

Nordstream – Anatomy of Dante’s Explosion

Dr. Hans-Benjamin Braun (PhD)
31. Dezember 2022
(sehr geringfügig korr. 7. April 2023)

Diese unabhängige Analyse der Nordstream-Pipeline-Sabotage wurde durchgeführt im Geist der strikten schweizerischen Neutralität und beruht auf einer objektiven wissenschaftlichen Methodik. Es ist nicht beauftragt und nicht unterstützt durch öffentliche oder private Mittel noch durch eine Universität.

Da diese Arbeit wurde von keiner Agentur oder Universität unterstützt. Ich bin allen sehr dankbar, die diese unabhängige Forschung unterstützen möchten.

Thank You!

For other transfers please contact:

info AT [geophysical-forensics.ch](mailto:info@geophysical-forensics.ch)

Web: www.geophysical-forensics.ch

Hans-Benjamin Braun (2022)

Bush took a photograph out of his pocket - a family group, people of various generations on some cliffs by the sea. He said: "Here's the guarantee that we will never use nuclear weapons first. This is my family, my wife, children and grandchildren. I don't want them to die. No one on Earth wants that." If, said Sakharov to Bush, "you insist that you will not strike first, you must make an official announcement of that, put into law." Bush remained silent.

Andrei Sacharow¹

Nordstream – Anatomy of Dante’s Explosion^{2 3 5}

Abstract: Die Zerstörung von drei der vier Stränge der Nordstream-Pipeline gilt allgemein als die größte industrielle Sabotage in der Geschichte mit beispiellosen Preissteigerungen bei den Energiekosten in ganz Europa. Sogar Monate nach dem Abriss der Nordstream-Pipelines ist die Meinung weit verbreitet, dass die Pipelines mit mäßigem Sprengstoff von einigen hundert Kilogramm TNT zerstört wurden, der einem seismischen Ereignis der (Richter-) Magnitude 2,3 entspricht und dass die Zerstörung der Pipeline das einzige Ziel dieses Gesetzes war.

Eine Übersicht über öffentlich verfügbare Seismische Daten in ganz Nordeuropa zeigen, dass dies nicht die Wahrheit sein kann: Es gab seismische Spuren bis zum Nordkap (1800 km) und in Grönland, nachgewiesen und charakterisiert ist somit die Nordstream-Explosion als seismisches Ereignis. Eine Analyse der Wellenformen, die an seismischen Stationen rund um die Ostsee und das Bottnische Meer erfasst wurden, charakterisieren dieses Ereignis mit einer („body-wave“)-Größe von $m_b = 3,9 \pm 0,15$, was einer Detonationsenergie von 200 Tonnen TNT-Äquivalent entspricht, oder mehr als der in der Presse behaupteten 500 kg. Die tatsächliche Sprengkraft ist damit mindestens um den Faktor 400 größer als in der Presse behauptet. Die Wellenformen weisen wenig Ähnlichkeit mit herkömmlichen Unterwasserexplosionen auf, weisen jedoch Gemeinsamkeiten mit bekannten unterirdischen Atomexplosionen auf.

Der Sprengstoff wurde an einer bewusst gewählten Stelle entlang der Pipeline positioniert, an dem die erzeugte Stoßwelle durch eine natürliche ozeanische Schlucht von ca. 20 km Breite, die vom Detonationsort in Richtung Kaliningrad (RF) verläuft. Tatsächlich wurden im benachbarten polnischen Suwałki seismische Amplituden registriert, die das 1000-fache dessen ausmachten, was man von einem Ereignis der Stärke 3,9 bei dieser Entfernung vom Epizentrum zu diesem Zeitpunkt erwarten würde.

¹ cited in Elaine Scarry, "Thermonuclear Monarchy", Norton (2014). (<https://www.norton.com/books/thermonuclear-monarchy/>)

² Entire article including Figs 1a,c; 3; 6, 7: c Hans-Benjamin Braun

³ **Donations:** Your kind support makes this independent work possible: <https://donate.stripe.com/cN28yV2bV7hRf9m6oo>, or contact info AT [geophysical-forensics.com](mailto:info@geophysical-forensics.com)⁴

⁵ Dante's Inferno and the nine circles of hell, cf. <https://www.thoughtco.com/dantes-9-circles-of-hell-741539>

Infrarot-Satellitenbilder von Aerosolen, die wenige Stunden nach der Explosion aufgenommen wurden, zeigen eine Wolke, die sich in Windrichtung über mehr als hundert Kilometer in das schwedische Festland erstreckt, während in der benachbarten Küstenstadt Karlskrona es in den folgenden Stunden kurzzeitig zu milden Niederschlägen kam. Hydrodynamische Satellitendaten zeigen die Entstehung einer starken Unterwasserströmung in der Nähe des Meeresbodens (in 60 m Tiefe) von der Explosionsstelle, begleitet von erheblichem Rückfluss in den folgenden Stunden. Die Topographie des Ozeans am Boden weist eine natürliche, elliptisch geformte Vertiefung von etwa 50 km Größe auf, in deren Brennpunkt der Sprengstoff platziert wurde. Es ist bekannt, dass eine solche Anordnung für starke Fokussierungseffekte von Stoßwellen in Richtung des Unterwasserkanals in Richtung Kaliningrad verantwortlich ist. Dies erklärt die außergewöhnlichen seismischen Amplituden die entlang dieser Richtung detektiert wurden, wie in Suwalki registriert. Diese Fakten deuten auf eine kontrollierte und sorgfältige vorbereitete Arbeit nicht nur auf einen Angriff auf Nordstream, sondern auch auf die russische Exklave Kaliningrad hin.

Inhalt

- I. Prolog
- II. Seismische Überlegungen
 - II.1 Einleitende Bemerkungen
 - II.2 Seismische Daten der Nordstream-Explosionen
- III. Hydrodynamische Überlegungen
- IV. Atmosphärische Signatur – Aerosolabdeckung im Infrarot
- V. Schlussfolgerungen
- VI. Epilog
- Referenzen
- Anhang – Fokussierende Wirkung von Stoßwellen

I. Prologue

Einzelheiten zu der Nordstream-Explosion wurden in Deutschland sowie in skandinavischen Ländern auf den Status eines nationalen Sicherheitsproblems gehoben. Auch im Deutschen Bundestag wurden weitere Stellungnahmen und Anfragen abgelehnt.

Bei näherer Betrachtung wird deutlich, dass der öffentliche Diskurs auf eine gestraffte Version der Ereignisse reduziert wurde, die unmittelbar nach den Detonationen vom 26. September ihren Ursprung hatten und die streng waren. Seitdem wird blind daran festgehalten: Nämlich, dass der Sprengstoff aus einigen Hundert Kilogramm TNT bestand und dass das einzige Ziel die Zerstörung der Nordstream-Pipeline war, wie erst am 17. November wiederholt wurde [3] [\[Link\]](#). Jedoch, beruhten diese Behauptungen nicht auf tatsächlichen Tatsachen. Insbesondere die weit verbreiteten „Fakten“ waren falsch.

