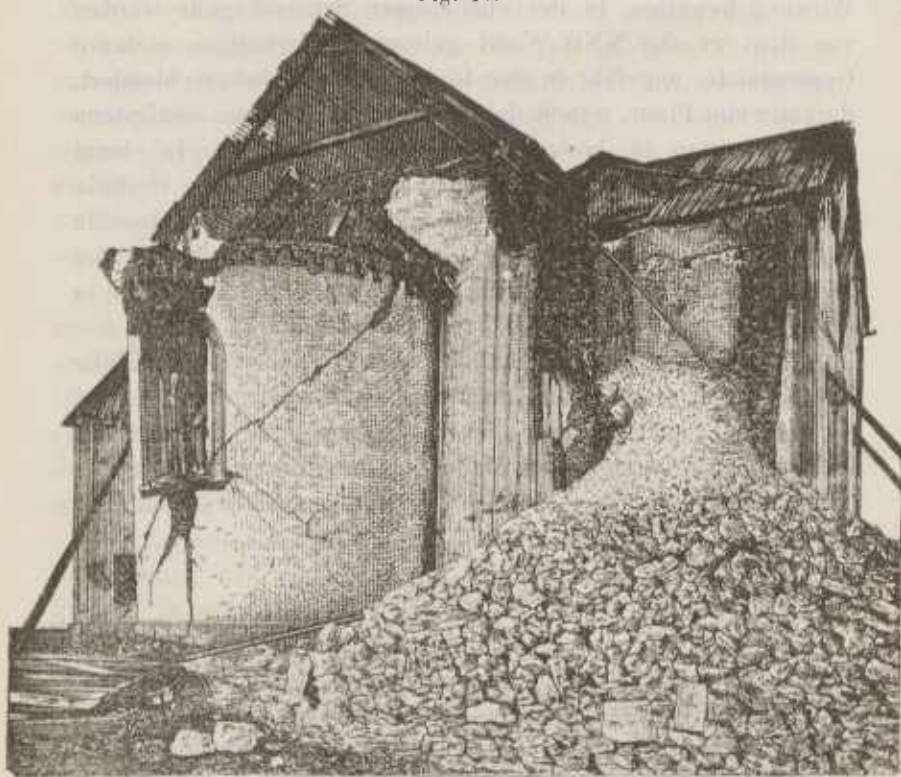
Die Längsaxe der Kirche hat genau die Richtung W—O (Hochaltar gegen O); der Thurm steht an der O-Seite der Kirche in der einspringenden Ecke zwischen dem Sanctuarium und dem nördlichen Seitenschiffe. Die schöne Kirche (solider Ziegelbau, unten Stein) war erst ein oder zwei Jahre vor dem Erdbeben gebaut worden, der Thurm (Steinbau) ist alt.

Der Thurm stürzte ungefähr gegen O zusammen. Die Spitze der Daehpyramide mit dem Krenze grub sich in den Boden ein. Daraus ist zu entnehmen, dass das Dach genau nach O herabstürzte. Die freistehende Ecke (NO) des Thurmes ist vollständig eingestürzt (Fig. 17).

Die Giebel aller vier Seiten der Kirche sind ganz oder theilweise eingestürzt. Das Langhaus der Kirche hat eine ebene Holzdecke, welche erhalten blieb; aber die gewölbte Decke des niedrigeren Sanctuariums stürzte ein. Man könnte vermuthen, dass dies von dem Auffallen der östlichen Giebelmauer auf das

Sanctuarium herrührt; diese Meinung erweist sich aber bei einem Blicke auf die Aussenseite des bis in die Grundfesten zerborstenen Sanctuariums als unzulässig (Fig. 17). Die ganze Kirche ist

Fig. 17.



Kirche von Kraljev-Vrh. (Nach einer Photographie von Joh. Standl in Agram.)

furchtbar zerstört, die entstandenen Sprünge sind häufig weit klaffend. Die schiefen Sprünge auf der S-Seite der Kirche sind vorwiegend gegen O (nur wenige gegen W), die Sprünge an der N-Seite vorwiegend gegen W geneigt; die ersteren bilden mit dem Horizonte einen Neigungswinkel von  $60^\circ$ , die letzteren von  $50^\circ$ .

In der Kirche wurde von einem gegen O gerichteten Seitenaltar ein Bild nach W herabgeschleudert. Die Leuchter fielen in verschiedenen Richtungen von den Altären herab.

Das Pfarrhaus ist mit den längeren Seiten genau nach WSW und ONO gewendet. Auf der ONO-Seite ist das erste

Stockwerk des in der Mitte vorspringenden Theiles vollständig eingestürzt. Über den Fenstern der WSW-Seite sind sehr viele feine Sprünge vorhanden, welche sich nach allen Richtungen kreuzen; ähnlich an der NNO-Seite, wo von einem Fenster des ersten Stockwerkes zunächst drei Sprünge nach abwärts gehen, die sich dann in ein ganzes Bündel unzähliger Risse fortsetzen, welches als Ganzes steil gegen WSW geneigt ist. Diese Sprünge gehören vielleicht nur dem Anwurf an und mögen einem oder mehreren stärkeren Sprüngen im Innern des Mauerwerkes entsprechen.

Das Pfarrhaus ist im Innern furchtbar verwüstet; die auf der WSW-Wand senkrecht stehenden Zwischenmauern des ersten Stockwerkes waren ganz zertrümmert, hiengen nur lose zwischen den Längswänden und mussten herausgenommen werden. Alle vier Aussenwände sind hinausgeschoben (ausgebaucht), am stärksten die NNW- und SSO-Wand, sehr stark auch die ONO-, schwächer die NNW-Wand.

Von den beiden Rauchfängen stand der eine am First des Daches, der vordere auf der gegen WSW geneigten Abdachung; beide wurden nach der ONO-Seite herab geworfen. Alle Rauchfänge sollen in Kraljev-Vrh nach dieser Seite (also ungefähr O) gestürzt sein. An einem Hause soll ein solcher Rauchfang ganz auf der entgegengesetzten Seite gestanden sein. In der Speisekammer fielen von den Gestellen an der WSW- und an der NNW-Wand die Gegenstände in der Richtung von der Wand weg herab.

Das ebenerdige Schulgebäude ist von Holz und hat darum weniger gelitten. An einer OSO-Wand stand ein Tisch, auf welchem ein hohes Büchergestelle angebracht war. Dieser Tisch wurde ungefähr einen halben Meter schief von der Wand weg (ungefähr gegen W) gerückt, und die Bücher stürzten sammt dem Gestelle in derselben Richtung weiter auf den Boden.

An der entgegengesetzten Wand (WNW) waren grosse Holzschwämme befestigt; auf zweien von diesen standen Leuchter, auf einem dritten lagen kleinere Gegenstände, welche alle  $1\frac{1}{2}$  Meter weit (in horizontalem Sinne gemessen) von der Wand hinweg auf den Boden geschleudert wurden. Ein eiserner Ofen aus einzelnen cylindrisch geformten, in einander geschobenen

Theilen bestehend, neigte sich in seiner Ecke gegen die NNO-Wand, wobei die einzelnen Theile stark gehoben wurden. Eine in der Richtung NNO—SSW streichende, schon morsche hölzerne Zwischenwand wurde in ihrem unteren Theile nach OSO verschoben und musste deshalb entfernt werden.

### **Kapelle St. Peter bei Stubica (Krušljevo selo).**

Die Längsaxe der kleinen Kirche hat die Richtung gegen O (mit Abweichung nach N). Der Thurm, welcher an westlichen Ende auf der Kirche aufgesetzt war, stürzte genau in der Richtung der Längsaxe über die Kirche, so dass der Dachstuhl des Thurmes auf dem Dache der Kirche liegt.

Von der W-Wand der Kirche stürzte der obere Theil ein, und daher rührt der Schutt, welcher an der W-Seite auf dem Boden liegt. Ein Bauer, der bei Beginn des Erdbebens aus seinem nahen Hause hinauslief, sagt aus, dass zuerst die Mauer der Kirche eingestürzt sei, dann habe „sich's der Thurm erst eine Weile überlegt“, und nun erst sei er auf die Kirche gestürzt. Der Thurm schwankte also ohne die stützende Mauer noch eine gewisse Zeit über dem Dache, bevor er ebenfalls fiel.

In einem östlich von der Kirche gelegenen Hause empfanden die Leute die Erschütterung aus der Richtung der Kirche, also ungefähr von W. Die gegen die Kirche gelegenen Wände hätten zuerst zu zittern begonnen, und dann sei die Bewegung auf die andern übergegangen. Die an der O-Wand hängende Schwarzwälderuhr blieb stehen.

### **Bad Stubica.**

Der Grund, auf dem die Badegebäude stehen, und aus dem die Quellen (indifferenten Thermen) emporsteigen, ist vollkommen ebener Alluvialboden, aus Silt und Schotter bestehend. Die Hauptquelle, welche in einem kleinen thurmartigen Gebäude gefasst ist, hat eine Temperatur von 48—50° R. Es ist nicht uninteressant, dass bei regnerischer Witterung das Wasser heisser wird. So soll es im Maximilianbade bei heiterer Witterung ganz angenehm zu baden sein; wenn es aber regnet, dann könne man es, wie versichert wird, im Bade „nicht aushalten“. Diese Erscheinung deutet unverkennbar darauf hin, dass beim Sinken des Luftdruckes

die Dampfausströmung stärker, und mithin die Temperatur der Quellen höher wird. Wir haben darin ein Analogon zu dem ebenfalls vom Luftdrucke abhängigen Schwanken der Kohlensäureausströmung bei Sänerlingen und der Dampfentwicklung beim Stromboli.

In dem in der Nähe des Bades vorbeifliessenden Bache rinnt allenthalben heisses Wasser ab, und auf dem Alluvialboden (von den Badelhäusern bis an die östliche Berglehne) dringt es an vielen Stellen empor. In den Bergen selbst sind hier keine heissen Quellen bekannt.

Von dieser Localität waren ausserordentliche Gerüchte über die Wirkungen des Erdbebens im Umlauf. So meldet „Obzor“ am 16. November in einem aus Unter-Stubica, dem nur  $\frac{1}{2}$  Stunde entfernten Orte, eingesendeten Berichte, dass in Bad Stubica „durch das Erdbeben zwei neue warme Quellen entstanden seien, und zwar so starke, dass das siedende Wasser gleich nach der Katastrophe 12, sage zwölf Fuss, in die Höhe sprang, alles verbrühend, was herum war“. <sup>1</sup>

Während der Erschütterung am 9. November entstand in dem mit Gras bewachsenen Alluvialboden in der unmittelbaren Nähe des Bades eine Vertiefung von ungefähr kreisförmigem Umrisse, die mit heissem, sich aber bald abkühlendem Wasser gefüllt war. Nach der von mir am 23. November vorgenommenen Messung hatte damals diese Vertiefung, welche seit dem 9. November keine andere Veränderung erlitten hatte, als dass das Wasser, das sie bis nahe an den Rand erfüllte, sich vollständig abgekühlt hatte, einen Durchmesser von ungefähr  $4\frac{1}{2}$  Meter (an der Ober-

<sup>1</sup> Ich halte es nicht für überflüssig, auf derartige Nachrichten hinzuweisen, um durch den Gegensatz zwischen ihnen und den ermittelten Thatsachen zu zeigen, wie wenig Zeitungsberichte zur wissenschaftlichen Verwerthung geeignet sind, und wie sehr man sich hüten muss, ähnlichen Nachrichten aus früheren Zeiten Glauben zu schenken. Wenn es möglich ist, in einer Zeit, in der die Schnelligkeit und Leichtigkeit des Gedankenaustausches durch mannigfaltige Verkehrsmittel so gehoben ist, eine Kunde wie die obige in die Welt zu setzen, ohne dass man es für nöthig hält, sie wenigstens nachträglich zu widerrufen oder auf das richtige Mass zurückzuführen, so wird es nicht ungerechtfertigt erscheinen, wenn man alle derartigen Berichte nur unter Anwendung des strengsten kritischen Massstabes für brauchbar hält.

fläche) und eine Tiefe von 6 Metern. Die Wände brechen, entsprechend dem Charakter des Silt, steil ab und neigen sich erst in der Tiefe gegen die Mitte, wo der Grund, wie man durch Hinabstossen einer Stange deutlich hören kann, aus Schotter besteht.

