

## 8. Beobachtungen in Upsala bei dem Erdbeben am 23. oktober 1904.

Von

**Per Stolpe.**

---

Dieses Erdbeben, ohne Zweifel eines der kräftigsten und ausgedehntesten, die in Skandinavien in historischer Zeit wahrgenommen sind, machte sich bekanntlich auch in Upsala merkbar. Obgleich dieser Ort ziemlich weit von dem Epicentrum, das an der Westküste Schwedens gelegen zu sein scheint, entfernt ist, und obgleich Beobachtungen innerhalb des Gebietes von Upsala aus diesem Grunde nur wenig zur Lösung der Frage von der Art und dem Ursprung des Erdbebens beitragen können, dürfte jedoch ein Bericht über die Observationen, die bei jener Gelegenheit hier gemacht worden, von einem gewissen Interesse sein können. Wenn auch diese an und für sich als weniger wertvoll anzusehen sind, dürften sie dennoch von Bedeutung sein als Vergleichungsmaterial bei anderen Erdbeben innerhalb unseres Landes. Es liegt ja auf der Hand, dass Beobachtungen dieser Art, die gewöhnlich von Personen mit verschiedener Beobachtungsgabe und ungleichen Bildungsstufen gemacht worden sind, mit der grössten Vorsicht angewendet werden müssen, um falsche Schlüsse nicht zu veranlassen. Je reichlicher das Material ist, um so grösser muss die Wahrscheinlichkeit sein, Fehlerquellen vermeiden zu können und das für die richtige Auffassung dieser Erscheinungen Beleuchtende herauszufinden. Upsala dürfte sich ausserdem für eine Monographie wie die vorliegende besonders eignen, teils infolge der variierenden Beschaffenheit des Bodens, der sowohl aus festem Gestein als aus Schotter und Tonschichten von verschiedenen Mächtigkeiten besteht, teils deshalb weil man in einer Universitätsstadt Angaben von einer Menge Personen auf etwa derselben Bildungsstufe erhalten kann. Da die Erfahrung auch zeigt, dass die meisten Mitteilungen von Personen kommen, die sich bei der betreffenden Gelegenheit zu Hause aufgehalten haben, ist es von Gewicht, dass man so viele Beobachtungen wie möglich betreffend die Wirkung einsammelt, die das Erdbeben auf die Gegenstände gehabt hat, welche sich in gewöhnlichen Wohnzimmern befinden.

Unmittelbar nach dem Erdbeben liessen die Herren Professor A. G. HÖGBOM und Doktor J. GUNNAR ANDERSSON in den hiesigen Zeitungen einen öffentlichen Aufruf mit der Bitte erscheinen, man möge ihnen Mitteilungen von Beobachtungen senden. In dieser Weise hat man ungefähr 50 Mitteilungen erhalten, welche diese Herren liebenswürdig zu meiner Verfügung gestellt haben. Ausser ihnen bin ich auch dem Oberlehrer K. NORDLUND grossen Dank schuldig, der Angaben von den älteren Schülern des hiesigen Gymnasiums eingesammelt hat. Dabei habe ich privatim einige Observationen zusammengebracht, so dass die ganze Anzahl der Mittheiler 118 beträgt. Unter diesen beziehen sich freilich einige auf denselben Platz, z. B. die Kirchen der Stadt, aber dieser Umstand hat dennoch ein gewisses Interesse, weil man, wie aus dem folgenden hervorgeht, daraus sehen kann, verschiedene Personen unter ähnlichen Bedingungen dasselbe Phänomen verschieden auffassen. Die Anzahl der Plätze, von welchen positive Angaben erhalten worden, ist 82, während von 31 Orten negative Mitteilungen eingesandt worden sind. Auf der Karte sind alle Plätze, von welchen Angaben geliefert sind, mit Nummern versehen. Zur Erleichterung des Orientierens will ich erwähnen, dass

N:o	1— 19	in der Stadtteil	Luthagen	belegen sind,
»	20— 60	»	»	Fjärdingen »
»	65— 99	»	»	Svartbäcken »
»	100—113	»	»	Kungsängen »

Nach der Angabe des bei dem Observatorium aufgestellten Seismographs hat das Erdbeben (der erste Anfang desselben) um 11 Uhr 29<sup>m</sup> 3<sup>s</sup> vormittags stattgefunden. Dieselbe Zeit fand ich bei unmittelbarer Observation auf meiner Taschenuhr und bei Vergleich mit der Normaluhr des astronomischen Observatoriums. Ein Teil von den eingesandten Mitteilungen gibt freilich mehrere andere Zeitpunkte an, man dürfte aber keinen Grund haben, dieses in Betracht zu ziehen, weil sie weder den Zeitpunkt näher präzisieren noch sagen, ob ihre Uhren die richtige Zeit angaben. Infolge der geringen Ausdehnung der Stadt und der grossen Verbreitungsschleunigkeit der Bewegung lässt sich nicht konstatieren, welcher Teil der Stadt zuerst von dem Beben getroffen wurde.

Die meisten Beobachter haben in der einen und der anderen Weise die von dem Erdbeben verursachte Bewegung als undulatorisch angegeben, was ja auch ganz natürlich ist bei der grossen Entfernung von dem Epicentrum, wodurch der Emissionswinkel äusserst klein geworden und die horizontalen Komponenten weit grösser als die vertikalen geworden sind. Einige Mittheiler haben freilich das Wort »Erdstoss« angewendet, dies dürfte aber von Litteraturreminiscenzen und von »der Macht der Sprache über den Gedanken« herrühren. Ein Mittheiler spricht also von »einem Stoss, der ungefähr 15 Sekunden dauerte«, und meint dann natürlich das Schaukeln oder das Schütteln. Diese wellenförmige Bewegung wird auf verschiedene Weisen geschildert, ist aber ziemlich vielen vorgekommen, dem

Rollen der See zu ähneln. »Die Bewegung war hinüberleitend und erinnerte am meisten an das Rollen der See«; »das ganze Gebäude fing zu schaukeln an wie bei einem gelinderen Rollen der See,» u. s. w.