- (1) die Detonationsenergie des verwendeten Sprengstoffs und daraus abgeleitet die seismische Stärke
- (2) im Hinblick auf das erklärte ausschließliche Ziel, nämlich die bloße Zerstörung der Nordstream-Pipelines
- (3) in Bezug auf die Art des verwendeten Sprengstoffs

Es schien von Anfang an Information vorhanden zu sein, die Zweifel daran hätte aufkommen lassen können, und offizielle Informationen wurden bewusst ausgeblendet. Insbesondere war man sich bald darüber einig, dass es sich um ein kleines Ereignis von einer kleinen seismischen Stärke handelte (entsprechend einer relativ kleinen Menge Sprengstoff), obwohl die (sogar öffentlich bekannten) Fakten vorliegen, die dieser Behauptung damals nicht standhielt.

Wie weiter unten ausführlich erläutert wird, wurde diese Erzählung in den allerersten Stunden nach der zweiten der beiden Explosionen (26. September 2022, 17:03 (UTC)) in dänischen, schwedischen und norwegischen Medien verbreitet, mit direkter Bezugnahme auf Grafiken (ohne Einheiten!) der norwegisch-amerikanischen Organisation NORSAR.⁶ Letztere wurde 1968 als Kooperation zwischen Norwegen und dem US-amerikanischen Los Alamos National Lab gegründet (kurz „LANL“ – das für das Manhattan-Projekt verantwortlich war) und unterhält hochempfindliche seismische Arrays wie NORSAR, deren Zweck die weltweite Erkennung und Identifizierung von Kernwaffentest war.^{7, 8}

⁶ Hierbei ist zu beachten, dass seismische Untersuchungen ein wesentliches Instrument zur Identifizierung von Atomtests darstellen. Aus diesem Grund baute die USA eine Reihe seismischer Meßstellen auf, insbesondere auch in Skandinavien wegen der Nähe zu den sowjetischen Teststandorten. Insbesondere das seismische Array „NORSAR“ ([\[Link\]](#)) wurde 1968 mit dem Ziel gegründet, einen „Umfassenden Vertrag über das Verbot von Nuklearversuchen“ (CNTBT) zu schließen, der die Untergrundversuche weiterhin erlaubten würde. Die weit verbreitete numerisch-mathematische Methode der „Fast-Fourier“-Transformation hatte ihren Ursprung in der Etablierung seismischer Überwachungsinstrumente für Atomwaffentests, vgl. [9] ([\[Link\]](#))

⁷ Es ist interessant festzustellen, dass der finnische Erdbebendienst (dessen öffentlich zugängliche Daten einige Zweifel an der offiziellen Version aufkommen ließen) sich im Gegensatz zu den dänischen, norwegischen und schwedischen Kollegen der Diskussion um Nordstream in Europa enthielt.

⁸ Außerdem ist es nicht undenkbar, dass sowohl die Eröffnung der norwegisch-baltischen Pipeline als auch die Nordstream-Explosionen auf eine solche Weise koordiniert wurden um ein Argument zu haben, den Russen die Schuld für den Nordstream-Angriff geben zu können.

Bevor wir uns einer Analyse der seismischen Fakten zuwenden, ist es daher aufschlussreich, sich die Ausgangslage bei der Verbreitung dieser Gerüchte genauer anzusehen. In diesem Zusammenhang ist es nützlich, die Tatsache zu wiederholen, dass die seismische Überwachung das wichtigste Instrument für die Überwachung nuklearer Anlagen und für die Einhaltung der nuklearen Nichtverbreitungsvorschriften ist. Dieses liegt daher in den Händen von Organisationen wie NORSAR, die in der Grauzone zwischen Militärbündnissen (wie der NATO) und der Wissenschaft tätig sind. Tatsächlich ist das Gerücht von einem „kleinen“ Ereignis, das für die Zerstörung der Pipeline verantwortliche ist, auf die Pressemitteilung vom 27. September zurückzuführen [4] [\[Link\]](#). Bemerkenswerterweise zeigen die dort präsentierten Grafiken jedoch keine Einheiten auf den Seismogrammen, aber dennoch wurde ein Ereignis der Stärke 2,3 behauptet und verbreitet mit der Aussage, dass die stattgefundenen Explosion von „600-900 kg TNT“ produziert worden sei.

Die ausführlichste Darstellung der Situation finden Sie auf der Website des schwedischen nationalen seismischen Netzwerks (SNSN) [5] ([\[Link\]](#)), die jedoch nach dem 29.09.2022 abrupt nicht mehr aktualisiert wurde und in diesem Zustand seither so verblieb. Die vorliegenden Informationen (Stand 28.12.) reichen jedoch aus, um zu zeigen, dass es nicht in sich konsistent ist: Auf den ersten Blick folgen die Autoren voll und ganz der NORSAR-Einschätzung, auch wenn diese Behauptung im Widerspruch zu ihren eigenen Daten steht: Die Daten stammen von der (nicht öffentlich zugänglichen) Station LUNU in Lund, wo die aus der dargestellten Maximalamplitude abgeleitete Größe zu $m^*_B = 3,0$ führt im Gegensatz zum gleichzeitigen geäußerten Anspruch von $M_L = 2,3$ (entsprechend $m^*_B = 2$).

Es ist auch bemerkenswert, dass sowohl das SNSN als auch der dänische seismische Dienst sich in seinen Aussagen ausschließlich auf Stationen westlich der Detonationsstelle stützten. Aufgrund ihrer Lage sind diese Stationen jedoch vom angrenzenden Ostseebecken abgeschirmt. Aufgrund hydrodynamischer Effekte führte die Explosion zu wesentlich größeren seismischen Amplituden, wie weiter unten näher erläutert wird. Außerdem zeigt die SNSN-Webseite eine Wellenformübersicht an, die die Ausbreitung der seismischen Störung jenseits des Polarkreises (Station MASU) anzeigt, was kaum mit der NORSAR-Behauptung einer Stärke von 2,3 vereinbar ist und mit einem Ereignis, das durch einen ~700 kg (TNT-)Sprengsatz verursacht wurde.

Umso bemerkenswerter ist es, dass ein Vertreter derselben Gruppe schwedischer Seismologen diese Behauptung vor der Kamera wiederholte, während genau dieselben Daten, die als durch ein „100 kg oder etwas mehr“ TNT-Äquivalent [6] ([\[Link\]](#)) dargestellt wurden. Genau die gleiche Interpretation wurde von Dänischen Kollegen blind übernommen [7] [\[Link\]](#) und auch von einer deutschen Website [8] [\[Link\]](#) aufgegriffen und der NORSAR-Wert Magnitude 2,2 wurde kopiert.

Hierbei ist zu beachten, dass ein solches Ereignis, sofern es tatsächlich dem beschriebenen konventionellen hundert Kilogramm TNT entsprechen hätte höchstwahrscheinlich den automatischen „Ereignis auslösern“ von NORSAR entgangen wäre: Der Grund dafür ist, dass dieses Array und seine IT-Infrastruktur speziell darauf ausgelegt sind, Kernenergie Explosionen herauszufiltern aufgrund der großen Menge irrelevanter seismischer „Hintergrund“-Ereignisse, die im Laufe der Zeit bei der Überwachung der Bodenbewegung auf dem Gelände erkannt werden. Dies kann darauf hindeuten, dass sowohl die Bedeutung als auch der Zeitpunkt des Ereignisses den Behörden von NORSAR/LANL bekannt waren. Es ist daher bemerkenswert, dass die Behauptungen über die Magnitude des Ereignisses irreführend sind und von derselben Institution stammten und insbesondere nie überarbeitet wurden, wie es normalerweise bei seismischen Ereignissen der Fall ist.