Nebendieser Vertiefung, in einer Entfernung von 3—4 Metern, bildete sich nach dem grossen Erdbeben eine zweite Vertiefung, welche, anfangs klein, in einem Zeitraume von 5—6 Tagen sich allmählig vergrösserte. Dieselbe hatte schliesslich einen ziemlich unregelmässigen Umriss, einen Durchmesser von ungefähr 7 Meter und eine Tiefe von etwas mehr als 5 Meter, war also weiter, aber seichter als die erste. Die Wände zeigten auch jetzt noch Neigung zum Nachstürzen, und es mochte wohl auch später noch hier und da eine Scholle sich abgetrennt und zur Erweiterung beigetragen haben. Auch diese Vertiefung war, bis zu derselben Höhe wie die erste, mit kaltem Wasser gefüllt.

An Stelle der zweiten Vertiefung hatte man früher einmal künstlich eine Vertiefung hergestellt, um kühles Wasser zu erhalten; dieses wurde in das Maximilianbad hinübergepumpt, um das letztere abzukühlen. Jetzt aber lässt man dasselbe von selbst abkühlen, und die nun unbenützte Vertiefung wurde wieder zugeschüttet.

Das in beiden Vertiefungen gleich hohe Niveau des sie erfüllenden Wassers entspricht offenbar dem Spiegel des Grundwassers im Alluvialboden. Dass derselbe so nahe der Oberfläche liegt, ist nicht auffallend, wenn man sieht, wie an verschiedenen Stellen die heissen Quellen aus dem Boden hervordringen. Das aus einer der gefassten Quellen abfliessende Wasser bildet zuerst einen kleinen Tümpel, welcher als Schlammbad benützt wird, und hierauf ein kleines, in Folge der noch immer hohen Temperatur des Wassers dampfendes Rinnsal, welches so wenig in die Oberfläche des Alluviums eingeschnitten ist, dass es nur zur Speisung des Grundwassers beitragen kann. Die beiden in der Nähe des Bades vorbeifliessenden und sich unterhalb desselben vereinigenden (kalten) Bäche werden zwar in entgegengesetzter Weise auf den Grundwasserspiegel einwirken, jedoch in der Nähe der empordringenden Quellen keinen bedeutenden Einfluss auf die Senkung desselben ausüben können.



Es ist nicht schwer einzusehen, dass die heissen Quellen in der alluvialen Ausfüllung sich verschiedene Wege bahnen und kleine Hohlräume erzeugen. Eine bedeutende Erschütterung des Bodens, wie sie am 9. November stattfand, konnte daher leicht (besonders, wenn sie mit einer länger dauernden „schüttelnden“ Bewegung verbunden war) an einer geeigneten Stelle eine Senkung, ein Nachsitzen in der lockeren Masse von Silt, Sand und Schotter und eine entsprechende Vertiefung an der Oberfläche hervorbringen. An der Stelle der später entstandenen Einsenkung vermochte die Erschütterung wahrscheinlich nur in der Tiefe eine Senkung hervorzurufen, und in den dadurch gebildeten grösseren Hohlraum stürzte in den nächsten Tagen die darüber befindliche Masse, der eigenen Schwere folgend, nach und nach herab. Hierbei ist noch zu berücksichtigen, dass die an dieser Stelle schon früher bestandene Vertiefung vielleicht nicht vollständig oder doch nur locker ausgefüllt worden war, so dass dadurch die spätere Senkung sehr leicht vor sich gehen konnte. Es ist ganz unwahrscheinlich, dass darauf die nach dem 9. Nov. erfolgten schwächeren Erschütterungen einen wesentlichen Einfluss geübt haben.

Die hier gegebene naheliegende und einfache Erklärung, welche diese Vorkommnisse als mechanische Wirkung der Erschütterung<sup>1</sup> auffasst, ist vollkommen genügend, und es ist kein Umstand vorhanden, welcher dazu nöthigen würde, ferne liegende Ursachen zur Erklärung herbeizuziehen. Gegen jeden Versuch in dieser Richtung sprechen im Gegentheile die Thatsachen, dass die Therme weder in ihrer Temperatur, noch in ihrer Ergiebigkeit eine Veränderung vor oder nach dem Erdbeben oder während desselben erkennen liess, und dass die hier befindlichen Gebäude viel geringere Beschädigungen erlitten haben, als in jenen Ortschaften, welche als die am stärksten zerstörten zu bezeichnen sind.

Die den besprochenen Vertiefungen am nächsten gelegenen Gebäude haben nur ganz geringfügige Beschädigungen erlitten;

---

<sup>1</sup> Derartige Einsenkungen können auch durch alleinige Einwirkung des aus der Tiefe quellenden Wassers und der Schwerkraft auf das lose Material entstehen, und die Erschütterung war daher in unserem Falle nur die fördernde und den unmittelbaren Anlass bildende Ursache.

22 Zimmer in denselben sind nach der Versicherung des Verwalters vollkommen unbeschädigt. Im Maximilianbade selbst sind an der starken Wölbung über dem Bassin nur hier und da leichte Sprünge im Anwurfe bemerkbar. Im Übrigen finden sich wohl Risse in den Gebäuden, aber nur ganz ungefährliche.

Das um einige Schritte weiter entfernte sogenannte Neubäude (schon vor 70 Jahren auf Piloten gebaut), ist stärker beschädigt. Die Wände hatten eine übrigens nur im Innern kennbare leichte Neigung nach aussen erhalten (schwache Ablösung von den innern Mauern) und wurden deshalb gespreizt.

Der Verwalter beobachtete während der Erschütterung in einem im Erdgeschosse gelegenen Zimmer Folgendes: An den beiden von NW nach SO verlaufenden Wänden schwebten die Bilder, ein Spiegel und eine Uhr in der Richtung der Wand hin und her. In derselben Richtung (parallel zu den bezeichneten Wänden) schwang eine an der Wölbung hängende Lampe. Ein Bild an einer auf die genannten Wände senkrechten Wand blieb unbewegt. Die vorerwähnte Uhr behielt eine schiefe Lage und blieb stehen. Die Bewegung der Bilder war sehr stark, weil dieselben mit Schnüren an den Haken aufgehängt waren.

Eine am Fusse der südlichen Berglehne stehende Kapelle hat starke, aber ungefährliche Sprünge erhalten. Das Dach bildet eine vierseitige Pyramide, auf deren Spitze eine grosse Vase steht; diese hat sich nach WNW geneigt. Auf einem andern Theile der Kapelle steht ein kleiner Thurm; das an der Spitze desselben angebrachte Kreuz hat sich um  $45^\circ$  gedreht, wobei der oberste Theil des Kreuzes, welches einen kleinen flachen Ring mit ausstrahlenden Blitzen darstellt, um einen geringen Betrag in demselben Sinne weiter gedreht ist. Ausserdem ist das Kreuz ungefähr nach O ein wenig geneigt, und zwar nicht senkrecht auf eine durch das Kreuz gelegte Ebene, sondern nahezu in dieser Ebene.

### Dolnja-Stubica (Unter-Stubica).

Die Kirche, deren Längsaxe die Richtung W—O hat, erhielt viele Risse. Von innen betrachtet erscheint die N-Wand hinausgedrückt; sie ist durch einen verticalen Sprung von den

übrigen Mauern abgelöst. Auch an den entsprechenden Stellen der Aussenseite ist dieser Sprung sichtbar.

Auch der Thurm, welcher an der W-Seite in die Kirche eingebaut ist, ist zersprungen, aber nicht sehr bedeutend. An der W-Seite hat er einen ziemlich langen, genau verticalen, ein hoch gelegenes mit einem tieferen Fenster verbindenden Sprung erhalten. An der fensterlosen O-Wand ist kein Sprung zu sehen und an der S-Wand sind nur schwache Risse von verticaler Richtung vorhanden. An der N-Wand geht ein etwas stärkerer Sprung von einer Fensteröffnung nach abwärts, weicht aber von der Verticalen ein wenig gegen O ab, bis er das Kirchendach erreicht, welches seine Fortsetzung dem Blicke entzieht. Denkt man sich den Sprung über das Dach verlängert, so trifft er einen zwischen dem Dache und einem Fenster der N-Wand der Kirche verlaufenden Sprung, so dass man sich also durch beide eine schiefe Ebene gelegt denken kann, welche etwa  $20^\circ$  gegen O fällt. Aber ansser dem letztgenannten Sprunge läuft von dem Fenster noch ein anderer gegen das Dach, welcher der Hauptsache nach die entgegengesetzte Neigung hat.

In dem Sanctuarium, welches weitaus schmaler ist, als das dreischiffige Langhaus, sind an den drei schmalen Wänden (O, NO, SO) bedeutende Sprünge vorhanden, welche von den hoch gelegenen, kleinen, kreisrunden Fenstern in verticaler Richtung bis an's obere Ende der Mauern verlaufen.

Das Kreuz ist sammt dem ganzen oberen kuppelförmigen, ziemlich massiven (mit Kupferblech gedeckten) Theile des Thurmes ein wenig gegen SW geneigt.

Innere der Kirche fiel von der Mitte eines Seitenaltars an der S-Wand des Langhauses eine hölzerne Heiligenfigur (etwas unter Lebensgrösse) nach N herab. Die Figur lag einige Schritte vom Altare entfernt, mit dem Kopfe diesem zugekehrt auf dem Rücken. Sie war also wohl zuerst mit dem Kopfe voran auf die vordere Kante des Altartisches gefallen, hatte sich hier überschlagen und war so in der vorher angegebenen Lage auf den Boden gefallen. An der vorderen hölzernen Leiste des Altartisches sind in der Mitte Eindritzungen bemerkbar, welche von dem Fallen der Figur herrühren können.

Auf einem Seitenaltar an der N-Wand neigte sich die hölzerne Figur eines Engels gegen die Wand und lehnt nun an dieser. Von einem Seitenaltar an der O-Wand des nördlichen Seitenschiffes fielen zwei Figuren in irgend einer Richtung von der Wand weg herab. Genauerer über die Richtung war nicht mehr zu ermitteln.

Im ersten Stockwerke des Pfarrhauses fiel auf einem an einer O-Wand stehenden Kasten eine Lampe nach S um.

Das Erdbeben wurde hier wie ein furchtbarer Donner gehört.

### Schloss Golubovec bei Stubica.

Dieses solid gebaute zwischen Unter- und Ober-Stubica gelegene Schloss (dem Baron Rauch gehörig) weist starke Beschädigungen auf. Die beiden Seitenmauern (ONO und WSW) sind aus dem Gebäude hinausgerückt, die erstere stärker als die zweite. Obwohl dies im Innern sehr deutlich an den anstossenden Mauern zu sehen ist, ist doch aussen nichts davon zu bemerken. Beide Mauern mussten von aussen mit Balken gestützt werden. Parallel mit der vorderen und hinteren Hauptmauer zieht sich durch das Gebäude eine sehr starke Mittelmauer. Die dazwischen befindlichen zahlreichen schwächeren Quermauern, welche also parallel mit den dislocirten Seitenmauern sind, haben viele schiefe Sprünge erhalten, meist an einer Mauer zwei sich kreuzende diagonale Sprünge. An der Mittelmauer und an den Aussenmauern sind derartige Risse nicht sichtbar.

Das auf der Spitze eines kleinen Thurmes befindliche Kreuz hat sich nach NNW geneigt. Das Kreuz ist flach (durchbrochen gearbeitet) und die Ebene, in welcher die Neigung erfolgte, steht senkrecht auf der Ebene, welche man sich durch die Arme des Kreuzes gelegt denkt. Ausserdem ist die ganze Helmstange (der ganze Aufsatz mit Thurmknopf und Kreuz) ungefähr gegen NW geneigt. Diese Neigung ist nicht so stark als die davon verschiedene Neigung des Kreuzes. Dennoch ist die Richtung der ersteren massgebender als die der letzteren, da das hauptsächlich nach zwei Richtungen des Raumes (in einer Ebene) ausgedehnte Kreuz sich nur senkrecht auf diese Ebene biegen konnte.