Fig. 1. Situationsskizze über die Stadt Upsala. Die positiven Angaben sind durch Punkte, die negativen durch Kreuze, und die Bewegungsrichtungen durch Pfeile bezeichnet.

Die Mehrzahl der Mitteilcr spricht allerdings nichts von verschiedenen Graden der Stärke dieser wellenförmigen Bewegung; 9 Personen aus verschiedenen Stadtteilen haben indessen wahrgenommen, dass die Bewegung anfangs ziemlich kräftig war, nachher aber ein wenig abnahm, um dann zu einem Maximum zu wachsen, das nach den Angaben von 7 Mitteilern noch stärker war als das erste. Ein Mitteilcr (21) bemerkte zuerst »einen

sehr schwachen Erdstoss. Nach ein paar Sekunden empfand er einen starken Stoss, der eine Hängelampe in Schwingungen versetzte» u. s. w. Von (79) wird angegeben, dass man dort »zuerst einen Stoss bemerkte, der ungefähr 15 Sekunden dauerte. Gleich nachher bemerkte man noch einen Stoss, der ungefähr ebenso lang dauerte, aber stärker war«. Von zwei Mitteilern, die sich in demselben Zimmer (59) befanden, sagt der eine, der auf einem Stuhl sass, »dass das Schütteln ganz kräftig anfang, nachher abnahm und dann zu einem Maximum stieg, um allmählich zu verschwinden«. Der andere, der auf einem Sofa sass, fasste allerdings die Bewegung als eine gleichförmige auf, dies kann aber vielleicht darauf beruhen, dass das variierende Schaukeln durch die Springfedern und das Polster des Sofas ausgeglichen wurde. Bei No. 89 empfand man zuerst ein Schütteln des ganzen Hauses ganz auf dieselbe Weise, als wenn einer auf der Strasse mit einem grossen Steinfuder vorbeifährt. Dann trat eine kurze Pause ein, worauf man ein längeres, kräftigeres Rütteln der Fenster, Thüren und Kachelöfen vermerkte«. Noch drei andere Mitteilungen erwähnen ebenfalls zwei Maxima, das letztere kräftiger, und ausserdem sprechen zwei Personen von verschiedenen wellenförmigen Bewegungen, ohne ihre relative Stärke anzugeben. Ein Mitteiler bemerkte zuerst »eine schwache undulierende Bewegung, von einem schwächeren Stoss begleitet« und ein anderer empfand »zuerst ein langsames Schaukeln und gleich nachher eine stärkere Bewegung«.

Es zeigt sich also, dass die Mehrzahl der Beobachter nur eine gleichmässige Bewegung erwähnt, dass zwei Personen eine Zunahme der Stärke am Ende der Bewegung bemerkt haben und dass neun Mitteiler zwei Maxima angeben, wobei sieben von diesen das letzte als das stärkste auffassten. Diese bei dem ersten Anblick verschiedenen Angaben dürften jedoch nicht notwendig mit einander in Widerspruch stehen, sondern lassen sich ziemlich gut vereinen. Was erstens den Umstand betrifft, dass eine Menge Angaben nur *eine* Bewegung erwähnt, kann dieser in einigen Fällen ganz einfach darauf beruhen, dass die Beobachter eine an der Stärke variierende Bewegung zwar aufgefasst, dies aber anzugeben unterlassen haben. In anderen Fällen lässt sich wohl denken, dass die Observationsgabe der Mitteiler zum Unterscheiden der beiden Bewegungen unzulänglich gewesen ist, was gewiss manchmal dem abschwächenden Einfluss gepolsterter Möbel u. dgl. zuzuschreiben ist. Eine Übergangsform bilden die beiden Mitteiler, die eine Zunahme der Stärke gegen das Ende des Erdbebens beobachtet haben, und die beiden, die zwei Maxima, nicht aber die grössere Stärke des letzteren empfunden haben. Die Observationsgabe der ersteren ist also nicht hinreichend gewesen, und die beiden letzteren haben keinen Unterschied in der Stärke der Bewegungen bemerkt. Zuletzt kommen die sieben mit einander übereinstimmenden Angaben, die eine kräftige Bewegung im Anfang, darauf relative Stille und dann ein neues Schütteln, kräftiger als das erste, erwähnen. Es ist wohl wahrscheinlich, dass diese Angaben am nächsten dem wirklichen Verlauf des Erdbebens entsprechen.

Eine Bestätigung davon erhält man von einem Beobachter (46), der jedoch selbst kein Schaukeln empfunden hat, geschweige denn auf den Gedanken an ein Erdbeben zu kommen. Ungefähr um 11,30 Uhr sprang plötzlich die eine unverschlossene Thür des Zimmers auf, in welchem er sich befand, und 8—10 Sekunden nachher die andere, ebenfalls unverschlossene Thür desselben Zimmers. Die wahrscheinliche Erklärung davon dürfte wohl darin zu finden sein, dass der erste, schwache Stoss nur die eine Thür zu öffnen vermochte, dass aber die letzte starke Bewegung auch die andere Thür öffnete.