Im Gegenteil, das entsprechende Narrativ von „einem Sprengstoff von ein paar hundert Kilogramm TNT“ hat sich seitdem gehalten ohne jemals ernsthaft überprüft oder in Frage gestellt worden zu sein, zuletzt im „Guardian“ vom 18.11.2022, also etwa 2 Monate nach dem Ereignis [3] [\[Link\]](#). Daraus entstand direkt das Narrativ einer Explosion, die höchstwahrscheinlich von einer kleinen und möglicherweise „schurkischen“ Gruppe von Einzelpersonen verursacht wurde.

Der erste Riss in diesem oberflächlich zusammenhängenden Bild beginnt sich zu zeigen, als man auf der „Geofon“-Website nachschaut (Dies ist die offizielle Katalogseite zu Erdbebenereignissen der Helmholtz-Gesellschaft in Potsdam), wo die Explosion als Ereignis der Stärke $M_L = 3,1$ ($m^*_B = 3,0$) registriert wird [10] [\[Link\]](#). Dieser Wert entspricht nun einer Sprengladung von ca. ein 23t TNT-Äquivalent. Das ist plötzlich eine völlig neue Liga der Brisanz und ist fast zwei Größenordnungen mehr, als bei einer bloßen Zerstörung der Pipeline nötig wäre mit einer sogenannten „Schnittladung“. ^{9 10} Auch in diesem Fall von noch erheblich unterschätzter Größenordnung wäre der Einsatz eines konventionellen Sprengstoffs höchst unrealistisch, im Fall unserer überarbeiteten Schätzungen praktisch unmöglich und angesichts einer Wellenformanalyse und zusätzlicher atmosphärischer und hydrodynamischer Beweise im wahrsten Sinne des Wortes ausgeschlossen.

Tatsächlich verstärkt die detailliertere Untersuchung der seismischen Daten nicht nur die Aufwärtskorrektur der Schätzung des Geofons im Vergleich zum allgemein vereinbarten NORSAR/LANL-Narrativ, zeigt aber tatsächlich, dass sogar dieser Wert die tatsächliche Explosionsenergie erheblich unterschätzt. Gleichzeitig stellt sich die dringende Frage: Warum ist eine so starke Explosion nötig, um die recht einfache Aufgabe der

⁹ Für eine Diskussion dieses Themas durch einen ehemaligen Sprengstoffexperten der Bundeswehr siehe [11] ([\[Link\]](#)).

¹⁰ Der Sprengabbruch von Stahlkonstruktionen wird z. B. im folgenden wissenschaftlichen Artikel [12] „Sprengungsabbriss von Stahlkonstruktionen“ (2017) thematisiert. [\[Verknüpfung\]](#).

Zerstörung zu erfüllen? Nordstream, für den ein paar hundert Kilogramm TNT ausreichen würden? Es ist in der Tat bemerkenswert, dass die offizielle, wissenschaftlich anerkannte Schätzung von Geofon von $M_L = 3,1$ nie in die Schlagzeilen gelangte.

Wir werden nun experimentelle Beweise dafür vorlegen, dass vier verschiedene Beobachtungen, nämlich die seismische Stärke, die charakteristische Wellenform, die Unterwasserströmungen und die enormen Mengen an erzeugten Aerosolen unvereinbar sind mit der Verwendung eines herkömmlichen Sprengstoffs.

II. Seismische Überlegungen

II.1 Einleitende Bemerkungen

Die Antwort auf diese Frage zwingt uns dazu, die seismischen Daten, die diesen Schätzungen zugrunde liegen, im Detail zu betrachten. Zur Klärung der Art des Explosivstoffs sind auch andere geophysikalische Daten heranzuziehen. Dabei war ich in der Lage, das komplizierte Design der Explosion zu enthüllen und zu zeigen, dass es ein viel weiter reichendes Ziel gab als nur die Zerstörung von Nordstream 1/2.

Um es noch einmal zu wiederholen: Die im NORSAR/LANL vorgelegten Schätzungen geringer Größenordnung bezogen sich ausschließlich auf Stationen westlich der Explosionsstelle, auch wenn die numerische Behauptung nicht einmal durch quantitative Daten untermauert wurde. Aber noch wichtiger ist das systematische Weglassen aller Daten östlich der Detonationsstelle (so wie aus der Website des Dänischen Seismischen Dienstes [\[Link\]](#)). Es stellte sich heraus, dass der Großteil der Energie in das Ostseebecken emittiert wurde, was eine Analyse der entsprechenden seismischen Stationen erfordert.

Die Kenntnis der seismischen Magnitude m_b ist von größter Bedeutung, da diese in direktem Zusammenhang mit der Explosionsenergie W steht, das hier in TNT-Massenäquivalenten gemessen wird:

$$m_b = 4,45 + 0,75 * \log_{10} W \quad (1)$$

Dabei bezeichnet m_b die sogenannte Magnitude, die im Allgemeinen etwas größer als M_L ist.¹¹ (vgl. Ref. [17]) Hier bezeichnet W die „Explosionsausbeute“ in Kilotonnen (1 kt = 1 Mio kg) TNT-Äquivalent.¹² Dieser empirische, sogenannte Semipalatinsk Test-Site (STS) Zusammenhang zwischen seismischer Magnitude m_b und Explosionsausbeute W gilt nicht nur für nukleare Explosionen, für die es ursprünglich abgeleitet wurde, sondern charakterisiert aber auch konventionelle, nichtnukleare Explosionen wie aus detaillierten Daten des British Geological Service (BGS) hervorgeht. (vgl. Abb. 0 und Originalbericht [18] [\[Link\]](#)). Aus diesen Daten lässt sich ableiten, dass bei Unterwasserexplosionen tatsächlich die STS-Formel als zuverlässige Untergrenze gilt für die Sprengkraft bei einer gegebenen seismischen Magnitude.

Von diesem Zusammenhang soll im Folgenden ausgiebig Gebrauch gemacht werden, auch angesichts der etwas kontraintuitiven logarithmischen Abhängigkeit, die im Folgenden anhand einiger charakteristischer Beispiele diskutiert werden soll:

m_b^* or m_b	W [tons TNT]	
2.0 ^(a)	0.6	(a): value put forward by NORSAR ($M_L = 2.3$ corresponds to $m_b^* = 2.0$)
3.1 ^(b)	23	(b): according to the Geofon-Website (Helmholtz, Potsdam) ($M_L = 3.1$ corresponds to $m_b^* = 3.0$)
3.9 ^(c)	185	(c): $m_b^* = 3.9 \pm 0.15$ is derived from the seismic stations PBUR, SLIT, SJUU, RAF, VADS (distance: 400-1750km)
4.5 ^(d)	1200 (1.2kt)	(d): derived from ANGG station in Greenland
5.2 ^(e)	25'000 (25kt)	(e): local peak value measured in Suwalki, due to focussing effect by the Bornholm/Åhus/Karlskrona basin and the resulting channeling into the underwater Canyon towards Kaliningrad.