In der Schlosskapelle befinden sich an der WSW- und an der ONO-Wand je zwei Spitzbogenfenster; an diesen vier Fenstern sind in Folge der Erschütterung zahlreiche Scheiben zerbrochen.

### Gornja-Stubica (Ober-Stubica).

Die Kirche, deren Längsaxe die Richtung W—O hat, erhielt viele und sehr starke Sprünge. Die nördlich und südlich vorspringenden, rund umgrenzten Theile des Querschiffes (die Kreuzarme, insbesondere der nördliche) sind von sehr starken, ungefähr verticalen Springen durchsetzt, welche an die Maueröffnungen gebunden sind. Das östliche Ende der Kirche, die fünfseitige Apsis, hat am meisten gelitten. Besonders auffallend sind hier die vier sehr solid gemauerten Strebepfeiler zerrissen. Ich bezeichne die Pfeiler von S gegen N mit I bis IV und die der S-Seite der Kirche näher stehende Seite jedes Pfeilers als rechte, die entgegengesetzte als linke Seite. Betrachten wir die einzelnen Pfeiler von der rechten Seite, so sehen wir, dass die Sprünge theils der Linie, in welcher der Pfeiler mit der Kirchenwand zusammenstösst, folgen, theils gegen rechts nach abwärts sich ziehen und in der Kirchenwand in derselben Richtung (nach links aufwärts) sich fortsetzen. Auf der linken Seite der Pfeiler zeigt sich ganz in derselben Weise, dass sich die Sprünge der Pfeiler in die Wände der Kirche hinein fortsetzen.

Die Sprünge in den Wänden hängen also nicht von der Richtung der Mauern gegen über einer bestimmten Erschütterungsrichtung ab; es scheint vielmehr, dass sich in diesen Rissen nur die Tendenz der Strebepfeiler und der anstossenden Wandpartien, nach aussen hin abzubrechen, kundgibt. Wenigstens findet in dieser Annahme der verschiedene Verlauf der Ebenen, welche man sich durch die Hauptrichtungen der schiefen Sprünge gelegt denken kann, eine Erklärung. Solcher Ebenen sind vier vorhanden, deren jede ungefähr senkrecht zur Richtung des Pfeilers streicht, und in dieser Richtung nach aussen fällt. Die Richtung der Wände der Apsis (S, SO, O, NO, N.) hat darauf gar keinen Einfluss. Ein Unterschied zeigt sich nur in dem Umstande, dass bei den Pfeilern I und II die Sprünge tiefer in die Wand eingreifen und nur den unteren Theil des Pfeilers betroffen haben, während bei den Pfeilern III und IV die Sprünge

sich viel länger im Pfeiler hinziehen und nur den obersten Theil der Wände treffen. Daher sind auch die Pfeiler III und IV weitaus stärker beschädigt, als I und II. Der Pfeiler III ist bei dem Erdbeben am 11. November,  $\frac{1}{2}$  12 Uhr Vormittags, entlang dem schon durch die Erschütterung vom 9. November entstandenen Sprunge zusammengestürzt; auch die anstossende, ebenfalls schon abgetrennte oberste Manerecke wurden von diesem Einsturze mitbetroffen. Der Pfeiler IV ist durch einen langen, verticalen, weit klaffenden Sprung vom Gebäude abgetrennt; nur ganz oben, wo auch ein Stück von dem Manerwerk des Pfeilers herabgestürzt ist, greift der Sprung noch in die Wand hinein. Es ist zu bemerken, dass in den drei östlichen schmalen Wänden (SO, O, NO) keine Fensteröffnungen vorhanden sind, welche den angegebenen Verlauf der Risse hätten stören können; aber auch die nahe dem Pfeiler I in der S-Wand vorhandene Fensteröffnung scheint keinen wesentlichen Einfluss ausgeübt zu haben.

Der an der W-Seite stehende, viereckige Thurm hat nur schwache Sprünge erhalten. Er soll durch das Erdbeben vom 11. Nov. mehr gelitten haben, als durch das vom 9. November (Vgl. S. 104). Das am östlichen Ende der Kirche auf dem Dache angebrachte Kreuz hat sich um  $90^\circ$  gedreht; es lässt sich nicht sagen, in welchem Sinne. Das auf dem nördlichen Theile des Querschiffes angebrachte Kreuz hat sich etwa um  $45^\circ$  von rechts nach links gedreht und ausserdem nach SO geneigt. Das Kreuz auf dem südlichen Theile des Querschiffes ist um mehr als  $45^\circ$  von links nach rechts gedreht und zugleich nach NNO geneigt. In den Fällen, in denen anscheinend eine Drehung um einen Winkel von weniger als  $90^\circ$  stattfand, welchen wir mit  $\alpha$  bezeichnen wollen, ist es auch denkbar<sup>1</sup>, dass die Drehung im entgegengesetzten Sinne, als hier angegeben, aber um einen Winkel, der grösser ist als  $90^\circ$ , um den supplementären Winkel von  $\alpha$ , d. i.  $180^\circ - \alpha$ , vor sich gieng. Ebenso wäre es auch denkbar, dass statt einer Drehung von  $90^\circ$  eine solche von  $270^\circ$  in dem einen oder andern Sinne stattfand u. s. w. Ich habe nur dann von solchen Drehungen überhaupt Notiz genommen, wenn ich nach

<sup>1</sup> Bei solchen Kreuzen kann man keine Vorder- und Rückseite unterscheiden.

dem Augenseheine oder nach der erhaltenen Aufklärung überzeugt sein konnte, dass das betreffende Object früher eine andere Lage inne hatte.

Das grosse Kreuz auf dem Thurme ist nahezu um  $90^\circ$  gedreht und zugleich sehr stark geneigt (fast rechtwinklig gebogen). Die Richtung (das Azimuth) der Neigung ist N (mit Abweichung gegen O), entsprechend der neuen Stellung des Kreuzes; die Ebene, in welcher die Neigung erfolgte, steht nämlich senkrecht auf einer durch das (noch vertical gedachte) Kreuz gelegten Ebene. Dieses Kreuz ist flach, d. h. es hat in der Richtung senkrecht auf diese Ebene eine geringe Ausdehnung, da es aus einer Metallplatte herausgeschnitten ist. Sonst besitzen die Thurmkreuze eine weit grössere Dicke, da sie auf ganz andere Weise hergestellt sind. Das Kreuz soll nach der bestimmten Aussage des Pfarrers nach dem Erdbeben vom 9. November nach der entgegengesetzten Richtung, aber ebenso stark geneigt gewesen sein; erst seit der Erschütterung vom 11. November befindet es sich in der angegebenen Lage. Daraus würde sich ergeben, dass das schon gebogene und gedrehte Kreuz am 11. November sich neuerdings n. z. w. um  $180^\circ$  gedreht hat.<sup>1</sup> Ebenso wäre es denkbar, dass die früher angegebenen Drehungen der Kreuze auf dem Kirchendache theilweise durch die Erschütterung vom 11. November bewirkt oder doch verändert wurden.

Auch im Innern zeigt sich, dass die Kirche weitaus mehr gelitten hat als der Thurm. Der nördliche Theil des Querschiffes ist stärker zersprungen als der südliche. Der Altar des ersteren (also nahe dem N-Ende), oder eigentlich der hölzerne Aufsatz desselben, ist stark zerrüttelt und ganz wackelig geworden. Es fielen mehrere Figuren herab, welche in südwestlicher Richtung am Boden lagen. Der genannte sehr hohe Aufsatz ist mit Eisenstäben in der Mauer befestigt, musste sich deshalb in derselben Richtung wie die Mauer bewegt haben. Er ist jetzt in dem zerrüttelten Zustande deutlich nach N geneigt. Der Altar des südlichen Theiles des Querschiffes steht fest, von diesem fiel keine Figur herab.

<sup>1</sup> Derartige Kreuze sind unter gewöhnlichen Umständen nicht drehbar. Nachdem aber durch die erste Drehung am 9. November die Verbindung gelockert war, konnte eine spätere Drehung viel leichter vor sich gehen.

Von einem Seitenaltar, welcher schief auf der Richtung der Kirche steht, nämlich in der Richtung NW—SO (gegen NO gewendet), stürzte eine Figur herab, welche in der Richtung SW am Boden lag. An dem gemauerten Altartische war vorne ein Ölbild (auf Leinwand) angebracht, dessen hölzerner Rahmen auf der Altarstufe aufsteht und auf jeder Seite mit einer Schnur an einem eisernen Nagel befestigt war, den man in der Seitenwand des Altars eingeschlagen hatte. Seit der Erschütterung ist das Bild schief, nach vorne geneigt und die Nägel sind aus der Mauer herausgerissen, in der sie nur ganz lose stecken. Wenn wir annehmen, dass die Nägel nicht sehr fest in die Mauer gefügt waren, so lässt sich dieser Fall durch eine wiederholte rüttelnde Bewegung oder auch eine einmalige heftige Bewegung in der Richtung SW, welche durch die Schnüre die Nägel mitriss, erklären. Von dem entsprechenden, gegen SO gewendeten Altare fiel nichts herab. Vom Hochaltar fiel nur wenig herab, die grossen Figuren blieben oben.

An dem freistehenden Schulhause stürzte der ganze gegen S (S mit Abweichung nach W) gelegene Giebel herab; der nördliche Giebel erhielt im obersten Theile einen horizontalen Sprung, ohne dass das dadurch abgetrennte obere Mauerstück herabgefallen wäre. Die O-Wand erhielt in ihrer nördlichen Hälfte einen kräftigen Sprung, der ungefähr  $35^\circ$  gegen S fällt. Dieser Sprung geht von der nördlichen, oberen Ecke eines Fensters des Erdgeschosses aus und steigt gegen N geradlinig bis an das obere Ende der Mauer empor, wobei er die Stelle eines im ersten Stockwerke angebrachten blinden Fensters ungestört durchzieht. Ein schwächerer Sprung von entgegengesetzter Neigung geht von der unteren Ecke eines anderen ebenerdigen Fensters nach unten.

Das Pfarrhaus ist sehr stark beschädigt. Die nach W (mit Abweichung gegen N) gerichtete Aussenmauer ist von den Innenmauern abgelöst und scheint stark nach aussen gedrückt. Auch die entgegengesetzte Wand ist in dieser Weise dislocirt, aber in weit geringerem Grade. Aussen ist am Gebäude von dieser Erscheinung nichts zu sehen. Die Wände haben durch das Erdbeben vom 11. November wieder sehr gelitten, früher waren die Beschädigungen nicht so stark. Diese Erschütterung hat aber wohl nur die früheren Risse und Lösungen erweitert, was ja durch jede



schüttelnde Bewegung, habe sie diese oder jene Richtung, geschehen müsste.

Ober-Stubica hat viel stärker gelitten als Unter-Stubica, was nicht bloß aus der Vergleichung der Kirchen, sondern auch aus der der anderen Gebäude hervorgeht.

### Oroslavlje.

An dem Schlosse des Grafen Vojkfy stürzten von einigen Schornsteinen die Kappen herab. Das Gebäude erhielt nur unbedeutende Sprünge. Manche (ebenerdige) Wölbungen sind vollkommen unverletzt. Man betrachtet nur die ausserordentlich solide Bauart (Mauern durchwegs mit Eisen gebunden) als die Ursache der geringen Beschädigung. Es ist jedoch zu erwähnen, dass auch die Wirkung auf freistehende Gegenstände geringer gewesen zu sein scheint, indem im ganzen Schlosse kein einziger Gegenstand (Geschirr etc.) gebrochen ist. Wenn auch durchaus nicht an der Richtigkeit der Behauptung gezweifelt werden kann, dass die Erschütterung auch hier „fürchterlich“ war, so scheinen wir doch in dem Schlosse einen jener Punkte vor uns zu haben, an denen die Wirkung der Erschütterung local verhältnissmässig gering war, wobei sich allerdings nicht entscheiden lässt, ob die Intensität der Bewegung geringer oder die Form derselben eigenthümlich verändert war.