Die Dauer des Erdbebens haben 16 Mittheiler in Minuten und Sekunden zu berechnen versucht, und ausserdem haben einige Andere unsichere Ausdrücke angewendet, wie »einige Augenblicke«, »ganz kurz« u. s. w. Aus den Angaben von den beiden Maxima, die schon mitgeteilt worden sind, geht hervor, dass die Erscheinung bei No. 59 1,5—2 Minuten zu dauern schien. Dazu kommen nun 15 andere Angaben von der Dauer. Die Angabe von der kürzesten Zeit rührt von einem Beobachter in dem Dom [49] her, der die Bewegung als ein ebenes angenehmes Wiegen oder Umwerfen auf die eine Seite (das Chorende der Kirche) und dann wieder ein Zurückwiegen (gegen das Turmende) binnen einer Zeit von etwa 1 bis 2 Sekunden empfand. Von No. 77 wird angegeben, dass »das Schütteln ungefähr zwei Sekunden dauerte, eher kürzer als länger, wie es mir jetzt bei späterer Erinnerung im Gedächtnis von meiner Empfindung und bei Observation auf dem Sekundenzeiger vorkommt«. Diese beiden Mittheiler dürften deshalb wahrscheinlich nur die stärkste Bewegung bemerkt haben. Ein Beobachter (38) gibt an, dass »die direkt wahrnehmbaren schaukelnden Bewegungen des Fussbodens nur wenige Sekunden dauerten« und von No 85 wird die wiegende Bewegung ebenfalls zu einigen Sekunden berechnet. No. 92 fand, dass »das ganze Phänomen ungefähr 8 bis 10 Sekunden dauerte«, und nach No. 96 »wurde das Phänomen gewiss nicht länger als 10 Sekunden wahrgenommen«. Nach der Auffassung von No. 43 hatte die Bewegung eine Dauer von 6 bis 10 Sekunden. Selbst befand ich mich bei No. 53 und empfand dort eine wellenförmige Bewegung ebenfalls während 8 bis 10 Sekunden, wie ich durch augenblickliche Observation auf meiner Taschenuhr fand. Von No. 23 wird »die Dauer zu ungefähr 15 Sekunden« angegeben, und bei No. 91 fand man, dass das Erdbeben »nur einige Sekunden, nicht ganz eine Minute dauerte«. Bei No. 57 berechnete man die Bewegung zu etwa 25 Sekunden. In dem Bahnhofsgebäude (No. 105) wurde »eine deutliche wiegende Bewegung, die circa  $\frac{1}{2}$  Minute dauerte«, beobachtet, bei No. 41 »ein Schaukeln in wenigstens  $\frac{1}{2}$  Minute«, von No. 22 wird »eine Dauer von  $\frac{1}{2}$  bis 1 Minute« angegeben, und von No. 83 »ungefähr 1 Minute«.

Es zeigt sich also, dass die Dauer des Erdbebens am mindesten zu »1 bis 2 Sekunden« und am höchsten zu »1,5 bis 2 Minuten berechnet worden ist. Man kann freilich finden, dass der Unterschied zwischen 1 und 120 Sekunden allzu gross ist, als dass die Angaben zuverlässig und

mit einander vereinbar sein können, aber es dürfte dennoch nicht unmöglich sein, ihn zu erklären. Erstens ist es ja deutlich, weil das Erdbeben von variierender Stärke war, dass einige von diesen Zeitmitteilern gewiss nur das stärkste Schütteln bemerkt haben und deshalb die Zeit allzu kurz berechnet. Was weiter den einzigen Mitteiler betrifft, der gefunden hat, dass das Erdbeben mehr als eine Minute dauerte, ist zu bemerken, dass er im Anfang ein kräftiges Schütteln deutlich empfand, darauf eine ruhige Zwischenperiode und dann wieder ein Schütteln, noch kräftiger als das erste. Gewiss hat diese Variation in wesentlichem Grade dazu beigetragen, dass seine Angabe so hoch geworden ist, weil man ja gern inhaltreiche Zeit hinsichtlich ihrer Länge überschätzt und umgekehrt. Wenn man das Mittel von allen eingesandten Angaben, welche die Dauer in einer gewissen Anzahl von Minuten und Sekunden berechnet, so erhält man 26 Sekunden, und wenn man die extremsten Angaben, d. h. diejenigen, die weniger als 8 und grösser als 30 Sekunden sind, ausschliesst, wird das Resultat 17 Sekunden. Zum Vergleich mag erwähnt werden, dass in Partilled in der Nähe von Gothenburg die Dauer von 15 Sekunden angegeben worden ist, eine Ziffer, die exakt sein soll nach einer Angabe in Geol. Fören:s Förhandl. 1904, Seite 461. Indessen ist es wahrscheinlich, dass in vielen Fällen die Berechnungen der Dauer sehr fehlerhaft sind und dass besonders die sehr hohen Werte weniger zuverlässig sind. Personen, die keine Gewohnheit an kurzen Zeitbestimmungen haben, machen sich gewöhnlich einer oft vielfachen Überschätzung schuldig; 10 bis 20 Sekunden können sehr leicht von ihnen zu einer Minute taxiert werden.

Die Bewegungsrichtung des Erdbebens dürfte am besten aus der Karte hervorgehen, auf welcher sie auf 22 verschiedenen Punkten angegeben ist. Diese Angaben sind diejenige, die man als relativ sicher ansehen kann; einige weniger zuverlässige sind ausgeschlossen worden, z. B. diejenigen, welche die Richtung nach Schaukelstühlen und anderen derartigen Gegenständen, die sich nur in einer bestimmten Richtung bewegen können, angeben. Ein Blick auf die Karte zeigt, dass hauptsächlich zwei Richtungen repräsentiert sind, nämlich SW—NO und eine gegen diese winkelrechte, d. h. NW—SO. Von dieser Regel gibt es nur drei Ausnahmen, nämlich No. 2: W—O sowie No. 65 und No. 83, wo der Stoss, nach der Angabe, von N nach S gegangen sein soll. Ich muss indessen hervorheben, dass einige Mitteiler freilich die Richtung als NO—SW oder SO—NW angegeben haben, da es aber äusserst schwer ist zu entscheiden, von welcher Seite eine solche wellenförmige Bewegung kommt, habe ich die 4 verschiedenen Richtungen zu den zwei obenerwähnten zusammengebraucht, weil sie wahrscheinlicher sind als die entgegengesetzten. Wir haben also mit zwei gegen einander winkelrechten Richtungen zu rechnen, und ein Blick auf die Karte dürfte zeigen, dass diese mit zwei anderen Hauptrichtungen zusammenfallen, nämlich mit denjenigen der Strassen und damit auch denen der Häuser, eine allzu deutliche Übereinstimmung, um nur zufällig zu sein. Es ist ja wohl nicht gern möglich, dass das Erdbeben