Hierbei ist zu beachten, dass der NORSAR-Wert von $m_b^* = 2$ (entsprechend $M_L = 2,3$) tatsächlich eine Ladung von 600 kg TNT bedeuten würde, was zeigt, dass unsere Überlegungen hier auf der gleichen („Lehrbuch“)-Umrechnung der Größenexplosionsausbeute basieren wie die der skandinavischen Forscher (aber es sei daran erinnert, dass tatsächliche Aussagen zu m_b^* über die Größenordnung ohne quantitative Begründung dargestellt wurden, was zu einer völlig unbegründeten Aussage führt).

Motiviert durch diese offensichtliche Diskrepanz zwischen der NORSAR/LANL-Daten, dem Geofon-Eintrag und dem offensichtlichen Widerspruch zur SNSN-Beobachtung seismischer Fingerabdrücke im teleseismischen Regime von über mehr als 3000 km (Island, Grönland) erscheint es notwendig, die ursprünglichen seismischen Daten im Detail zu untersuchen. Als Datenquelle bediente das globale FDSN-Netzwerk seismografischer Stationen.¹³ In Schweden ist leider nur ein geringer Anteil der Stationen zugänglich, während einige derjenigen fehlten, die im aktuellen Kontext wichtig gewesen wären wie BLEU in der Nähe von Karlskrona oder BYXU auf Öland (obwohl offensichtlich Daten vorliegen, wie auf der SNSN-Website nachgewiesen, vgl. auch Fig 1))

¹¹ Jacob & Neilson (1977) [15] präsentieren die folgende empirische Beziehung zwischen der Richter-Magnitude M_L und der „regionale body wave“ Magnitude m_b^* , Verallgemeinerung von m_b auf der Skala „regionaler Ereignisse“ $M_L=0,72 m_b^* + 1,0$. Hier wird die „regionale body wave Magnitude“ definiert über $m_b^* = \log_{10} V_{\max} + 2,3 \log_{10} R - 2$, wobei R nun die Entfernung zum Epizentrum in km bezeichnet und V_{\max} die maximal erfasste Seismometergeschwindigkeit ist gemessen in $\mu\text{m/s}$

¹² Wir verwenden die Notation \log_{10} , um den Logarithmus zur Basis 10 zu bezeichnen.

¹³ Für die Datenanalyse wurde die ausgewiesene seismische Open-Source-Software „Obspy“ (TU München) verwendet.

II.2 Seismische Daten der Nordstream-Explosion

Im Allgemeinen besteht die erste Herausforderung darin, das Epizentrum eines seismischen Ereignisses zu identifizieren, da dieses durch die Analyse der seismischen Wellenformen anschließend seine Größe bestimmt. Hier soll der Standort verwendet werden, der zuvor durch seismische Maßnahmen ermittelt wurde, z.B. SNSN oder über Geofon, was innerhalb der Genauigkeit mit dem gemeldeten Ort der Nordstream-Lecks übereinstimmt, und was wiederum über geophysikalische Satellitendaten zu Aerosolen und hydrodynamischen Unterwasserphänomenen bestätigt werden kann. Wir übernehmen daher hier die Geofon-Ereigniskordinaten: (Breite: 55,553°N; Länge: 15,833°E am 26. September 2022 um 19:03:49 (Ort = UTC+2)).

Bevor wir uns einer Diskussion der seismischen Daten zuwenden, sollte darauf hingewiesen werden, dass im aktuellen Fall der Nordstream Explosion, im Gegensatz zu einer echten unterirdischen Explosion (einschließlich nuklearer Explosion) ein beträchtlicher Teil der freigesetzten Energie nicht direkt in den Boden übertragen wird (thermisch oder seismisch), sondern in Form von Unterwasserstoßwellen ins Wasser abgegeben wird, die an Küstenlinien oder Inseln mehrfach reflektiert werden. Als Folge davon wird ein beträchtlicher Teil der Energie im Wasser dissipiert, ohne in seismische Energie umgewandelt zu werden. Aufgrund der relativ großen Ostsee im Vergleich zu Fjorden oder Süßwasserseen wird erwartet, dass dieser Energiebeitrag größer ausfällt als üblich. Für die Umrechnung der Magnitude in eine untere Grenze der Sprengstoffmenge ist die Festkörper-Boden-Relation zu verwenden (1), die wiederum eine zuverlässige Untergrenze für die freigesetzte Energie darstellt, wie in Abb. 0 dargestellt ist.

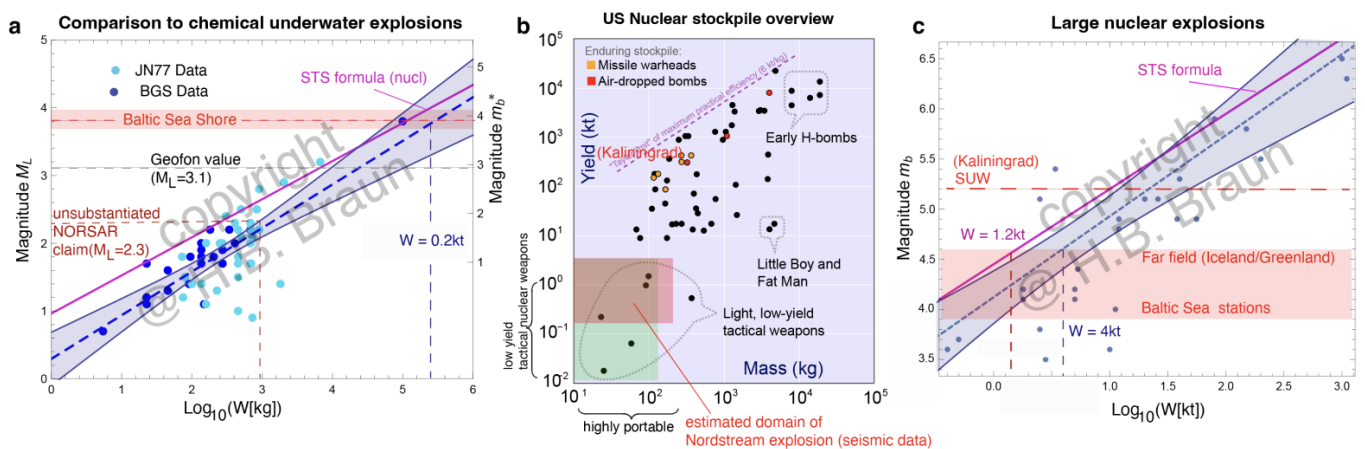


Abbildung 0 – Zusammenhang zwischen der Magnitude m_b und dem TNT-Menge für chemische und nukleare Unterwasser-Detonationen:

- Chemische Unterwasserdetonationen** nach Daten des British Geological Survey (BGS) [18], [Link], darunter auch Daten von Jacobs und Neilson (JN77), wobei die „tiefenoptimierten“ Ereignisse weggelassen wurden, da sie im aktuellen Kontext irrelevant sind. ^a Hier die Richter-Magnitude M_L und die Größe m^*_{B} gegen $\log_{10}(W)$ aufgetragen, wobei W die Detonationsenergie ist, gemessen in kg TNT. Die gestrichelte Linie ist die lineare Regression durch die Datenpunkte, wobei der schattierte Bereich das 95 %-Konfidenzintervall darstellt. Die violette Gerade ist der STS-Ausdruck von Glg (1), $m_b=4,45+0,75*\log_{10}W$ (vgl. C. Ammon et al. Found. of Mod. Global Seismology, Ass. Press, 2. Aufl. 2021). Der rot schattierte Bereich ergibt sich aus den Wellenformamplituden in der Ostsee, die zu einer Schätzung für die Sprengladungsenergie von 0,2 kt ($1 \text{ kt} = 10^6 \text{ kg}$) führt. Beachten Sie, dass die STS-Beziehung eine Untergrenze für den Sprengstoff-Ladung für eine gegebene Größe (M_L oder m^*_{B}) für alle hier dargestellten gesammelten Daten darstellt.
- Überblick über die US-Atomwaffenbestände** (Wiki). Der grün schattierte Bereich markiert die Reichweite von (thermonuklearen) taktischen Atomwaffen mit W im Bereich von 10 Tonnen (t) bis zu mehreren Kilotonnen (kt) mit einem tatsächlichen Gewicht im Bereich von weniger als 100 kg, das auch mit unbemannten Unterwasserfahrzeugen (UUV) transportiert werden kann (vgl. NATO). Repmus“22-Übung, 12.–22. September 2022 [14] (Link)).
- Magnituden-Sprengstoff-Ladungs-Verhältnis für im BGS aufgeführte Kernexplosionen** Bericht [18]. Die gestrichelte Linie ist die lineare Regression, wobei der schattierte Bereich das 95 %-Konfidenzintervall darstellt. Beachten Sie, dass hier die Sprengladung in Kilotonnen gemessen ist. Die rot schattierten Bereiche stellen Schätzungen dar, die sich aus seismischen Überlegungen ergeben; das untere Band erstreckt sich von der Ostsee auf Größen, die aus in Grönland/Island erfassten Wellenformen abgeleitet wurden ($m_b=M_s \approx 4,6$). Der obere Wert ergibt sich aus der Umgebung von Kaliningrad ($m^*_{B} \approx 5,2$). Basierend auf der STS-Beziehung ergeben sich Werte für die Sprengladung zwischen $W = 0,2\text{kt}$ bis 4kt (die beträchtliche Unsicherheit ist auf die logarithmische Abhängigkeit zurückzuführen). Es ist zu beachten, dass die enormen seismischen Ausmaße in der Nähe von Kaliningrad auf die Verstärkung der Stoßwellen durch die Unterwasserschicht zurückzuführen sind, wie in Abb. 6 dargestellt. [Abb 1a,c:c Hans-Benjamin Braun]

^a Die optimale Tiefenbeziehung ergibt sich aus $W = [d^* (d + 10)^{5/6} / 8030]^3$ mit d der optimalen Tiefe in Metern und W der Sprengladung in Tonnen, oder für $d \gg 10$, $d \approx 135 W^{2/11}$. Für die im aktuellen Kontext relevante Größe der Ladungen W wäre die optimale Tiefe d also viel größer als die Tiefe der Ostsee von ca. 75m an der Detonationsstelle.

Wir beginnen mit einer erneuten Betrachtung der auf der Website des schwedischen nationalen seismischen Netzwerks (SNSN) [5] präsentierten Daten [Link], der zur leichteren Zugänglichkeit in Abb. 1

wiedergegeben ist. Bitte beachten Sie, dass diese Website seit dem 30.09.2022 nicht aktualisiert wurde, sie aber auch zu einem großen Teil Informationen in Grafiken enthält, deren zugrunde liegende Daten nicht über die offiziellen Datendienste abgerufen werden können. Aus diesem Grund werde ich mich auf diejenigen Stationen konzentrieren, deren Daten zur Verfügung stehen und deren Ergebnisse unten in Tabelle I zusammengefasst sind. Die Magnitude wurde im Standard Mode aus der Geschwindigkeit V_{max} des Breitbandsignals (<100 Hz; HH-Kanal) bestimmt, gemessen entlang aller 3-Achsen. Gemäß dem IASPEI-Standard (Ammon op. cit., S. 204 und Jacob/Neilson op.cit) wird die Magnitude wie folgt bestimmt:

$$M_s = \log_{10}(V_{max}/2\pi) + 1,66 \log_{10} \Delta + 3,3 \quad (2)$$

wobei die maximale Bodengeschwindigkeit V_{max} in $\mu\text{m/s}$ gemessen wird und Δ die Entfernung zum Epizentrum in degrees angibt ($1^\circ = 1 \text{ deg} \approx 111,1 \text{ km}$). Diese Beziehung gilt für die Abstände $2^\circ \leq \Delta \leq 160^\circ$, wird aber als zuverlässig ¹⁴ nur für $\Delta \geq 20^\circ$ oder Distanzen größer 2000km angesehen. Aus diesem Grund wird die „regionale body wave Magnitude“ m^*B eingeführt, auf die in Kürze noch einmal zurückgekommen wird. Aber zuerst wird M_s über Gleichung (2) bestimmt, deren Ergebnisse in Tabelle I zusammengefasst sind.