In einem Zimmer des Erdgeschosses standen auf einem Kasten an der SO-Wand (SO mit geringer Abweichung nach S) kleine Porzellanschalen, welche entlang der Wand gegen SW (entsprechend geringe Abweichung nach W) umfielen und in dieser Richtung auf den Untertassen lagen. Im ersten Stockwerke befanden sich in einem Glaskasten an einer SO-Wand (Abweichung wie oben) kleine Porzellanfiguren, welche alle genau nach vorne (NW mit geringer Abweichung nach N) umfielen. In demselben Locale stand auf der Verkleidung des in der S-Ecke angebrachten Kamins eine Uhr, welche nach rückwärts (gegen die Ecke) umgeworfen wurde.

In einem Saale des ersten Stockwerkes sind an den Wänden eine grosse Anzahl von Tellern und Schüsseln (altes feines Porzellan) derartig befestigt, dass jedes einzelne Stück mit starkem Metalldraht umwunden und mit diesem an einem Haken aufge-

hängt ist. Es ist nicht unwichtig, zu erwähnen, dass nicht ein einziger von diesen Gegenständen herabgeworfen oder zerbrochen wurde.

Im Gegensatze zu dem Schlosse des Grafen Vojkfy hat das etwa 1000 Schritt davon entfernte Schloss des Grafen Sernage bedeutende Beschädigungen aufzuweisen. Es stürzten Rauchfänge herab, und in den Mauern entstanden zahlreiche starke Risse. Die Hauptfäçade des grossen, einen viereckigen Hof umschliessenden Gebäudes liegt gegen W 30° S. Die nach dieser Seite gelegenen Gemäcker haben am meisten gelitten und von den vier starken (das übrige Gebäude nicht überragenden) Ecktürmen ist der links vorne gelegene (zwischen der W 30° S. und der S 30° O-Seite) am stärksten beschädigt. Weder die Form dieser Beschädigungen, noch die wenig zuverlässigen Mittheilungen über Fallrichtungen, welche ich in Abwesenheit des Besitzers von Dienern erhalten konnte, gestatten einen bestimmten Schluss auf die Richtung der Erdbewegung.

Die Kirche von Oroslavlje (sowie der Thurm) erhielt nur wenige unbedeutende Sprünge.

### Zabok.

Die Kirche, deren Längenaxe ungefähr die Richtung N—S hat (Hochaltar gegen N mit geringer Abweichung nach O), erhielt ziemlich viele Sprünge, welche aber hauptsächlich die Wölbungen betroffen haben. Eisenschliessen waren gesprungen und aus den Wänden herausgetreten. Auf dem Hochaltar fiel ein Leuchter gegen S (mit geringer Abweichung nach W) um. — An dem niedrigen, viereckigen Thurme ist aussen nicht ein einziger Riss zu sehen. Nur das aus Mörtel hergestellte Gesims unter dem Dache stürzte an vielen Stellen herab und zwar: an der SW-Ecke und von hier an der S-Wand bis fast in die Mitte derselben, an der NW-Ecke, endlich an der N-Seite entlang der grösseren Hälfte der Wand sammt der NO-Ecke. Diese Beschädigung lässt auf eine vorherrschend in der Richtung SW—NO (und umgekehrt) vor sich gegangene Bewegung des Thurmes schliessen. Damit stimmt überein, dass das Thurnkreuz ungefähr gegen SW geneigt ist.

Im Pfarrhause befinden sich im ersten Stockwerke an der NW-Wand zwei „blinde“ Fenster, und an der NW-Wand ein gleiches, an deren Stelle früher wirkliche Fensteröffnungen in der Mauer vorhanden waren, welche später mit einer dünnen Ziegelmauer ausgefüllt wurden. In dem einmaligen Fenster an der SW-Wand wurde die Ausfüllungsmauer durch die Erschütterung hinausgedrückt, wäre fast gefallen und behielt eine schiefe Lage bei, in welcher sie ganz lose in der Öffnung hing, so dass ein leiser Druck mit der Hand genügte, die Mauer zu bewegen, und ein um geringes stärkerer Druck sie hinaus geworfen hätte. Die Mauern in den beiden Fenstern der NW-Wand lösten sich zwar auch längs ihrer Einfügung durch leichte Sprünge von der Hauptmauer, wie das bei späteren Zubauten mit Anfügungsebenen jeder Richtung sehr häufig geschieht, waren aber fest und unbeweglich in ihrer alten Lage. An der SO-Seite stösst an das Hauptgebäude ein kleiner gemauerter Zubau an, welcher die Aborte enthält; derselbe wurde durch einen grossen, verticalen, mehrere Zoll breiten Sprung von dem Hause getrennt und erhielt ausserdem noch andere Sprünge, so einen ebenfalls sehr grossen, mit dem schon erwähnten nahezu parallelen Sprung. Der ganze Zubau hängt gefahrdrohend an seinem Platze. — Im Innern des Gebäudes steht in einem Zimmer des ersten Stockwerkes an der SO-Wand ein Glaskasten, aus welchem viele Gegenstände nach vorne (ungefähr NW) herausfielen und zerbrachen.

Das Abbrechen des südöstlichen Zubanes konnte auch durch eine ziemlich schräg gegen die SO-Wand erfolgte Bewegung (O—W oder S—N) hervorgebracht werden. Das Hinansschieben der südwestlichen Fensterausfüllung hingegen lässt sich nur auf eine genau oder doch sehr nahe in der Richtung SW—NO vor sich gehende Bewegung des Gebäudes zurückführen. Jedenfalls müssen wir zur Erklärung der besprochenen Vorkommnisse (Kasten an der SO-Wand) an dem Pfarrhause zwei Bewegungen verschiedener Richtung annehmen.

Im Schulhause ist die gegen N (mit geringer Abweichung nach O) gelegene Hauptmauer stark zersprungen und ebenso die zu derselben parallel stehende dünne Zwischenmauer. Aus der letzteren fiel ein halber Ziegel gegen S herans, und kleinere Ziegelfragmente fielen aus derselben Mauer in das nördlich gele-

gene Zimmer. An der N-Wand (nördliche Hauptmauer) hieng ein Spiegel, welcher mit seinem unteren Ende auf zwei in der Mauer befestigten eisernen Haken aufruhete, während das obere Ende in der Mitte mit einer Schnur derartig an einem Haken befestigt war, dass der Spiegel sich mit dem oberen Ende von der Wand hinwegneigte. In Folge der Erschütterung sprang der Spiegel mit dem unteren Ende aus den Haken heraus und hing nur noch oben mit der Schnur an der Wand. — Auf einem Kasten an der W-Wand standen ausgestopfte Thiere, welche nach der O-Seite herabfielen (ungefähr nach O).

### Schloss Bračak.

Ein kleines, einstöckiges Gebäude von rechteckigem Grundrisse, dessen Längenerstreckung von  $W15^{\circ}S$  nach  $O15^{\circ}N$  geht. Das Gebäude (ein Ziegelbau) ist sehr stark beschädigt, vornehmlich im ersten Stockwerke. Die Rauchfänge sind herabgestürzt. Die nach  $N15^{\circ}W$  gerichtete Wand ist anfallend hinausgetrieben. Von der mittleren Partie dieser Wand, welche etwas gegen das übrige Gebäude vorspringt und drei Fensterreihen enthält, ist das ganze Dachgesims herabgefallen. An den diese Wand begrenzenden verticalen Kanten sind die oberen Ecken beschädigt; von der gegen  $O15^{\circ}N$  gelegenen Ecke ist die betreffende Gesimspartie mit einigen Ziegeln herabgestürzt. Von den oberen Ecken der Fenster des ersten Stockwerkes gehen steil geneigte Sprünge bis ans obere Ende der Mauer, wobei die beiden von den Ecken eines Fensters ausgehenden Sprünge immer nach oben divergiren. Die unteren Ecken dieser drei Fenster sind mit den entsprechenden oberen Ecken der Maueröffnungen des Erdgeschosses durch verticale Sprünge verbunden.

An der entgegengesetzten Wand, der gegen  $S15^{\circ}O$  gewendeten Hauptfaçade, wurde der über der Mitte sich erhebende Giebel fast gänzlich herabgeschleudert.

### Zlatar.

Die Kirche ist genau orientirt. Das Gesims (Hohlkehle) unter dem Dache des Langhauses ist an der N- und an der S-Seite herabgefallen. An den Armen des Querschiffes ist eine ähnliche Beschädigung weder an der W- noch an der O-Seite zu sehen,

ebenso auch nicht an dem östlichen Theile des Hauptschiffes Die Kirche hat nur einige unbedeutende, der Thurm keine Sprünge erhalten. In der Kirche fiel hie und da Mörtel herab, von freistehenden Gegenständen ist nichts gefallen oder sonst auffallend in seiner Lage verändert worden.

Das Thurmkreuz ist um  $40^\circ$  von links nach rechts gedreht und zugleich ein wenig nach NW geneigt. Die Eisenstange des Blitzableiters, welcher mit dem Kreuze stellenweise in fester Verbindung steht, ist, wie das gewöhnlich geschah, senkrecht stehen geblieben, aber die Spitze desselben, welche hier über das Kreuz emporragt, ist von dem unteren Theile der Stange abgebrochen und mit dem Kreuze geneigt. Ein Mann behauptet, er habe während des Erdbebens gesehen, wie das Kreuz, die Spitze sammt dem ganzen oberen Theile des Thurmes, so geschwungen habe, dass die Spitze einen Kreis beschrieb.

An den vielen (auch grösseren) gemauerten Häusern von Zlatar sind nur zwei Rauchfänge, aber kein Giebel (Fenstermauer) eingestürzt, wohl aber sind im Innern der Gebäude grössere Beschädigungen entstanden. Nach Angabe des Herrn Vicegespans haben die in der Richtung N—S verlaufenden Wände nicht gelitten, wohl aber die darauf senkrechten. Ich sah einen vier Meter hohen, relativ schmalen Rauchfang, welcher keine Beschädigung erlitten hatte.

In der Wohnung des Vicegespans fielen von in der Richtung OSO—WNW verlaufenden Wänden Bilder herab, u. zw. nach beiden Seiten. Von einem an einer SSW-Wand stehenden Tische fiel eine Vase nach NNO herab. Eine Pendeluhr, an einer auf die genannten Wände senkrechten Wand hängend, blieb vollkommen unbewegt (Beobachtung) und gieng unbeirrt weiter. Die erstgenannten Wände (sowohl Haupt- als Abtheilungsmauern) haben stark gelitten, die darauf senkrechten nicht.

In der ebenerdigen Apotheke schwang eine Hängelampe ungefähr in der Richtung NW—SO. Der Schlägel einer nicht leicht beweglichen, an einer Feder hängenden Thürglocke schlug einmal gegen NW an die Glocke an. Eine Flasche wurde ungefähr in der Richtung SO verschoben. In dem an der W-Wand stehenden Kasten drehten sich die Flaschen um  $90^\circ$ , so dass die Etiquette jeder Flasche, welche früher nach vorn (O) gerichtet

war, später nach links (S) stand. Die Drehung gieng also bei allen Flaschen in demselben Sinne, nämlich von links nach rechts (im Sinne der Bewegung des Uhrzeigers) vor sich.

In einem ebenerdigen Geschäftslocale bewegten sich alle Gegenstände (Lampen, Eisenwaaren), die an der Decke hingen, in der Richtung OSO—WNW hin und her. Von einem die ganze NNO-Wand einnehmenden Gestelle, welches bis an die Decke hinauf mit einer grossen Menge von Gegenständen bepackt war, die keines heftigen Austosses bedurft hätten, um herabzufallen, fiel kein einziger dieser Gegenstände herab, aber alle schwankten in der Richtung der Wand (OSO—WNW). In dem anstossenden Magazine war eine grosse Zahl von langen Eisenstäben an die gegen OSO gewendete Wand gelehnt. Diese erhoben sich alle von der Wand, blieben frei stehen und fielen, als die Bewegung aufhörte, gegen die Wand zurück. Das Ganze gieng in Folge des fortwährenden Aneinanderklirrens der Stäbe unter grossem Lärm vor sich.