innerhalb des Gebietes von Upsala wirklich zwei gegen einander winkelige Richtungen gehabt hat, sondern man wird deshalb gezwungen anzunehmen, dass die Observationen ein wenig fehlerhaft sind. Diese Fehler können von zwei Gründen herrühren. Entweder ist das Gebäude, in welchem die Observation gemacht wurde, aus irgend einem Grunde in eine schaukelnde Bewegung mit einer anderen Richtung versetzt worden, als diejenige, in welcher die wellenförmige Bewegung des Bodens verlaufte, oder auch hat der Beobachter die Bewegungsrichtung falsch beurteilt. Dass die erstgenannte Alternative sich wirklich geltend machen kann, wird durch die NW—SO-liche Beobachtung bei No. 36, im Vergleich mit der SW—NO-lichen bei No. 21, 22 und 25, angedeutet. Die ersterwähnte Observation scheint nämlich ganz richtig zu sein, und ebenso diejenige, die von No. 25, an derselben Strasse und nicht einmal 100 m. NNW davon belegen, angegeben wird. Diese beiden Angaben gründen sich auf die Bewegung der Hängelampen, des Petroleums in stehenden Lampen und auf mehrere andere übereinstimmende Erscheinungen. Da die Entfernung zwischen diesen beiden Orten so unbedeutend ist, lassen sich verschiedene Bewegungsrichtungen kaum denken, sondern man muss deshalb den Schluss ziehen, dass das Haus in eine schaukelnde Bewegung mit einer anderen Richtung als die der wellenförmigen Bewegung des Bodens versetzt worden ist. Über den Grund dazu wage ich keine Erklärung zu versuchen. — In den meisten Fällen ist es wohl wahrscheinlicher, dass die Beobachtung fehlerhaft gewesen ist, was gewiss darauf beruht, dass der Beobachter an zwei Richtungen hauptsächlich gedacht hat, nämlich die Längenrichtung und die Querrichtung des Gebäudes, und daher ziemlich unfreiwillig die wellenförmige Bewegung des Erdbebens parallel mit einer von diesen beiden zusammengestellt. Von den 23 Mitteilern haben also 21 gefunden, dass das Erdbeben entweder mit der Längenrichtung oder Querrichtung des Gebäudes zusammenfiel, und nur zwei haben eine diagonale Bewegung angegeben. Wie die wellenförmige Bewegung des Erdbebens mehrere Mitteiler an das Rollen der See erinnerte, scheinen sie also die Richtung dieser Bewegung analogisch mit derjenigen eines Schiffes aufgefasst zu haben, das ja entweder »rollt« oder »stampft«, tertium non datur.

Bei einem näheren Studium der Karte sieht man, dass die Angaben von der Bewegungsrichtung sich in zwei Gruppen durch eine von dem Universitätsgebäude gegen NO gezogene Linie verteilen, nämlich eine nordwestliche, wo die Richtung SW—NO angegeben wird, und eine südöstliche mit der Richtung NW—SO. In jeder von diesen beiden Gruppen gibt es nur drei Ausnahmen. Auch diese Übereinstimmung scheint allzu durchgreifend zu sein, um nur zufällig zu sein. Das wahrscheinlichste ist wohl, dass die Bewegung hauptsächlich von W nach O gegangen ist, und zwar mit einem Ziehen nach N in den nordwestlichen und nach S in den südöstlichen Stadtteilen. Diese Abweichung hat hervorgebracht, dass die Mitteiler die Bewegung als nach NO bzw. nach SO gerichtet aufgefasst haben. Wenn also die von der Strassenrichtung beeinflusste Auffassung

der Beobachter wahrscheinlich am meisten dazu beigetragen hat, dass die Bewegung auf die Weise, die ich oben erwähnt habe, angegeben worden ist, dürfte es jedoch nicht unmöglich sein, dass ein Gebäude sich leichter in eine schaukelnde Bewegung, die parallel mit einer von seinen Seiten ist, versetzen lässt, als in eine, die von der einen Ecke zu der diagonal entgegengesetzten geht. Es wäre daher sehr wünschenswert, dass bei künftigen Erdbeben die Mittheiler nicht nur die Richtung, welche sie meinen, dass das Beben gehabt hat, sondern auch die Lage des Gebäudes, in welchem die Observation gemacht worden ist, angeben möchten.