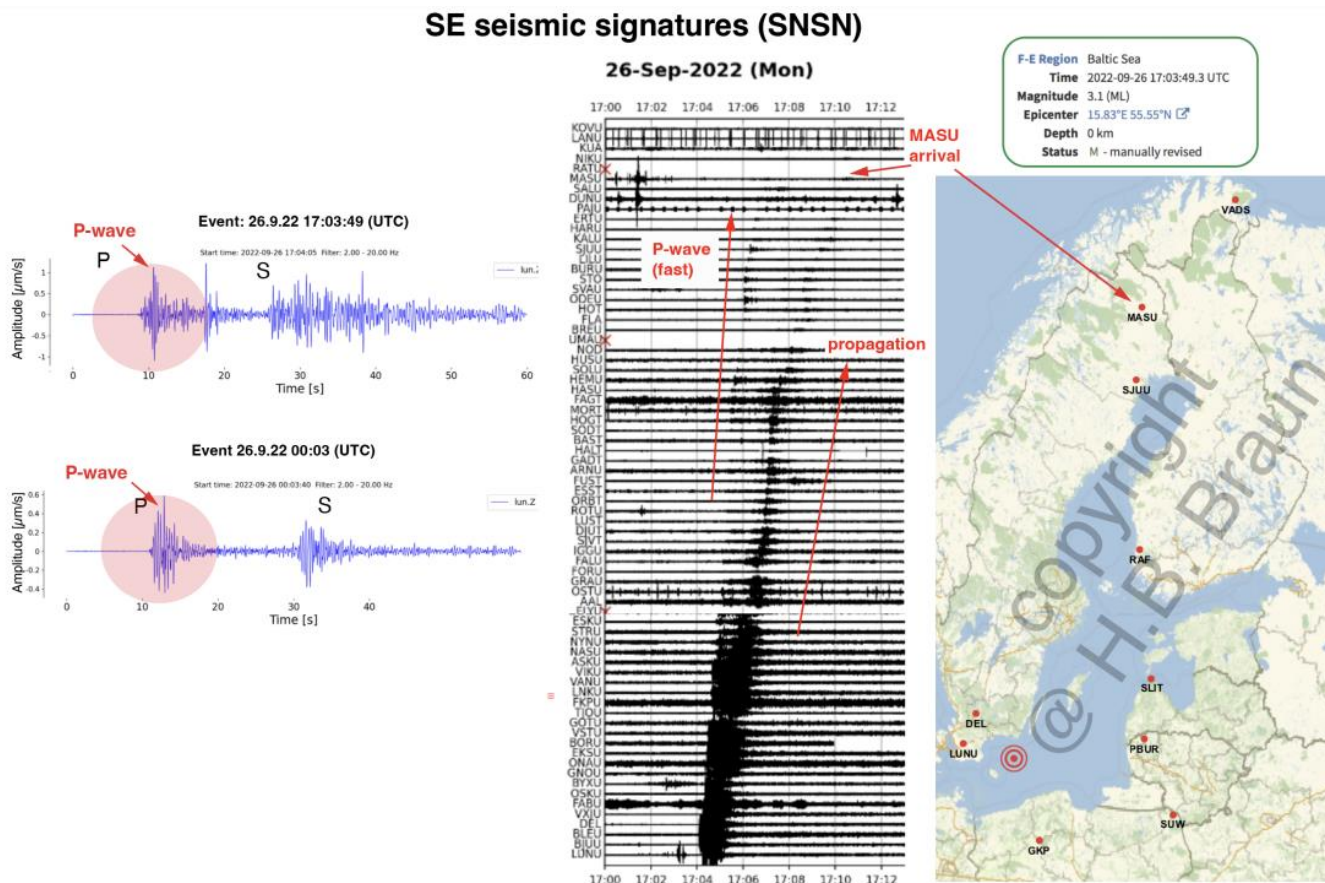


Abbildung 1 – NordStream-Explosion und seismische Signaturen an schwedischen Stationen gemäß der Website des schwedischen Seismologischen Dienstes SNSN [5] [Die meisten der in Ref. [5] angezeigten Daten. liegen nicht als Wellenformen vor und können daher nicht analysiert werden]. **Links:** Seismische Wellenformen gemessen in Lund (LUNU: 55.63200°, 13.44680°) das erste (schwächere) Ereignis gegen Mitternacht am 26. September und ein stärkeres Ereignis um 17:03 (UTC). Beachten Sie den starken Anstieg des P-Wellensignals, dessen Amplitude die der nachfolgenden Scherwellen übersteigt. **Mitte:** Ausbreitung der seismischen Wellen in Richtung Norden, wo die Station MASU die nördlichste Station Schwedens ist, die seismische Signaturen aufweist und in einer Entfernung von 1365 km vom Explosionsort liegt (die norwegische Station VADS bei 1754 km zeigt ebenfalls seismische Signaturen des Ereignisses von 17:03 Uhr an und tatsächlich auch Stationen in Island und Grönland). Einschub oben rechts: Eintrag in der Geofon-Datenbank, der die Lokalisierung der Explosion bis zu 8 km beschreibt. Der „Geofon Global Seismic Monitor“ zeigt eine Magnitude von $M_L = 3,1$ für das Ereignis um 17:03:49,32 (UTC) an. Quelle: [10] ([Link])

Die letzten beiden in Tabelle I aufgeführten Stationen befinden sich in Grönland, die Standorte aller anderen Stationen sind in Abb. 1 aufgeführt. Da die Rohdaten der in Abb. 1 gezeigten Wellenformen von LUNU (Lund, SE) nicht öffentlich verfügbar sind, sind die entsprechende Magnituden hier aus den dort gezeigten Daten abgeleitet. Tatsächlich wird ein Wert erhalten, der größer ist als der auf SNSN-Website aufgeführte $M_L = 2,3$, der wiederum direkt dem undokumentierten NORSAR entspricht. Aber auf jeden Fall sollte man beachten, dass DEL und LUNU zu nahe am Epizentrum liegen, als dass sie nach Gleichung (2) zuverlässig wären. Weil nach

¹⁴ Jacob & Neilson in 'Magnitude estimation on LOWNET', GSU Report (1977)

Jacobs/Neilson ist bekannt ist, dass aus dieser Gleichung verlässliche Ergebnisse nur jenseits von 2000 km erhalten werden (a. a. O. in der Fußnote oben), werden die entsprechenden Werte für m^*_B hier vorgestellt. Das ist von Bedeutung, da es sich um die Magnitude handelt, die von diesen Autoren eingeführt wurde und die in Abb. 0 dargestellt sind.

Beim Vergleich der in Tabelle 1 aufgeführten Magnituden fällt auf, dass die ersten aufgeführten Messungen von den Stationen sind, die mit Abstand die geringsten seismischen Signale gezeigt haben. Noch mehr, wie aus dem Bericht des Dänischen Geologischen Dienstes „GEUS“, [7] ([Link]) hervorgeht, waren die Stationen ausschließlich westlich der Detonationsstelle, die aufgrund der Resonanzwirkung der Ostsee eine geringe seismische Reaktion zeigten, auf die ich weiter unten zurückkomme.

Die letzten beiden in Tabelle I aufgeführten Stationen befinden sich in Grönland, die Standorte aller anderen Stationen sind in Abb. 1 aufgeführt. Da die Rohdaten der in Abb. 1 gezeigten Wellenformen von LUNU (Lund, SE) nicht öffentlich verfügbar sind, sind die zugehörigen Magnituden aus den dort gezeigten Daten abgeleitet. Tatsächlich wird also ein Wert größer als der auf der SNSN-Website aufgeführte $M_L = 2,3$ erhalten, der wiederum direkt dem undokumentierten NORSAR folgte. Aber auf jeden Fall sollte man beachten, dass DEL und LUNU zu nahe am Epizentrum liegen, als dass Gleichung (2) angewandt werden könnte. Denn nach Jacobs/Neilson ist bekannt, dass aus dieser Gleichung verlässliche Ergebnisse nur jenseits von 2000 km (siehe Fußnote oben) erhalten werden, die zugehörigen Werte für m^*_B werden hier vorgestellt. Das ist von Bedeutung, da es sich um Werte handelt, die von diesen Autoren eingeführt und bei ihrer Zusammenstellung der Daten in Abb. 0 gezeigt wurden.

Beim Vergleich der in Tabelle I aufgeführten Magnituden fällt auf, dass die ersten Messungen um die Stationen herum durchgeführt wurden, die mit Abstand die geringsten seismischen Signale gezeigt hatten. Mehr noch, wie aus dem Bericht des Dänischen Geologischen Dienstes „GEUS“, [7] ([Link]) hervorgeht, waren die Stationen ausschließlich auf die Standorte westlich der Detonationsstelle beschränkt, die aufgrund der Resonanzwirkung der Ostsee durch eine geringe seismische Magnitude gekennzeichnet sind, auf die ich weiter unten zurückkomme.