In dem wenig beschädigten Pfarrhause wurden im ersten Stockwerke auf einem Schreibtische, der an der W-Wand (W mit Abweichung gegen N) steht, mehrere Gegenstände ungefähr in der Richtung nach O (g. S) gerückt. Dabei kamen zugleich Drehungen von rechts nach links (in dem der Bewegung des Uhrzeigers entgegengesetzten Sinne) vor. In einem kleinen an derselben Wand hängenden Kästchen, welches selbst nicht verrückt wurde, steht eine Uhr, die sich ebenfalls von rechts nach links gedreht hat. Auf dem Haken, an welchem dieses Kästchen an der Wand befestigt ist, steckte ziemlich fest ein kleines Strüsschen künstlicher Blumen, welches nur in der Richtung gerade oder schief nach oben (jedenfalls nicht durch eine Bewegung in horizontalem Sinne) mit einer geringen Kraftanstrengung herabgenommen werden konnte. Dieses Strüsschen wurde einige Schritte weit in der Richtung nach SO mitten in das Zimmer geschlendert. Auf dem erwähnten Schreibtische wurde auch eine dort aufgestellte Reihe von Büchern nach vorne (O) verrückt, aber in der Weise, dass das südliche Ende der Reihe weiter bewegt wurde, als das nördliche. Die Bücherreihe wurde also nicht nur in der Richtung von der Wand weg (ungefähr nach O)

verschoben, sondern zugleich um das nördliche Ende gedreht, was ebenfalls einer Drehung von rechts nach links entspricht.

An dem vor dem Pfarrhause gegen die Strasse zu gelegenen Abhänge, dessen Grund aus Lehm und Schotter besteht, entstand eine kleine Abrutschung an einer Stelle, wo schon früher ein Sprung vorhanden war.

Der Lehrer hörte das dem Erdbeben vorangehende Donnern von N her. Das Phänomen bestand zuerst in einem „Sansen“, welchem ein „Knallen“ („Donnern“) folgte.

Das an vielen Orten vorgekommene Schwanken der Bäume wurde auch in der Nähe von Zlatar beobachtet.

### Mače.

Die Kirche hat nur einige kleine Sprünge erhalten; der Thurm ist gar nicht beschädigt. In der Kirche wurde das Schwingen der Hängelampe in der Richtung N—S beobachtet. Am Hochaltar fielen Leuchter ungefähr nach W.

Während des Erdbebens liefen die Leute in's Freie, und da sahen sie noch, wie die Häuser und sie selbst alle sich schwaukend bewegten, „als wenn sie betrunken wären“. Diese Bewegung, schien von NO zu kommen.

### Bad Sutinsko.

Indifferente Therme. Die Hauptquelle, welche aus einer runden maimsdicken Öffnung aus dem Kalkfelsen hervorströmt, hat gewöhnlich eine Temperatur von  $29.9^{\circ}$  R. Neben ihr befindet sich eine andere Quelle von  $24^{\circ}$  R. In der Nähe gibt es noch einige laue Quellen, welche nicht gefasst sind.

Der Verlauf des Erdbebens wird von dem Badearzte, welcher sich während desselben in einem Zimmer des ersten Stockwerkes des weitläufigen Badegebäudes aufhielt, in folgender Weise geschildert. Zuerst hörte man ein furchtbares „Rollen“, welches von NW her kam und sechs bis acht Sekunden dauerte. Nachdem dieses „Hallen“ aufgehört hatte, begann das Gebäude heftig zu „beuteln“ (schütteln); das dauerte bei sechs oder sieben Sekunden. Dabei gab es einen Schlag von unten nach aufwärts, welcher mit einem furchtbaren Poltern verbunden war. Die Zwischenwand über der Thür hob sich um die Breite von zwei Fingern. Hierauf schwang

das ganze Gebäude dreimal hin und her. Diese Schwingungen konnten genau beobachtet werden; sie giengen ungefähr in der Richtung NO—SW vor sich. Dann wurde noch durch 10 Secunden das Donnern gehört, welches sich in der Richtung nach SO entfernte. Durch die Erschütterung wurden keine Gegenstände umgeworfen. Während des Schaukelns des Gebäudes spritzte aus einem kleinen, auf dem Tische stehenden Aquarium Wasser heraus in der Richtung nach NO. Das Wasser musste von seiner Oberfläche sich um 12 Ctm. erheben, um den Rand des Glasgefässes zu erreichen.

Der grosse Steinbau hat nur wenige, unbedeutende Risse erhalten. Der Badearzt behauptet, dass erst durch ein späteres Erdbeben am 13. November um 10<sup>h</sup> 55<sup>m</sup> Nachts, bei welchem durch drei Secunden ein Rollen gehört, und durch ungefähr fünf Secunden eine auf und abgehende Bewegung (Hebung und Senkung) wahrgenommen wurde, mehr Sprünge entstanden seien<sup>1</sup>.

Auch eine Wirkung des Erdbebens auf die Thermen ist hier zu verzeichnen. Es ist bereits erwähnt worden, dass die Hauptquelle gewöhnlich eine Temperatur von 29·9° R. hat. Zwei Stunden nach der Erschütterung vom 9. November wurde das Bad benutzt, und es fiel sogleich ein Mangel an Dämpfen auf; die Temperatur aber war auf 27° gesunken. Diese kühlere Temperatur hielt durch fünf Tage an; am sechsten Tage war dieselbe schon etwas höher. Aber die Dampfbildung soll an dem Tage meines Besuches (24. Nov.) noch nicht in der früheren Stärke wiederhergestellt gewesen sein. Die Temperatur der zweiten kühleren Quelle war von 24° auf 18° gesunken.

### Mihovljani.

Die Längsaxe der Kirche verläuft nach 010° N. Die nördliche und südliche Wand des Langschiffes sind im Innern durch mit diesen Wänden parallele Sprünge von den anstossenden Mauern getrennt. Auch im Übrigen haben die Mauern starke Sprünge erhalten. Die N-Seite hat stärker gelitten. Der Thurm

<sup>1</sup> Man wird nicht ausser Acht lassen dürfen, ob nicht auch hier eine Täuschung unterlaufen und die betreffenden Sprünge erst später sichtbar geworden seien.



zeigt schwache Sprünge. Diese Beschädigungen sind auffallend stärker, als an der Kirche von Zlatar (aber doch nur sehr schwach gegenüber Reznik, Remete etc.).

Das Thurmkreuz ist nach NW geneigt.

Von einem an der nördlichen Wand des Langhauses angebrachten Seitenaltare fielen Figuren ungefähr gegen S herab. Von dem Altare des nördlichen Armes des Querschiffes fielen zwei hölzerne Figuren ungefähr gegen SO herab. Sie lagen beide in dieser Richtung auf dem Boden, mit den Fussenden dem Altar zugewendet, konnten also nicht zuerst auf den Altartisch aufgefallen sein, sondern mussten direct die Entfernung von zwei bis drei Schritten zurückgelegt haben, indem sie entweder in horizontaler Richtung oder, was sehr wahrscheinlich ist, mit einem kleinen Antrieb in der Richtung schief nach aufwärts geschleudert wurden. Der gemauerte Altartisch steht frei in der nach N (genauer N 10° W) gewendeten Nische. Der hölzerne Altaraufsatz ist mit zwei von seiner Rückseite gegen die Nischenwand verlaufenden Eisenstäben an der Mauer befestigt. An dem Aufsätze befinden sich zwei hölzerne Säulen, welche an ihrem oberen Ende, mit dem sie den oberen Theil des Altaraufsatzes tragen, unter diesem nun einige Centimeter nach vorne gerutscht sind. Es lässt sich wegen der Beschränktheit des Raumes zu beiden Seiten des Altars kein Standpunkt gewinnen, von dem aus man mit Sicherheit entscheiden könnte, ob die beiden Säulen wirklich nach vorne (nach S ungefähr) überhängen. Es ist auch möglich, dass die Säulen vertical stehen geblieben sind und der ganze übrige Altaraufsatz nach rückwärts geneigt ist. Wegen der ungestörten Verbindung durch die Eisenstäbe könnte dies nur zugleich mit der Mauer geschehen sein, welche, wenn sie eine so bedeutende bleibende Lageveränderung gegen das übrige Gebäude erlitten hat, weite Risse aufweisen müsste. Das ist nun zwar weder bei der Nischenmauer noch bei dem übrigen Mauerwerke dieses Kreuzarmes <sup>1</sup> der Fall, es ist aber ganz gut denkbar, dass die schon erwähnte verticale Abtrennung der N-Mauer des Langhauses (welche stärker ist als die entsprechende Ablösung der S-Mauer) ihre Wirkung bis hieher erstreckt, so dass nicht bloß die N-Mauer nach aussen

<sup>1</sup> Arm des Querschiffes.

geneigt oder ausgebaucht ist, sondern auch der mit dieser Mauer verbundene Kreuzarm die entsprechende dauernde Lageveränderung erlitten hat. Aber, ob nun die Säulen sich wie die Figuren nach vorwärts, oder der übrige Altaranfsatz nach rückwärts bewegt hat, soviel ist gewiss, dass die Wirkung nur durch eine schwingende Bewegung des Gebäudes ungefähr in der Richtung N—S (oder vielleicht ein wenig abweichend gegen die Richtung NW—SO) hervorgebracht werden konnte.

Am freistehenden Schulgebäude war der gegen N gelegene Giebel herabgestürzt. Dasselbe war auch an einem anderen nach allen Seiten freistehenden Gebäude geschehen, wo sich überdies der untere Theil der Giebelform ausgebaucht hatte und deshalb abgetragen werden musste. An beiden Häusern waren die Rauchfänge herabgestürzt.

Das Pfarrhaus ist gegen N und S durch abgestützte Giebelwände begrenzt. Die N-Wand wurde hinausgetrieben und musste deshalb von aussen gestützt werden. Die Abtrennung war so bedeutend, dass man im Innern im ersten Stockwerke zwischen der nördlichen Hauptmauer und der darauf senkrechten Mittelmauer mit der Hand aus dem einen in's andere Zimmer laufen konnte. An der S-Wand war nur vom Gesimse ein Stückchen herabgefallen; im Innern hatte an derselben der Verputz stark gelitten, mehr als an der N-Seite. Mehrere Deckengewölbe sind theilweise eingestürzt, andere mussten gestützt werden. Die Zimmeröfen blieben zwar stehen, wurden aber alle zerrüttelt. Eine an der O-Wand eines Zimmers an einem Nagel hängende Pistole fiel gegen W herab. Von einem an dieser Wand angebrachten Büchergestelle fielen einige Bücher nach W herab. An derselben Mauer (Mittelmauer) in einem anderen Zimmer (für dieses also an der W-Wand) waren zwei kleine Postamente (für Statuetten) angebracht, deren jedes an einem in der Mauer befestigten Haken hing. Das eine (dem N-Ende der Wand näher befindliche) Postament wurde durch die Erschütterung in der Weise aus seiner Lage gebracht) dass seine früher horizontale Oberseite nun etwa um 40° gegen N geneigt war. Während die Erscheinungen an der W-Seite der Mittelmauer nur auf eine, wenn auch nicht nothwendig senkrecht, so doch quer gegen die Wand gerichtete Bewegung zurückgeführt werden können, deutet die von der O-Seite erwähnte That-

sache ebenso entschieden auf eine in der Richtung der Wand erfolgte Bewegung hin. Eine Hängelampe schwang genau in der Richtung N—S.

In Freien wurde beobachtet, wie das Pfarrhaus in der Richtung N—S hin und her schwankte.

In einem zum Pfarrhause gehörigen Keller, welcher abseits von demselben wenige Schritte in den Bergabhang hinaufführt, befand sich ein mit Kraut gefüllter grosser Kübel, dessen Deckel mit fünf Steinen (darunter solchen von dem Gewichte eines Centners) so beschwert war, dass er im Kübel eine Strecke unter den Rand hinabgedrückt war. Nach dem Erdbeben lagen alle Steine östlich von dem Kübel auf dem Boden, und das Kraut war derartig aus seiner Lage gebracht, dass es nach O eine grosse Vertiefung und nach W eine entsprechende Erhöhung bildete, in Folge dessen der noch auf dem Kraute liegende Deckel sehr stark gegen O geneigt war.