Mehrere Mittheiler haben auch, wie sie angeben, in Zusammenhang mit dem Erdbeben, Laute von der einen und der anderen Art wahrgenommen. Die meisten von diesen Lauten dürften jedoch von dem Erdbeben indirekt hervorgerufen sein, z. B. Knacken in den Wänden, Gekirre von Glasprismen in Kronleuchtern u. s. w. Die Personen, die einen sonderbaren Laut erwähnen, der sich direkt abhängig von dem Schütteln des Bodens denken lässt, sind im Verhältnis zu der grossen Anzahl der Mittheiler sehr wenige, nur 10, weshalb also nur etwa 12,2 % von den Personen, die positive Angaben eingesandt haben, einen das Erdbeben begleitenden Lärm bemerkt. Da die Auffassung von der Beschaffenheit dieses Lautes sehr variierend ist, theile ich hier alle Beobachtungen mit. Eine Person (No. 77) »hörte ein Geräusch, als ob man in der Strasse mit einem Wagen vorbeigefahren wäre«, und No. 7 hörte ebenfalls »ein Geräusch wie von einem vorbeifahrenden schwereren Wagen oder dgl.« Bei No. 102 hörte man »gleichzeitig mit dem Erdbeben ein Geräusch«, und noch drei Mittheiler, No. 5, 9 und 110 erwähnen einen unbestimmteren Lärm. Die Lautwahrnehmungen der 6 sonstigen Mittheiler sind mehr abwechselnd. Eine Person, die eine Beobachtung aus zweiter Hand anführt, gibt an, dass der betreffende Beobachter, der sich bei No. 58 befand, »mit Bestimmtheit behauptet, dass ein Laut, dem Schleppen eines schweren Möbels ähnlich, dem Erdbeben voranging. Die Zeit zwischen dem Geräusch und der wellenförmigen Bewegung war so lang, dass die betreffende Person die beiden Erscheinungen unterschied (wahrscheinlich etwa 2 Sekunden)«. Ein Beobachter (No. 83) »hörte ein ziemlich starkes, dumpfes Geräusch, das ich erst davon herzurühren glaubte, dass irgend ein schwerer Gegenstand, z. B. eine Kommode in dem oberhalb belegenen Zimmer bewegt wurde, was indessen, wie ich nachher hörte, nicht der Fall war«. Eigentümlich genug haben auch andere Personen die Auffassung gehabt, das der Laut von oben kam. Von den Personen, die dem Gottesdienste in der Johanniskirche beiwohnten, haben nämlich nach Angabe mehrere, sowohl unten in der Kirche als auf den Emporen, »einen dumpfen Laut gehört, als ob irgend einer oben gelaufen wäre«. Ich muss jedoch hervorheben, dass die betreffende Kirche mit einem oberen Stockwerk versehen ist, das die Wohnung des Kirchendiensers bildet. Ein Mittheiler (No. 89) erwähnt zuerst ein Schütteln des Hauses und setzt dann fort: »Der Laut während der ganzen Zeit kam mir vor,

als ob ein sehr starker Wind plötzlich gegen die Fenster und in das Zimmer hinein hervorgestürzt wäre». Ein Beobachter (No. 30) hörte zuerst »einen summenden Laut« und gleich nachher »einen sehr starken Krach, einem Kanonenschuss ähnlich, aber vielleicht ein wenig dumpfer«, und fügt hinzu: Ich fühlte mich einige Minuten müde und zitternd, dies konnte aber wahrscheinlich von Bestürzung herrühren». Wäre der Krach wirklich so stark gewesen, sollten ja auch andere Personen ihn gehört haben; da dies aber nicht der Fall ist, dürfte man am sichersten gar keine Schlüsse aus dieser isolierten Mitteilung ziehen. Von den 9 sonstigen, zuverlässigeren Beobachtern haben 5 nicht bestimmt angegeben, ob das Geräusch mit dem Erdbeben gleichzeitig war oder nicht, 3 vernahmen das Schütteln und den Lärm zu gleicher Zeit, und einer behauptet, wie eben erwähnt worden ist, »dass ein Laut dem Erdbeben voranging« u. s. w. Wenn die beiden Mitteleiler, die angeben, dass der Laut sich von oben hören liess, wirklich richtig gehört haben, ist es ja deutlich, dass der Lärm von Gegenständen muss hervorgebracht worden sein, die durch das Erdbeben oder auf eine andere Weise in Bewegung versetzt wurden, und also sollten nur 7 Mitteilungen von Geräusch übrig bleiben, das möglich von Erschütterungen des Bodens herrühren konnten. Da ich indessen beim Studium älterer Angaben von Erdbeben in unserem Lande zu finden geglaubt habe, dass wenn eine derartige Erscheinung an einem Orte von Geräusch begleitet worden ist, die meisten Mitteleiler dies auch gehört haben, und nicht, wie hier der Fall ist, nur 8,6 % von der Anzahl der positiven Mitteleiler, so muss ich für das wahrscheinlichste halten, dass auch diese Laute von anderen Umständen herrühren, z. B. von hinter den Tapeten hinabfallendem Mörtel, von vorbeifahrenden Wagen u. s. w., nicht aber direkt von Verschiebungen oder Bewegungen in dem Boden.

Es ist ja natürlich, dass eine so ungewöhnliche und überraschende Erscheinung auf die meisten einen sonderbaren Eindruck machen muss, und wenn die Bewegung so kräftig wie in diesem Falle ist, wird der Eindruck leicht von unangenehmer Art, und dies um so mehr, als sie sehr dem Rollen der See gleich, wie schon erwähnt worden ist. So empfand ein Mitteleiler »ein starkes Gefühl des Schwindels«, ein anderer »war ziemlich schwindlig im Kopfe und hatte eine Empfindung, dass alles wie in eine schaukelnde Bewegung um mich umher versetzt war«, und auf einen dritten machte das Schütteln einen unangenehmen, sogar ein wenig beängstigenden Eindruck, obgleich ich dann keinen Gedanken daran hatte, dass es ein Erdbeben sein könne.» Eine Person, die bei der Gelegenheit mit einem Bekannten in Stockholm telephonierte», wurde von Schwindel wie in einem Fahrstuhle gefasst, und musste das Gespräch abbrechen, besonders da der »Interlocuteur« an dem anderen Ende der Leitung in demselben Augenblicke ausrief: »Ich habe eine so eigentümliche Empfindung, ganz als ob es ein Erdbeben wäre«. Dieses zeigt ja auch, dass das Erdbeben gleichzeitig oder mit einer Zwischenzeit von nur wenigen Sekunden in Upsala und Stockholm stattfand. Ein Beobachter bekam »die Emp-

findung dass sein Kopf eingenommen war, und er war nahe daran in Ohnmacht zu fallen». Nur ein Beobachter (der in dem Dom) fasste die Bewegung als »angenehm« auf.