Aus den Werten in Tabelle 2 lässt sich ableiten, dass die Magnitude der Stationen in der Ostsee/Bothnischen See bei $m^*_B = 3,9 \pm 0,15$ liegt, wenn Stationen mit $d < 200$ km ausgeschlossen werden, aber auch die Stationen SUW mit ihrem durch Stoßwellenfokussierung erhöhten m^*_B Wert. Beachten Sie auch, dass der Wert um eine Größenordnung höher ist als der vom Geofon angegebene $M_L = 3,1$ ($m^*_B = 2,9$). Der Wert von $m^*_B = 3,9$ entspricht tatsächlich einer Sprengkraft von 185 Tonnen TNT (sic!) ^{15 16}

station code	LUNU	DEL	PBUR	SLIT	RAF	SJUU	VADS	SUW	NOR	ANGG
M_S	2.7	2.9	3.3	3.6	3.2	3	2.9	4.6	3.7	4.5
d(km)	150	160	380	460	701	1150	1754	500	3100	3000

Tabelle 1 – Seismografische Stationen (zu ihrer geografischen Lage siehe Abb. 1) und abgeleitete Werte für M_S basierend auf dem beobachteten V_{max} und der Entfernung vom Explosionsort (Epizentrum). **Beachten Sie den hohen Wert bei SUW, der repräsentativ für die nicht öffentlich zugänglichen Daten von Kaliningrad ist (RF).**

Infobox: Common definitions of seismic amplitudes

This is a list of the most common definitions for seismic magnitudes:

- M_L : local Richter magnitude
- M_S : magnitude determined from surface wave data
- m_b : 'body wave' magnitude determined from teleseismic P-waves
- m_b^* : scale that attempts to measure m_b at short range

M_L is the original definition introduced by Richter and is based on a standard Anderson-Woods seismometer. M_L is commonly the largest of all these values and is widely quoted in the media. The IASPEI standard (Ammon et al. (2021) op. cit.) is given by,

$$M_S = \log_{10}(V_{max}/2\pi) + 1.66 \log_{10} \Delta + 3.3,$$

which goes back to the so-called "Prague-Moscow ('62)" Standard. Here V_{max} is the maximal seismometer velocity measured in micrometers/second and Δ the distance from the epicentre in degrees (1 degree = 111.1 km). At teleseismic distances (>2000 km) M_S serves as an accurate measure for the body wave magnitude m_b . At shorter distances a more accurate measure for m_b is given by

$$m_b^* = \log_{10}(V_{max}) + 2.33 \log_{10} R - 2,$$

which has been introduced by Navarro/Brockmann ('70) and Jacob/Willmore ('72). V_{max} is defined as above while R denotes the distance between seismometer and epicentre in km. Finally, a conversion formula between M_L and m_b^* has been introduced by Jacob/Neilson ('77) and is given by

$$M_L = 0.72 m_b^* + 1.0.$$

¹⁵ Die statistische Unsicherheit im Wert von m^*_B impliziert eine Unsicherheit zwischen 120 t und 300 t.

¹⁶ Aufschlussreich ist in diesem Zusammenhang auch das Video, in dem die schiere Masse eines 25 Tonnen schweren konventionellen Sprengstoffs (entspricht ca 1/10 der obigen Schätzung) ist abgebildet [Link].

Selbst unter Berücksichtigung statistischer Unsicherheiten kann ausgeschlossen werden, dass ein konventioneller Sprengstoff verwendet wurde. Diese Schlussfolgerung wird durch die Betrachtung der Wellenformen der Seismogramme weiter untermauert, wie unten noch gezeigt wird, und auch durch die atmosphärischen und hydrodynamischen Daten bestätigt wird. Tatsächlich legen die beobachteten Daten von Grönland (wie auch Island), wo Gleichung (2) angemessene Werte liefert, einen noch höheren Wert von $M_s = 4,5$ nahe, was eine Sprengkraft von mehr als 1kt TNT bedeutet. Wie aus **Abb. 0 b** hervorgeht, liegen alle hier gemeldeten Werte im charakteristischen Bereich von taktischen Atomwaffen. Und natürlich muss man sich die Frage stellen, warum man eine übermäßige Menge an konventionellem Sprengstoff verwenden sollte, wenn höchstens ein paar hundert kg ausreichen würden.

Ebenso auffällig sind die seismischen Amplituden, die in Suwałki (SUW) an der Polnisch/Russischen Grenze zu Kaliningrad gemessen wurden und in geringerem Maße in der Station GKP. Die dazu gehörenden Wellenformen zeigen einen sehr scharfen intensiven Peak. Dies ist im seismologischen Kontext zwar ungewöhnlich, jedoch weniger überraschend im Kontext bei Stoßwellen: Reflektierte Signale können ein solches Verhalten zeigen, wie im Anhang diskutiert wird. Auf dem ersten Blick würde man aus diesen Amplituden Sprengladungen in der Größenordnung von ¹⁷ 20 kt ableiten (vgl. Nagasaki-Bombe hatte eine Sprengladung von 25kt).

Abschließend sollte man hier hinzufügen, dass die öffentliche Debatte in den USA und Europa gefährlich und halb bewusst in Richtung des Einsatzes taktischer Atomwaffen abdriftet. ¹⁸ Man erinnert sich an die bemerkenswerte Antwort von Liz Truss kurz vor ihrer Wahl zur britischen Premierministerin auf die Frage eines Interviewers: „Ob Sie Liz Truss als Premierministerin bereit sind, unsere Atomwaffen einzusetzen, was die globale Vernichtung bedeutet? Würdest du den Knopf drücken?“ Unter dem Applaus des Publikums antwortete sie: „Ich bin bereit, das zu tun“ [19] ([Link](#)).

Nach diesen Überlegungen zu den Folgen der Nordstream-Explosion werde ich mich näher auf die Merkmale der gemessenen seismischen Wellenformen konzentrieren und sie vergleichen mit bekannten konventionellen Unterwasserexplosionen, Erdbeben und bekannten unterirdischen Atomtests. Zu diesem Zweck werden die Wellenformen in zwei Stationen betrachtet, welche die deutlichsten Signale aufweisen, DEL und RAF in einer Entfernung von 160 km bzw. 700 km (vgl. **Abb. 2**). Beachten Sie die große Ähnlichkeit dieser Wellenformen mit dem bekannten nuklearen Ereignis vom 12. Februar 2013 in Nordkorea. Das Merkmal ist der anfängliche starke Anstieg der P-Welle, deren Amplitude die Magnitude der aufeinander folgenden Scherwellenzüge übersteigt. Beachten Sie auch die nahezu isotrope Natur [d. h. (fast) gleich in allen (Z, N, E)-Richtungen] welche auf eine bodennahe Explosion im Zusammenhang mit dem Nordstream-Ereignis zurückzuführen ist.

station code	LUNU	DEL	PBUR	SLIT	RAF	SJUU	VADS	SUW
m_b^*	3	3.2	3.9	4.2	3.9	3.8	3.8	5.2
d(km)	150	160	380	460	701	1150	1754	500

Tabelle 2 – Seismografische Stationen, abgeleitete seismische regionale „body wave“-Magnitude m_b^* der Nordstream-Detonation sowie die Entfernung von der Detonationsstelle. **Beachten Sie auch hier die extrem großen Werte für SUW in der Nähe von Kaliningrad, passend zu einem entsprechenden Erdbeben.** (Suwałki liegt in der Grenzregion der Exklave Kaliningrad, Polen, Litauen und Belarus.