Man kann annehmen, dass an dieser Stelle die Wirkung der Erschütterung ungefähr in derselben Weise erfolgte, als an einem anderen frei auf der Erdoberfläche stehenden Objecte. Mit Rücksicht darauf, dass hier nicht wie in den höheren Theilen eines Gebäudes die seitliche Bewegung desselben eine Verstärkung herbeiführen konnte, zeugt die besprochene Wirkung von einer bedeutenden Intensität der ursprünglichen Bewegung. Welche Erklärung immer man hier anwenden will, man wird nicht umhin können, dieselbe mit einer schaukelförmigen Bewegung des Kübels in der Richtung W—O in Übereinstimmung zu bringen. Die Wirkung zerfällt in zwei Theile, welche entgegengesetzten Bewegungen entsprechen: das Schlendern der Steine gegen O und das Emporpressen des Inhaltes gegen W. Das letztere kann nicht unmittelbar mit dem Schwanken einer Flüssigkeit in einem Gefässe verglichen werden. Das Kraut wird durch Stampfen ungemein fest zusammengepresst und überdies durch das Anlegen der Steine einem bedeutenden Drucke von oben ausgesetzt, so dass die Verschiebbarkeit der einzelnen Theile gegen einander als eine sehr geringe zu betrachten ist. Es ist darum sehr wahrscheinlich, dass zuerst am Schlusse einer Schwankung von W nach O die Steine herabgeschlendert wurden, so dass am Ende der darauf folgenden Schwankung von O nach W (im Momente des Rückschwunges

oder des Überganges in eine andere Bewegungsrichtung) die nun leichter bewegliche<sup>1</sup> Masse die angenommene Bewegung in Folge ihres Beharrungsvermögens fortsetzen und innerhalb der Wände des Gefässes gegen W empordringen konnte.

Die Gebäudebeschädigungen (sowohl an der Kirche als an den übrigen Gebäuden, welche hier überhaupt viele Sprünge erlitten haben), sind in Mihovljani auffallend stärker als in Zlatar.

Das „Rollen“ bewegte sich von N nach S. Der Schall wurde zuerst von N her gehört, und nachdem die Erschütterung vorüber war, vernahm man deutlich, wie derselbe nach S „hinauslief.“

### K r a p i n a.

Die Leute sahen, wie der Kirchthurm hin und herschwang. In den Häusern bewegten sich Bilder und andere Gegenstände; alles wackelte sehr stark, die Häuser selbst schwangen hin und her. Viele Gebäude erhielten schwache Sprünge, nur ein schlecht gebautes Haus soll stärkere Risse erhalten haben. Ausserhalb der Stadt sind einige Rauchfänge eingestürzt (nach einer Angabe nur zwei Rauchfänge an einer eine Viertelstunde entfernten Schmiede); im Orte selbst kamen nur geringe Beschädigungen an Rauchfängen vor. (In der Kirche befindet sich in der Mitte des Gewölbes ein Sprung, welcher aber schon vor dem Erdbeben existirt haben soll.)

Über Bewegungsrichtungen brachte ich Folgendes in Erfahrung. In einem Zimmer, dessen Fensterseite nach NW (mit geringer Abweichung gegen N) gerichtet ist, fiel von einem sehr wackeligen, hölzernen Tischchen eine etwa 1 Meter hohe Gypsfigur von den Fenstern gegen innen zu (also ungefähr gegen SO). Ein an der entgegengesetzten Wand stehender Kasten schwankte sammt den darauf befindlichen beiden Figuren in der Richtung gegen das Fenster hin und her (ungefähr SO—NW); zugleich erlitten die Figuren eine kleine Drehung, deren Sinn nicht mehr zu constatiren war. Auch im Zimmer befindliche Personen

<sup>1</sup> Es war noch immer eine sehr bedeutende Kraft erforderlich, die Gestalt des fest ineinander gepressten, mehr starren als flüssigen Inhaltes in der angegebenen Weise zu verändern.

schwankten, wie alles, sehr bedeutend. In einem anderen Zimmer hing an dem gegen SW (mit Abweichung nach W) gelegenen Fensterpfeiler eine seit einigen Monaten stillstehende Pendeluhr, welche in Folge der Erschütterung auf kurze Zeit in Gang gerieth. Zwei Hängelampen (in verschiedenen Localen) schwebten ungefähr in der Richtung NW—SO hin und her.

Alle diese auf das erste Stockwerk eines Gebäudes sich beziehenden Angaben deuten übereinstimmend auf eine in der Richtung SO—NW (oder umgekehrt) vor sich gehende Bewegung. In einem anderen Gebäude wurden auf einem Kasten, welcher an einer gegen S (mit Abweichung nach W) gelegenen Wand steht, Flaschen in der Richtung von der Wand weg verschoben.

### Krapinske-Toplice (Krapina-Töpliz).

Ein indifferentes Bad, dessen heisseste Quelle eine Temperatur von  $33\frac{1}{2}^{\circ}$  R. besitzt. Es kommen niemals Schwankungen in der Temperatur vor. Das Erdbeben vom 9. November bewirkte nicht die geringste Veränderung in der Temperatur, weder sogleich, noch später, wie man sich durch vorgenommene Messungen überzeugte. Die Temperatur der Therme soll bis auf den Zehntelgrad genau dieselbe geblieben sein. Das Wasser war nach der Erschütterung trüb; um 12 Uhr Mittags war es wieder vollkommen klar.

In den Badebassins stieg das Wasser momentan. Diese Bassins sind unmittelbar über den Quellen erbaut, so dass sie nicht durch eine Leitung, sondern durch die in ihnen aufsteigende Quelle selbst gefüllt werden. Die Steigung betrug im Jacobsbade<sup>1</sup> 5—6 Zoll (ungefähr 15 Ctm.), ebensoviel in den Volksbädern. In dem „reservirten Brunnen“, welcher zur Speisung von Trinkwasserapparaten<sup>2</sup>, für Wannenbäder etc. dient, betrug die Steigung fast  $1\frac{1}{2}$  Fuss (ungefähr 45 Ctm.). Die Steigung dauerte

<sup>1</sup> Die Jacobsquelle allein ergibt in 24 Stunden 170.000 Eimer. Die heisseste und ergiebigste Quelle füllt das Bassin Nr. 3, welches in Folge des starken Wasserandranges niemals vollkommen geleert werden kann.

<sup>2</sup> Das Quellwasser enthält eine so geringe Menge fester Bestandtheile gelöst, dass es — in eigenen Kühlapparaten gefüllt — nicht bloss von den Curgästen, sondern allgemein als Trinkwasser benützt wird.

„bis gegen Mittag“; zu Mittag selbst war die Höhe wieder normal. Eine bestimmtere Angabe über die Dauer der Niveauerhöhung war nicht zu erhalten.

Die jedenfalls nur kurze Zeit (höchstens einige Stunden) dauernde grössere Ergiebigkeit der Quellen kann als eine secundäre seismische Erscheinung, hervorgerufen durch die mechanische Wirkung der Erschütterung auf den unterirdischen Quellenlauf, betrachtet werden. Es darf aber auch die Möglichkeit nicht ausser Beachtung bleiben, dass eine dauernde Änderung der relativen Lage der Erdschichten, (z. B. eine Verschiebung eines grösseren Gebirgsstückes, die bisherigen hydrostatischen Verhältnisse in einer Weise ändern konnte, dass bis zum Ausgleich der Störung, bis zur Herstellung eines neuen relativen Gleichgewichtszustandes, während einiger Stunden ein vermehrter Ausfluss eintrat.

Die durch die Erschütterung bewirkten Beschädigungen an Gebäuden sind geringfügig. Es kamen Beschädigungen, aber keine Einstürze von Rauchfängen vor. In manchen Gebäuden, wie in dem grossen Kursaal und in den beiden Speisesälen daneben, welche die Höhe eines zweistöckigen Gebäudes haben, findet sich keine Spur einer Beschädigung. In einem höheren Stockwerke befindet sich in einer von  $N15^{\circ}W$  nach  $S15^{\circ}O$  verlaufenden Riegelwand eine Thür, welche trotzdem, dass sie versperrt war, gegen die  $W15^{\circ}S$ -Seite aufsprang. Andere Gebäude erhielten unbedeutende Sprünge.

In der Apotheke rückten auf einem Gestelle an der gegen  $N15^{\circ}W$  gelegenen Wand Flaschen von der Maner weg ( $S15^{\circ}O$ ), und ein Theil derselben fiel ungefähr in dieser Richtung zu Boden. Auf dem Gestelle an der gegen  $O15^{\circ}N$  gelegenen Wand rückten die Flaschen entlang der Wand und zugleich gegen dieselbe ungefähr nach  $SO$ .

In einem anderen Hause fielen in einem Zimmer des ersten Stockwerkes aus einem Kasten an der  $NNW$ -Wand Flaschen heraus (ungefähr senkrecht von der Wand hinweg); von der entgegengesetzten Wand ( $SSO$ ) fiel ein grosses silbernes Servirbrett, welches mit einer Kante auf dem betreffenden Geräthe stand und mit der anderen gegen  $SSO$  angelehnt war, gegen  $W$  (mit Abweichung nach  $N$ ). Andere Gegenstände (Leuchter) fielen

ungefähr senkrecht von der Wand weg. In dieser Wohnung finden sich ziemlich viele Risse an den Wänden.

Die Erschütterung wurde hier als eine schwingende Bewegung (ohne Stösse) empfunden.

### Reznik.

Die Längsaxe der Kirche hat die Richtung W—O (Hochaltar gegen O). Die Gewölbe und Bögen im Innern sind nach beiden Richtungen in der Mitte geborsten. Eine Hängelampe vor dem Altare des nördlichen Armes des Querschiffes hing an drei Ketten (aus schwachen Metallstreifen), welche zusammen an einem Stricke befestigt waren, der das Ganze trug. Zwei Ketten sind gerissen, so dass die Lampe nur noch an einer hängt. Das zerbrochene Lampenglas und der Docht liegen in nordwestlicher Richtung von dem Fusspunkte der Aufhängelinie am Boden, woselbst auch ein grosser Ölfleck sich befindet. Es musste also die Lampe bei ihrer ersten Bewegung nach NW geschwungen sein, durch die heftige Bewegung rissen die beiden Ketten und als die Lampe ihren höchsten Punkt erreicht hatte, fiel im Momente des Beginnes des Rückschwunges das Glas heraus. Da die Lampe sich zuerst in derselben Richtung bewegen muss, in welcher der Aufhängepunkt zugleich mit der Decke sich bewegt hat, so lässt sich hier auf eine in der Richtung SO—NW erfolgte Bewegung des Gebäudes schliessen.

Alle vier Seiten des an der W-Seite der Kirche stehenden Thurmes erhielten weit klaffende Sprünge. Am stärksten wurde die O- und N-Seite betroffen, etwas weniger stark die W-Seite, am schwächsten die S-Seite; die erstgenannten drei Seiten sind von ungefähr verticalen Sprüngen durchsetzt, welche die Fenster verbinden. Von der N-Seite des Thurmes fiel ein Stück des Dachgesimses herab.

Von dem nördlichen Arme des Querschiffes stürzte der obere Theil der NO-Ecke herab, in Folge dessen ein Theil des Daches einstürzte. Auch die NW-Ecke desselben Kreuzarmes ist beschädigt und der obere Theil eingestürzt.

Das Save-Alluvium ist in der Nähe von Reznik an sehr vielen Stellen von Sprüngen durchsetzt, längs welchen feiner Sand, stellenweise auch feiner Schotter (Geschiebe bis zu 6 Ctm.

Durchmesser) emporgedrungen sind. Dadurch wird man auf die Sprünge erst aufmerksam, welche schon einige Tage nach dem grossen Erdbeben meist sehr schmal, und, wo kein Sand emporgedrungen war, häufig durch die Vegetation verdeckt waren. In dem feinen Sand, welcher in Streifen von einigen Centimetern bis zu zwei Fuss die Sprünge bezeichnet und sie begleitet, finden sich nun die sogenannten Krater.

Was man sieht, sind trichterförmige Vertiefungen, nicht aber Erhöhungen, Hügel, welche durch Aufschüttung emporgedrungener Massen entstanden wären. Es sind wohl viele Anzeichen vorhanden, dass in diesen Trichtern Sand hinabgerieselst ist, aber keines, dass durch dieselben Sand oder Schlamm emporgedrungen wäre.