Betreffend die Stärke der Bewegung variieren die Angaben sehr viel, und die Mitteleiler vergleichen dabei die von dem Erdbeben hervorbrachte Bewegung mit allerlei Erscheinungen, wie »vorbeigehenden Güterzügen«, »Umwerfen von Kassenschränken«, »Kanonenfahren«, u. s. w. Natürlich ist es höchst schwierig, derartige Angaben mit einander zu vergleichen; weit objektiver sind die Ausschläge, die leichtbewegliche Gegenstände, wie sie in den meisten Wohnzimmern vorkommen, geben. Dass diese übrigens in vielen Fällen empfindlicher als der Gleichgewichtssinn des Menschen sind, geht aus mehreren Mitteilungen hervor, z. B. aus der folgenden: »Zu der Zeit des Erdbebens lag ich infolge eines Übelbefindens zu Bett, war aber völlig wach und observationsfähig. Zuerst bemerkte ich ein Knacken in dem Fenster, nachher dass das Zeug eines Schirmes vor dem Bette wehte, endlich dass das Bett schaukelte wie bei dem Rollen der See«. Diese Mitteilung zeigt also, dass auch eine Person mit der gespannten Aufmerksamkeit, die notwendig ist, um diese unbedeutlichen Erscheinungen bewusst zu hören und zu sehen, erst nach diesen das Schütteln als solches bemerkt hat. Leider sind es äusserst wenige Mitteleiler, die bestimmt angeben, in welcher Ordnung sich die verschiedenen Empfindungen geltend gemacht haben; gewöhnlich sind die Angaben ungefähr auf die folgende Weise verfasst: »Das Erdbeben liess sich sehr deutlich empfinden, indem die Fensterscheiben klirrten, Tafeln an den Wänden schwangen und die Personen im Zimmer hatte eine Empfindung wie beim Rollen der See«. In diesem Falle ist es ja unmöglich zu entscheiden, in welcher Ordnung die verschiedenen Sensationen aufgefasst wurden. Es scheint jedoch, als ob verhältnismässig kräftige Erscheinungen sich sehen und hören lassen, ohne dass der Gleichgewichtssinn eine Empfindung hat. Ein Mitteleiler, der sich bei der betreffenden Gelegenheit bei No. 86 in einem Hause von Holz, mit einem steinernen Hause zusammengebaut, und in dem Zimmer, das zu diesem stösst, befand, »hörte plötzlich, dass eine Masse Mörtel mit einem rasselnden Laute zwischen den beiden Mauern hinunter fiel. Ich habe dasselbe bei einigen früheren Gelegenheiten wahrgenommen, wenn ein schwer geladener Güterzug in vollem Lauf auf der Staatsbahn vorbeipassiert ist und dabei den Boden und das Haus in Schwingungen versetzt hat. Bei dieser Gelegenheit ging kein Güterzug vorbei, und auch kein Wagen fuhr auf der Strasse vorbei, weshalb ich annehme, dass das Herabfallen des Mörtels auf die bei dem Erdbeben hervorgebrachten Schwingungen der Wand beruhte. Selbst empfand ich dennoch kein Schütteln, auch nicht die Personen, die sich in dem anstossenden Zimmer befanden«. Aus dieser Angabe geht also hervor, dass das Erdbeben, obgleich es auf dem betreffenden Punkte so schwach war, dass Personen in den angrenzenden Zimmern kein Schütteln empfanden, indessen das Herabstürzen von Mörtel verursachte, eine Erscheinung, die man sonst gewiss auf eine

verhältnismässig starke schaukelnde Bewegung zu deuten ansehen würde. Es verdient deshalb für künftige Erdbeben im Gedächtnisse zu behalten, dass eine Angabe von »hinunterfallendem Mörtel« an und für sich nicht beweist, dass die Bewegung besonders kräftig gewesen ist.

Ich habe schon eine Mitteilung angeführt, nach welcher zwei Thüren eines Zimmers aufsprangen, gewiss durch die Wirkung des Erdbebens, ohne dass der Mittheiler, der sich in demselben Zimmer befand, irgend eine Bewegung empfand. Von No. 109 wird angegeben: »In dem Inneren des Zimmers in einem freistehenden Sofa bemerkte ich kein Schütteln, zwei Palmen auf einer Säule aber nahe an den Fenstern und die Lampe in der Decke wurden in Bewegungen versetzt; die Zweige der einen Palme flatterten, wie ich sehen und hören konnte, und eine Palette an einem Nagel schwang wie ein Pendel.« Ein Mittheiler (No. 52) »war mit dem Abreiben eines Fleckens auf einem Tisch beschäftigt, und da ich darüber gelehnt war, beobachtete ich nicht scharf den Anfang der Erscheinung; als ich aber einen Augenblick aufhörte, wurde ich davon frappiert, dass ich in dem nächsten Zimmer vor mir ein Drehgestell (auf Rollen) in der Längsrichtung (NW—SO) des Hauses heftig schaukeln sah. Gleichzeitig hörte ich von dem Zimmer Laute von beweglicheren, kleineren Gegenständen, die auf dem erwähnten Gestell und auf ein paar anderen Tischen in irgend eine Bewegung versetzt wurde. Ich ging sogleich in das Zimmer hinein, war da ziemlich schwindlig im Kopfe und hatte eine Empfindung, dass alles um mich umher wie in eine schaukelnde Bewegung versetzt war«. Diese beiden letztgenannten Mittheiler also bemerkten das Erdbeben erst dadurch, dass Gegenstände von demselben in Bewegung versetzt wurden, und noch ein Mittheiler beobachtete die Bewegung dadurch, dass er eine Topfblume hin und her schaukeln sah.