Es kann nicht von einer einzigen Spalte die Rede sein, die sich eine halbe Meile lang in einem Halbkreise hinzieht, wie ein phantasiervoller Zeitungscorrespondent berichtet hat. Es existiren vielmehr sehr viele Spalten, kurze und lange, enge und weite. Ich sah Spalten in den Richtungen N—S, O—W, NO—SW und NW—SO. Oft ist eine solche Spalte nur einige Schritte lang, manche hingegen erstrecken sich bis zu 60 und mehr Schritten in derselben Richtung.

Eine Spalte läuft einige Schritte, verliert sich und setzt sich in einiger Entfernung in derselben Richtung fort u. s. w. Ein anderes Mal hört eine Spalte auf, unterdessen aber hat daneben in der Entfernung von einem oder mehreren Schritten schon eine neue in paralleler Richtung begonnen; oft sind mehrere parallele Spalten nebeneinander.

Hier zweigt sich eine Spalte in zwei, der eine Zweig hat die frühere Richtung und verliert sich bald, der andere weicht ab und setzt sich weiter fort; dort haben wir dieselbe Verzweigung, aber die neue Richtung hört sogleich wieder auf, während sich die alte noch weiterhin erhält.

Diese Regellosigkeit ist indessen keine gar so grosse. Es zeigt sich nämlich sehr bald, dass weitaus die meisten Spalten in der Richtung SO—NW verlaufen. So konnte ich in Gemeinschaft mit Dr. Kramberger zwischen Reznik und der Save ein ganzes System von parallelen Spalteneonstatiren, welche auf eine Erstreckung von 600 Schritten diese Richtung hatten. Diese



Zahl macht auf absolute Genauigkeit keinen Anspruch, da ich bei dem günstigsten Terrain die Schritte nur theilweise zählen konnte, theilweise aber abschätzen musste.

Von der Stelle, an welcher diese letzteren Spalten gegen SO anführen, bis zur Save ist auf eine Strecke von 300 Schritten nirgends eine Spalte zu sehen. Plötzlich ganz in der Nähe des Ufers zeigen sich wieder einige, aber in einer Richtung, welche auf der Hauptrichtung der Spalten senkrecht steht, nämlich SW—NO. Diese Richtung ist hier vielleicht bedingt von der des Saveufers, welche mit jener parallel ist.

Die Art der Entstehung dieser Vorkommnisse ist nach meiner Überzeugung folgende. Durch die Erschütterung des Alluviums (welches hier an der Oberfläche durchwegs aus einem äusserst feinkörnigen, etwas lehmigen, ziemlich dunkelbraunen Silt besteht, der von derselben Consistenz, wie unser Löss, am Ufer senkrecht abbricht) entstanden die Sprünge. Gleichzeitig wurde der Spiegel des weit ausgedehnten Grundwassers in gewaltige Schwankungen versetzt. Wenn auch der Anprall durch die Vertheilung der Wassermassen in eine Unzahl feiner Canäle (zwischen den einzelnen Körnern der Sandlagen und den Geschieben der Schotterbänke) bedeutend gedämpft wurde, so steht doch ausser Zweifel, dass dort, wo die klaffenden Sprünge in der darüber lagernden Siltdecke den Weg freiliessen, das Wasser hoch emporsteigen, ja emporspringen musste und dabei auch eine Partie Sand oder ein wenig Schotter mit emporreissen konnte. Der Sand fiel nun auf und längs der Spalte zu Boden, oder er drang nur bis über die Spalte und breitete sich zu beiden Seiten derselben aus.

Nachdem die Schwankungen vorüber waren und in dem unterirdischen Wasserbehälter wieder Ruhe eingetreten war, suchte der ansgetretene Sandbrei einen Abzug. An den Punkten, an welchen die Spalte etwas weiter war, begann er unten hinabzusinken. In Folge davon mussten sich an der Oberfläche an denselben Stellen Einsenkungen bilden, welche immer tiefer wurden, die Form von Trichtern annahmen, durch deren Öffnungen die Masse so lange hinabrannte, bis der zurückgebliebene Rest so viel Wasser verloren hatte, und dadurch soweit trocken geworden war, dass er auf der verhältnissmässig engen Spalte sitzen bleiben konnte. War die Spalte weiter, so dauerte das Hinabrieseln fort, es

vereinigten sich zwei benachbarte Trichter zu einem elliptischen, oder eine grössere Zahl zu einer länglichen Furche; war sie noch weiter, dann sank die ganze emporgestiegene Masse wieder hinab und es blieb nichts zurtück, als je eine Schutthalde (wenn man so sagen darf) zu beiden Seiten der Spalte, und an deren Fuss ein engerer Spalt, durch welchen die letzten Sandkörner hinabgestürzt waren.

Anderseits bildeten sich gar keine Trichter, wenn die Spalte zu eng war. Dann blieb die ganze Masse oben. Oft sind ganz kleine Einsenkungen von 6—10 Ctm. Durchmesser und etwa 2 Ctm. Tiefe vorhanden. Dies sind die Anfänge der Trichterbildung.

### Schloss Kerestinec.

Das Schloss ist ein grosses zweistöckiges Gebäude, bestehend aus vier Tracten, welche einen grossen Hof umschliessen, mit vier starken, runden Thürmen an den Ecken; die Front ist nach  $N10^{\circ}W$  gewendet.

Bei dem linken Tracte ( $W10^{\circ}S$ ) fand im zweiten Stockwerke ein grösserer Einsturz statt. Entlang der Hofseite verläuft ein gegen den Hof offener Gang, dessen Decke an der Hofseite durch kleine Säulen getragen wird. Eine Anzahl von diesen Säulen brach unten ab, und auf dieser Strecke stürzte das Gewölbe des Ganges vollkommen zusammen, die Wand, welche die inneren Räume des Tractes gegen den Gang abschliesst, stürzte theilweise ein, das Dach stürzte ebenfalls und war selbst auf der nach aussen ( $W10^{\circ}S$ ) gewendete Seite des Tractes so stark zerrüttet, dass es abgetragen werden musste.

Die äussere Hauptmauer ( $W10^{\circ}S$ ) dieses Tractes ist hinausgedrückt, und es beträgt die Abtrennung oben in der Mitte 6 Zoll (ungefähr 15 Ctm.). Auch die Aussenwand des linken Tractes ( $O10^{\circ}N$ ) ist in dieser Weise nach entgegengesetzter Richtung, aber nicht so stark, dislocirt.

Die Mitte des Vordertractes ist schwach beschädigt; durchwandert man die Zimmer des ersten und zweiten Stockwerkes, so trifft man gegen die Eckthürme zu immer grössere Beschädigungen, insbesondere gegen die rechte Seite ( $O10^{\circ}N$ ), wo es (in diesem Tracte) viel grössere Zerstörungen gibt, als nach der

anderen Seite. Dort (gegen die  $010^{\circ}$ N-Seite) ist über einer Fensteröffnung des zweiten Stockwerkes die Mauer derart zertrümmert, dass grosse Blöcke des Mauerwerks ins Zimmer hereingeworfen wurden, ähnlich wie wir dies im nahen Eckthurme selbst kennen lernen werden. Im linken Theile des Vordertractes trennte sich eine auf die Front senkrecht stehende Zwischenmauer von den anstossenden Mauern vollständig ab und neigte sich gegen die  $W10^{\circ}$ S-Seite. Ein auf der Mitte des Vordertractes stehender Rauchfang von bedeutender Höhe (und dünner als die übrigen) blieb vollkommen unbeschädigt, während alle anderen Rauchfänge dieses Tractes entweder beschädigt wurden oder ganz herabstürzten. Am linken Tracte fielen nur jene Rauchfänge, welche auf dem eingestürzten Theile des Daches standen. (Alle Rauchfänge sind sehr hoch.)

Am rückwärtigen Tracte stürzten von der gegen den Hof geneigten Seite des Daches mehrere Rauchfänge gegen den Hof, wie aus der Beschädigung des Daches ersichtlich ist. Zwei Rauchfänge wurden längs eines horizontalen Sprunges von links nach rechts (im Sinne der Bewegung des Uhrzeigers) gedreht; der eine befand sich auf dem Vordertracte zwischen der Mitte und dem rechten Eckthurme, der andere auf dem linken Tracte zunächst dem rückwärtigen Thurme.

Im rechten vorderen Eckthurme (NO) sind die ungefähr gegen NW und SO gelegenen Wandpartien sehr stark (im ersten Stockwerke um einige Centimeter) hinausgetrieben. Im zweiten Stockwerke des Thurmes stürzte die ganze von der Oberseite der nordöstlichen Fensteröffnung und zwei nach oben convergirenden Ebenen begrenzte Mauerpartie gegen SW in das Gemach herein. Im rechten rückwärtigen Eckthurme (SO) wurde die gegen O gelegene Wandpartie stark hinausgedrückt.

In dem linken rückwärtigen Eckthurme (SW) stürzten die über der nordwestlichen und der südwestlichen Fensteröffnung des zweiten Stockwerkes befindlichen Mauerpartien ein, wobei das Mauerwerk senkrecht herabfiel, theilweise ins Gemach, theilweise ins Freie. Die eingestürzten Mauerpartien haben hier keine dreiseitige sondern vierseitige Begrenzung, da die seitlichen Ebenen nach oben nur schwach convergiren oder geradezu senkrecht verlaufen. Diese und die früher erwähnten analogen Einstürze

sind offenbar als ein höherer Grad jener häufig vorkommenden Zerstörungen zu betrachten, welche nur aus stärkeren oder schwächeren Sprüngen über den Fensteröffnungen bestehen. Die Einstürze setzen sich nach unten in verticale oder nahezu verticale (die Fensteröffnung verbindende) Sprünge fort, welche unter den obersten Fensteröffnungen noch weit klaffen und nach unten immer schwächer werden.

Neben der oben genannten südwestlichen Fensteröffnung befindet sich in der Mauer dieses Thurmes ein nach oben weit klaffender verticaler Sprung. In der dadurch entstandenen Maueröffnung ist auf der einen Seite eine tibertünchte Fläche zu sehen, und es lässt sich erkennen, dass hier das ehemalige Ende einer Mauer war, an welche später eine neue Mauer ohne innige Verbindung angefügt wurde. Diesem Sprunge ist also keine allzugrosse Bedeutung beizulegen.

Der linke vordere Thurm (NW) erhielt die geringsten Beschädigungen, stärkere der südöstliche, die stärksten der nordöstliche und der südwestliche Thurm.

Das Gebäude ist durchaus sehr solid gebaut, hat dicke Wände und massive Gewölbe, welche vielfach mit Eisen verbunden sind. Besonders die Stärke der Thurmmauern ist eine bedeutende; sie erreicht bei dem südwestlichen Thurme 6 Fuss (nahezu 2 Meter). Die rückwärtigen Thürme haben einen grösseren Durchmesser als die vorderen. Die Bauart der Thürme und Stärke der Mauern haben keinen Einfluss auf den Zerstörungsgrad.

Von Beschädigungen sind noch schiefe Sprünge zu erwähnen, welche an der Innenwand ( $N 10^{\circ} W$ ) des rückwärtigen Tractes an drei übereinander liegenden Fensteröffnungen auftreten und gegen die  $W 10^{\circ} S$ -Seite geneigt sind.

Im rückwärtigen Tracte befindet sich eine Kapelle, welche, etwa 6 Meter von dem südwestlichen Thurme entfernt, thurmartig an der Aussenseite vorspringt. Von dem gegen  $S 10^{\circ} O$  gewendeten Hochaltare wurde ein Kreuz auf mindestens 2 Meter horizontale Entfernung gegen  $N 15-20^{\circ} O$  geschlendert. Das Kreuz lag mit dem oberen Ende gegen den Altar gekehrt; es ist kaum anzunehmen, dass dasselbe zuerst auf den Altartisch gefallen und sich überschlagen habe, es dürfte daher wohl mit

dem oberen Ende steil auf den Boden gefallen sein und sich hier erst überschlagen haben. Ein an der  $S10^{\circ}W$ -Seite hängendes Bild schwang entlang der Wand gegen die  $N10^{\circ}O$ -Seite und blieb in entsprechend schiefer Stellung hängen.

Der Verwalter befand sich zur Zeit des Erdbebens in einem im ersten Stockwerke des Vordertractes gelegenen Zimmer (einem der in der Mitte gelegenen, wenig beschädigten Zimmer) und sah, wie sich ein Büchergestelle von der  $O10^{\circ}N$ -Wand hinwegneigte, und aus den obersten Fächern alle Bücher herausfielen, worauf das Gestelle sich wieder gegen die Wand bewegte und stehen blieb.

Die Wirthschaftsgebäude erlitten geringere Beschädigungen, Einstürze von Ranchfängen etc.

#### **Sveta Nedlja.**

Kann nennenswerthe Beschädigungen (wie Samobor). Über Bewegungsrichtungen stehen mir keine genaueren Angaben zu Gebote.

#### **S a m o b o r.**

Die Pfarrkirche erhielt nur unbedeutende Risse. Der sehr hohe, massive Thurm ist ganz unverletzt. Der sehr hohe und spitzige Giebel der W-Seite der Kirche scheint mit seinem obersten Theile um ein Geringes nach innen gedrückt, indem er sich hier von der an seinen Grenzen wulstartig vorspringenden Dachbekleidung ablöste. (Die Ebene dieser Ablösung ist vertical und parallel der Giebelwand).

An der Franziskanerkirche (Längsaxe WNW—OSO) wurden mir mehrere Sprünge gezeigt, welche durch die Erschütterung vom 9. November entstanden sein sollten, welche aber auf den ersten Blick durch ihr schwarzes Ansehen als alte Sprünge erkennbar waren. Dieselben sollen sich indessen am 9. November erweitert haben; dies gilt besonders von einem starken Sprünge, welcher in der Ecke zwischen der WNW- und der NNO-Wand nahe der Decke das Gewölbe und die anstossenden Wände durchsetzt. Eine der entlang der NNO-Seite sich hinziehenden Gewölbegurten erhielt einen Quersprung durch die Erschütterung vom 9. November.

Im Klostergebäude findet sich ausser alten Rissen auch ein stärkerer neuer Sprung. Von den Klostergängen erhielt fast jeder (Richtungen OSO—WNW und senkrecht darauf) im Erdgeschoss und im ersten Stockwerke einen feinen Sprung, welcher mitten durch sämtliche Kreuzgewölbe in der Richtung des Gauges hindurchgeht, aber wahrscheinlich nur den Anwurf betroffen hat. In manchen Zimmern (im ersten Stockwerke) finden sich auch stärkere Sprünge in den Gewölben und Wänden. Vom Klostergebäude war kein Ranchfang herabgestürzt. Dachziegel hatten sich gelöst, ohne jedoch zu fallen.

Eine auf einem Nachtkästchen stehende Lampe rückte um 20—25 Ctm. gegen eine Ecke des Kästchens, ziemlich genau gegen  $030^{\circ}$  N. Von einem Kasten an einer SSW-Wand fiel ein Gegenstand in der Richtung von der Wand weg herab. Von einem Kasten an einer WNW-Wand wurde ein hölzernes Kreuz  $1\frac{1}{2}$  Meter weit schief gegen SSO herabgeworfen.

In der Bibliothek stürzten von dem Gestelle an der WNW-Wand viele Bücher in auf die Wand senkrechten Richtungen herab; ebenso fielen von dem Gestelle an der entgegengesetzten Wand einige Bücher in der entgegengesetzten Richtung. Da ich die Bücher noch auf dem Boden liegen sah, konnte ich die Richtung constatiren. An den beiden anderen Wänden sind keine Gestelle angebracht. Manche von den Bücherlagen näher, manche weiter, keines aber weiter als einen Schritt von dem Gestelle entfernt, obwohl sie von grosser Höhe herabgefallen waren.

Das Schulgebäude erhielt schwache Sprünge an den Fensteröffnungen. Ein starker Sprung bildete sich an einer Stelle, wo schon früher ein Sprung bestanden hatte, der ausgebessert worden war. Die N- und S-Wand hatten sich innen durch einen verticalen Sprung abgelöst. Eine auf diese beiden Wände senkrecht stehende Zwischenmauer hatte starke schiefe Sprünge, welche nach beiden Richtungen geneigt waren. Bücher und Schriften, welche in einem Stosse an der W-Wand aufgeschlichtet waren, fielen ungefähr gegen SO herab. Von einem Kasten an der N-Wand fielen Bücher ungefähr gegen S. Von einer S-Wand stürzte ein Bild ungefähr nach NO herab.

In einem anderen Gebäude hing an einer W-Wand ein kleines Drahtgeflecht, mit einem Bande an einem Nagel befestigt,

so dass es, ausgenommen gegen die Wand, in allen Richtungen sehr leicht beweglich war. Mit dem Drahtgeflecht waren gekrümmte Haken verbunden, an welchen Schlüssel aufgehängt wurden. Einer von diesen Schlüsseln wurde durch die Erschütterung wenigstens zwei Schritte weit in nordöstlicher Richtung herabgeschleudert. Der Schlüssel musste erst ein gutes Stück (einige Centimeter) in die Höhe gehoben werden, bevor er fallen konnte.

An den vielen gemauerten Häusern des stattlichen Ortes sind auffallend wenige und nur geringfügige Beschädigungen vorhanden. Kein einziger Rauchfang stürzte, nur von einem fiel der obere Theil herab. Einige Rauchfänge wurden durch Sprünge beschädigt.

Das Getöse und die Bewegungen kamen nach der Behauptung des Bürgermeisters von NO her.

Auch in der Nähe des Ortes finden sich nirgends stärkere Beschädigungen. Die grosse Kapelle auf dem Berge soll gar nicht beschädigt sein.

#### Karlstadt.

In der Franziskanerkirche, deren Längsaxe die Richtung  $N35-40^{\circ}W-S35-40^{\circ}O$  hat (Hochaltar gegen  $S35-40^{\circ}O$ ), schwang ein Luster senkrecht auf die Längsaxe, also ungefähr in der Richtung SW—NO. Es wurde hier kein freistehender Gegenstand verrückt oder hinabgeworfen. Der Trionpbogen (an der Grenze zwischen Sanctuarium und dem eigentlichen Langhause) erhielt quer durch die Mitte einen schwachen Sprung. An dem Thurme zeigt sich auf der gegen  $S35-40^{\circ}O$  gelegenen Seite ein langer, verticaler, ganz schwacher Sprung im Anwurf und auf der entgegengesetzten Seite ein ehensoleher kurzer Sprung. In den Klostergängen finden sich nur unbedeutende Sprünge. (Im Übrigen verweise ich auf die veröffentlichten Berichte, S. 157).

#### Rakovac bei Karlstadt.

Es ist kein Rauchfang gefallen; einzelne wurden beschädigt.

Im physikalischen Cabinet der Realschule wurde aus einem mit Wasser gefüllten Schaffe ein Theil des Inhaltes genau nach NO und nach SW verschüttet. (Vergl. S. 158.)

### Velika-Gorica (Gross-Gorica).

Die Längsaxe der Kirche hat die Richtung  $W 15^{\circ} N - O 15^{\circ} S$  (Hochaltar gegen  $O 15^{\circ} S$ ). Ein auf dem Tabernakel des Hochaltars stehender Leuchter fiel gegen  $N 25^{\circ} W$  herab. Ein in der Mitte des Tabernakels stehendes Reliquarium drehte sich auf seinem Platze von links nach rechts (im Sinne der Bewegung des Uhrzeigers). — Die Stange, an welcher das Thurmkreuz befestigt ist, ist hohl; in dieser Höhlung befand sich eine dünne Eisenstange, welche nach oben in einem ebenen Blechstück endete, das eine Madonna darstellte, über das Kreuz einporragte und sich nach dem Winde drehen konnte. Diese Eisenstange, welche auf eine Strecke von 47 Ctm. in der Helmstange steckte und wenigstens zwei Kilogramm im Gewicht hatte, wurde durch das Erdbeben vom Thurme herabgeschleudert. Die Richtung des Falles konnte ich nicht in Erfahrung bringen. Das Kreuz, welches schon früher in einer zum Thurme diagonalen Richtung stand, neigte (verbog) sich mit seinem oberen Theile gegen die Ecke zwischen der  $W 15^{\circ} N$ - und der  $S 15^{\circ} W$ -Seite, d. i. ungefähr gegen  $W 30^{\circ} S$ .

Die Kirche erhielt nur ganz geringfügige Beschädigungen.

In der ebenerdigen Apotheke stürzten in Folge der Erschütterung viele Gegenstände herab; auch darüber konnte ich nichts Genaueres in Erfahrung bringen. Nur so viel wurde mir mitgetheilt, dass von der gegen  $S 35^{\circ} W$  gelegenen Seite „alle“ Gläser herabfielen.

In einem anderen Gebäude schwang eine Hängelampe senkrecht zu der gegen  $N 30 - 35^{\circ} O$  liegenden Seite des Zimmers.

Der durch das Erdbeben verursachte Schaden in dem eine grosse Zahl von gemauerten (allerdings meist niedrigen) Häusern enthaltenden Orte ist ein geringer. Es entstanden nur schwache Sprünge.

### Sissek.

Die Längsaxe der Kirche hat die Richtung  $W - O$  (Hochaltar gegen  $O$ ). Die Mauern zeigen aussen mehrere Sprünge, ins-



besondere an der westlichen Giebelwand drei bedeutende, einen verticalen in der Mitte und zwei zu beiden Seiten, die gegen die Mitte geneigt sind. Dieselben sind sogleich als alte Sprünge kenntlich und waren auch nach der Mittheilung des Kirchendieners schon vor dem 9. November vorhanden; sie rühren wohl von einer früheren Erderschütterung her. — Der an die N-Wand der Kirche an deren westlichem Ende austossende Thurm löste sich in Folge des Erdbebens vom 9. November von der Kirche ab; der betreffende verticale Sprung war nicht stark klaffend, aber deutlich erkennbar; zur Zeit meiner Anwesenheit in Sissek war diese Beschädigung bereits ausgebessert. Der „Triumphbogen“ erhielt in der Mitte einen quer verlaufenden Sprung. Ansserdem sind nur noch ganz unbedeutende Risse im Anwurfe im Innern der Kirche zu bemerken.

In der Kirche sind keine freistehenden Gegenstände, wie Leuchter etc., gefallen. Die Hängelampe vor dem Hochaltare und zwei Luster, deren Aufhängepunkte in der Mittellinie des Deckengewölbes des Langhauses liegen, schwangen nach der sehr bestimmten Aussage des Kirchendieners senkrecht zur Längsaxe der Kirche (also in der Richtung N—S) hin und her. Die ganze Kirche soll in der Richtung N—S geschwungen haben, welche Bewegung, wie der Kirchendiener meint, von S kam. Anderseits erzählt dieser Mann, er sei zur Zeit des Erdbebens in einer an der N-Seite des Sanetuariums stehenden Bank (mit dem Gesichte gegen S) gesessen und habe bei Beginn der Erschütterung geglaubt, es berühre ihn jemand von rückwärts<sup>1</sup>.

In einem Privathause wurde beobachtet, wie sich an einer genau gegen N gelegenen Wand zwei daselbst hängende Bilder von der Wand weg und wieder zurück bewegten. Eine Frau schildert anschaulich, wie sich diese ganze Wand gegen sie herneigte.

In der Wohnung des Bürgermeisters fielen aus einem an einer N-Wand stehenden Kasten einige Gegenstände nach S heraus. Von einem Ofen fiel eine Flasche ungefähr nach SO. Eine Hängelampe schwang in der Richtung SO—NW. Auf einem

<sup>1</sup> Dieser scheinbare Widerspruch spricht nach meiner Ansicht gerade für die Verlässlichkeit der Angaben dieses Beobachters.

an einer S-Wand stehenden Kasten drehten sich zwei kleine Porzellan-Figuren fast um 45° gegen einander, also die eine von rechts nach links, die andere umgekehrt.

Nirgends finden sich hier grössere Beschädigungen; nur hier und da schwache Sprünge. Am stärksten hat noch die Kirche gelitten. Es ist kein einziger Rauchfang herabgefallen; sehr selten ist ein solcher schwach beschädigt.

Die Erschütterung war hier „kein Stoss“, sondern „nur eine Bewegung“.