Von den Angaben über frühere Erdbeben scheint es, als ob man dem Umstand eine gewisse Bedeutung beilegen wolle, dass Gegenstände der einen und der anderen Art umgeworfen worden sind, was darauf deuten müsse, dass das Schütteln an dieser Stelle besonders kräftig gewesen. Ein solcher Schluss dürfte jedenfalls ein wenig unüberlegt sein, nach drei bei dieser Gelegenheit eingesandten Angaben zu urteilen. Nach diesen stürzten an einer Stelle »ein paar auf einem Gestell aufgestellte Photographierahmen hinab«, an einer anderen Stelle »zwei gegen eine südliche Wand stehende Vasen«, und an einer dritten »fiel eine Platte, die ein Glas im Fallen mit sich zog, von einem Gestell hinunter, zuerst in das unten stehende Sofa und dann auf den Fussboden, ohne dass das Glas kaputt ging«. Keine von diesen Mitteilungen geben indessen an, dass die Bewegung ausserordentlich stark gewesen ist, und das Herabfallen der Gegenstände dürfte wohl mehr auf ihr Placieren als auf die Heftigkeit der Bewegung beruhen.

Ebenfalls braucht man besonders hervorzuheben, ob Pendeluhren stehen geblieben sind. Dies scheint bei der betreffenden Gelegenheit auf 5 verschiedenen Orten in der Stadt stattgefunden zu haben: bei No. 65, wo die Richtung der Bewegung etwa N—S zu sein angesehen wurde,

blieb ein Regulator stehen, dessen Zifferblatt gegen N gekehrt war; bei No. 83 blieb eine Pendule stehen, ihre Richtung aber wird nicht angegeben; bei No. 95 blieb eine Pendeluhr, an einer Wand gegen W placiert, stehen (vermutlich wird SW gemeint).

Eine besondere Aufmerksamkeit dürfte notwendig sein, um bei künftigen Erdbeben Fehler zu vermeiden, nach der folgenden Mitteilung von No. 57 zu urteilen: » . . . ein Schaukeln, das verursachte, dass die Wanduhr, deren Zifferblatt gegen SO gerichtet ist, so kräftig geschüttelt wurde, dass der Pendel gegen die Hinterwand des Uhrfutters schwang oder mit dieser zusammenstieß, und die Uhr stehen blieb, jedoch erst 18 Min. danach». Bei No. 25 waren zwei Pendulen in solcher Weise placiert, dass der Schwingungsplan der Pendel einen 45-gradigen Winkel mit der angegebenen Bewegungsrichtung bildete; die eine Pendule blieb stehen. Eine andere Uhr, deren Pendel sich parallel mit der Richtung des Erdbebens bewegte, setzte zu gehen fort.

Nur ein Mitteiler versucht die Grösse der Bewegung mit absoluten Massen anzugeben. Er empfand nämlich »eine wellenförmige Bewegung mit ungefähr 1 cm. hohen und 4—5 cm. langen Wellen. Eine derartige Angabe ist natürlich allzu subjektiv, um einigen Berechnungen zu Grunde gelegt werden zu können. Von einer Mitteilung will es jedoch scheinen, als ob man ziemlich sichere Schlüsse für die Schnelligkeit der wellenförmigen Bewegung ziehen, und sich auch irgend eine Vorstellung von ihrer Grösse bilden könne. Bei No. 25, vielleicht dem am kräftigsten geschüttelten Platz der ganzen Stadt, wurde nämlich eine Hängelampe in eine so starke Schwingung versetzt, dass die Abweichung von der senkrechten Linie etwa  $18^\circ$  betrug. Da es ja selbstverständlich ist, dass das Haus unmöglich so schräg stehen konnte, bleibt nur ein Erklärungsgrund übrig, nämlich dass die Schnelligkeit der Bewegung mit der Oscillationszeit des Pendels, den die frei hangende Lampe bildet, zusammengefallen ist. Wenn dies der Fall war, erhielt die Lampe durch jede schaukelnde Bewegung, in welche das Haus versetzt wurde, einen neuen Impuls und wurde auf diese Weise in die ebenerwähnte starke Schwingung gebracht. Die Oscillationszeit der Lampe fand ich ein wenig mehr als eine Sekunde zu sein, weil sie in einer Minute 28 vollständige Schwingungen (hin und zurück) machte. Wenn man bei der wellenförmigen Bewegung des Bodens das Intervall zwischen zwei Wellenkämmen als eine Periode rechnet, musste also jede Periode eine Zeit von ein wenig mehr als zwei Sekunden erfordert haben. Betreffs der Grösse der Bewegung lässt sich folgendermassen rasonnieren: Der untere Teil der Lampe wich etwa 2 dm. nach den beiden Seiten von der senkrechten Linie ab. Vermittels der vorher mitgeteilten Angaben von der Dauer der Bewegung kann man berechnen, dass die Zeit, die verging, ehe die Lampe ihr Schwingungsmaximum erreichte, 30 Sekunden nicht überstieg. Da sie 14 Schwingungen nach beiden Seiten in  $\frac{1}{2}$  Minute machte, muss also die Zunahme bei jeder Schwingung durchschnittlich  $\frac{1}{14}$  von 2 dm. = 1,43 cm. betragen. Hierzu muss

man die Bewegung legen, die das Überwinden der Friktion und des Widerstandes der Luft in Anspruch genommen hat, aber dies lässt sich nur in Zehnteln von Millimetern berechnen. Natürlich ist diese Schätzung nur eine sehr grobe Approximation, sie dürfte jedoch eine Vorstellung von der Grösse der Bewegung geben.

Das Erdbeben scheint viel merkbarer für die Personen gewesen zu sein, die sich in einem Hause befanden, als für diejenigen, die bei der Gelegenheit draussen waren. Zwei Mitteleiler erzählen also, dass sie vor dem Bahnhofsgebäude gar nichts von dem Erdbeben bemerkt haben, während »eine Treppe hoch in demselben Gebäude eine deutliche schaukelnde Bewegung« wahrgenommen wurde. Bei No. 89 empfand der Mitteleiler das Erdbeben so deutlich, das er von dem Schreibtische aufsprang und um denselben nach die Thür ging, um in die Wohnung stürzen zu können, falls der Giebel des Hauses hinabfallen wollte. Ehe ich hinausging, blieb ich an dem Fenster stehen, um zu sehen, wie es in der Strasse aussah, und da die Leute, die draussen waren, erstaunt zu sein nicht schienen, glaubte ich, es sei ein Nervenanfall gewesen, der mich erregt habe, und setzte so meine Arbeit fort». Es ist ja auch natürlich, das man draussen nur kräftigere Impulse empfindet, und dass von der Strasse aus verhältnismässig wenige Gegenstände zu sehen sind, die sich in Bewegung durch ein so schwaches Erdbeben wie das betreffende versetzen lassen. — Zu den Beobachtungen ausser den Häusern kann man indessen die von drei Personen wahrgenommene Wellenbewegung auf der Fyris rechnen. Ein Mitteleiler bei No. 26, ein zweiter bei No. 72 und der dritte bei No. 71 beobachteten nämlich, dass die Oberfläche des Flusses von kleinen Wellen gekräuselt wurde, die nach dem, was wenigstens zwei von ihnen angeben, etwa quer über den Fluss, d. h. in der Richtung SW—NO, gingen. Nach einer Angabe in Geol. Fören. Förhandl. 1904: S. 461 ist eine wellenförmige Bewegung, von dem Erdbeben hervorgerufen, sonst nicht östlicher als bei Kisa in Östergötland wahrgenommen worden.

Betreffs der relativen Stärke der Bewegung in den verschiedenen Stadtteilen ist es unmöglich von den eingesandten Mitteilungen einige sichere Schlüsse zu ziehen. Wie die Karte zeigt, sind die meisten Angaben von dem Erdbeben aus Fjärdingen und Luthagen eingesandt worden, dies beruht aber wahrscheinlich vor allen Dingen nicht davon, dass das Schütteln in diesen Stadtteilen am kräftigsten gewesen ist, sondern es ist nur eine Folge davon, dass von den intellektuell interessierten Einwohnern eine grössere Anzahl W von der Fyris als O von derselben wohnen. A priori könnte man zu glauben geneigt sein, dass das Erdbeben am stärksten dort gewesen sei, wo der Ås den Grund bildet, d. h. innerhalb eines ziemlich schmalen Gebietes auf den beiden Seiten einer Linie von No. 21 bis No. 52, dass dies aber nicht der Fall gewesen ist, scheint von der negativen Mitteilung von No. 32, eben auf dem Kamm des Ås, hervorzugehen. An dem Observatorium (No. 20), das auf Berggrund belegen ist, musste ja das Schütteln deutlich bemerkt werden, dies

war aber gar nicht der Fall, indem nur der dort aufgestellte Seismograph von dem Erdbeben beeinflusst wurde, kein einziger aber von wenigstens zehn Personen, nach Angabe, eine Bewegung empfunden hat. In den Teilen der Stadt, die der Fyris am nächsten belegen sind, besteht der Boden von teilweise sehr tiefen Tonschichten. Hier wie auch sonst wechseln positive und negative Angaben ohne sichtbare Ordnung. Es ist besonders bemerkenswert, dass positive Angaben aus dem südlichen Teil dieses Gebietes oder der Gegend ONO von dem Schlosse geliefert sind, weil die Tone hier eine Tiefe von sogar 100 m. und mehr erreichen. Näher dem Bahnhof (No. 105) sind diese Tone bei weitem nicht so tief, der Berggrund kommt sogar zum Vorschein, nichtsdestoweniger sind mehrere negative Mitteilungen von dieser Gegend eingesandt worden. — Auch in demselben Hause hat sich das Erdbeben in sehr verschiedenen Weisen und in verschiedenem Grade empfinden lassen. Man muss ja sonst als klar ansehen, dass man die Bewegung mehr merken musste, je höher sich der Mitteiler befand; dass dies aber nicht der Fall ist, geht aus der Angabe No. 24 hervor, aus einer Wohnung, 3 Treppen hoch belegen, wo die Bewegung gar nicht bemerkt wurde, obgleich dort eine Person gegen schaukelnde Bewegungen so empfindlich ist, dass sie in einem Eisenbahncoupe oder in einer Droschke starke Symptome von Seekrankheit hat, und obgleich das Schütteln in der unten belegenen Wohnung (No. 23) sehr deutlich war, so dass da mehrere Gegenstände in Bewegung versetzt wurden. In dem Vorangehenden habe ich schon erwähnt, dass einige Personen von dem Schütteln Kopfschmerzen bekamen, während andere, die in derselben Wohnung waren, nichts bemerkten. Von No. 72 wird angegeben, dass die Bewegung im Erdgeschoss ziemlich kräftig war, so dass z. B. ein Knabe, der neben dem Mitteiler stand, »von dem Erdstoss wackelte und einen recht grossen Schritt nach der Seite nehmen musste«; in dem oberen Stockwerke aber bemerkten mehrere Personen gar nichts. — Diese Beispiele wie der ganze Aufsatz dürften zeigen, dass die Bewegung bei einem Erdbeben von so verwickelter Art ist und so wenig von solchen Faktoren beeinflusst ist, die man sonst als massgebend ansehen muss, dass unsere Kenntnis von diesen Erscheinungen noch äusserst unvollständig ist.