Die oben genannten Wellenformen stehen in klarem Kontrast zu denen, die bei konventionellen Unterwasserexplosionen entstehen, wie sie von einer Gruppe von AWE-Blacknest-Wissenschaftlern (AWE: British Atomic Weapons Establishment) untersucht wurden. Diese letzteren Ergebnisse sind in **Abb. 3** zusammengefasst. Ein charakteristisches Merkmal ist die viel kleinere Amplitude der P-Welle im Vergleich zu Oberflächen Wellen, im klaren Gegensatz zu den Beobachtungen der Nordstream-Explosion. **Abb. 3** zeigt somit, dass ein herkömmlicher Sprengstoff eine viel weniger ausgeprägte Stoßwelle erzeugt und eine Wellenform, die sich deutlich vom der Nordstream Beobachtung unterscheidet.

Abschließend wird auf den Unterschied zwischen einem Erdbeben und einer nuklearen Explosion eingegangen. **Abb. 4** stammt aus dem Lehrbuch von Ammon et al. [17]. Auch hier sind die nuklearen Ereignisse durch das abrupte Einsetzen der P-Wellen gekennzeichnet deren Amplitude die der nachfolgenden Oberflächenwellen übersteigt, wohingegen die Wellenformen bei Erdbeben das umgekehrte Verhältnis aufweisen. Auch hier weisen die Nordstream-Seismogramme deutliche Merkmale der nuklearen Detonation auf, unterscheiden sich jedoch von den Erdbebenwellenformen, die wiederum Merkmale von konventionellen Unterwasserexplosionen wie in **Abb. 3** haben.

Eine konventionelle Explosion der beobachteten Größe hätte zweifellos nachweisbare Mengen NO₂ erzeugt. Umfangreiche Satellitendaten (Zugriff über GEE oder Copernicus) zeigen jedoch **keine** Anzeichen solcher Emissionen die mit der Explosion in Zusammenhang stehen könnten. Bemerkenswert sind jedoch die Aerosolkonzentrationen im Infrarot und die Unterwasserströmungen in der Nähe des Meeresbodens, die als nächstes besprochen werden sollen.

¹⁷ In einer ersten Version des Manuskripts wurden die größeren Werte der Station BEL als Maximalwerte angegeben. Allerdings in Gegensatz zu den SUW-Daten mit ihrem Echocharakter ist die Herkunft dieser Daten nicht eindeutig.

¹⁸ Diese Tendenz lässt sich auch aus einem Detail wie der 4. (2019) Auflage des Standardwerks „The evolution of nuklearen Strategie“ von Freedman & Michaels ableiten. Man sollte die Daten der früheren Ausgaben bemerken: 1981 (Kalter Krieg); 1989 (Zusammenbruch von SU); 2003 (NATO Ost-Erweiterung und Irak).

III. Hydrodynamische Signaturen (Abb.6)

Bei einer Detonation in der Größenordnung von 0,2-1 kt TNT-Äquivalent (oder möglicherweise größer) erwartet man einen erheblichen Einfluss auf die Unterwasserströmungen. Tatsächlich zeigen die Strömungen am Tag nach der Explosion einen massiven Anstieg einer strahlförmigen Strömung (weißer Pfeil), die vom Detonationsort weggerichtet ist. Auch die Topographie von Meeresboden zeigt, dass der Sprengstoff sehr sorgfältig positioniert wurde: Er wurde so platziert, dass die folgende Stoßwelle auf eine ca. 20 km breite natürliche Unterwasserschlucht fokussiert wurde, die direkt in Richtung der russischen Exklave Kaliningrad zeigt. Dies geht aus der **Abb. 6** hervor, die beide Ströme am Vortag (26. September) zeigt sowie zwei Tage danach (27./28. September). Am Tag vor der Explosion kann man aus den Daten der Ost-West-Geschwindigkeit (u_x) (die hier nicht gezeigt werden) auch auf eine kleine Strömung schließen die in Richtung Osten existiert, wohingegen es im Becken der Explosion praktisch keine Strömungen gibt. Im Gegensatz dazu entstand am 27. September eine starke, nach Süden gerichtete Strömung, die von der Explosionsstelle weg gerichtet ist. Gleichzeitig zeigt die Schlucht einen Rückfluss, der die anfängliche Emission der Stoßwelle ausgleicht. Das ist besonders deutlich in einer Tiefe von 50 m, die auf der rechten Seite angezeigt werden. Außerdem wird eine Skizze der Strömungen gezeigt mit dem Wirbel, der nach der Detonation in dem die Explosionsstelle umschließenden Becken entstand.

IV. Atmosphärische Signatur – Aerosole im Infrarot

Während der Nacht aufgenommene Infrarotbilder zeigen eine erhöhte Konzentration von Aerosolen (Infrarot-IR-A) bei der Wellenlänge von 685 nm bzw. 1240 nm. In **Abb. 5** ist die Entstehung einer vom Detonationsort ausgehenden Aerosolschicht deutlich zu erkennen, die sich direkt in Richtung des Windes (N bis NNW) über Entfernungen von mehr als 100 km erstreckt. Ebenso erkennbar ist ein deutlicher Anstieg der Aerosole um Kaliningrad und in Richtung Polen, Lettland, Weißrussland und sogar nach Norden bis nach Stockholm. Bemerkenswert ist, dass die Regionen mit erhöhten Aerosolen genau mit den Regionen zusammenfallen die direkt der Stoßwelle ausgesetzt sind, was durch die deutlichen seismischen Signale in RAF belegt wird. Dies ist in der Tat zu erwarten, nachdem Hinweise auf eine gezielte Schockwelle gegen Kaliningrad vorliegen. Die Aerosole nördlich der Detonationsstelle und ihre Position werden durch die Wetterdaten [\[Link\]](#) in Karlskrona bestätigt, wo es von 20:00 bis 01:20 (UTC) geregnet hat, was ein außergewöhnliches Ereignis des Wetters darstellt. ¹⁹

V. Schlussfolgerung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass jede unserer vier Hauptbeobachtungen die seismische Magnitude, die charakteristische seismische Wellenform, die Unterwasserströmungen und die große Menge an erzeugten Aerosolen mit der Nutzung eines konventionellen Sprengstoffs nicht vereinbar sind. Umgekehrt ist das von NORSAR/LANL propagierte Narrativ eines Sprengstoffs mit „Detonation Energie von einigen hundert Kilogramm TNT“ im Widerspruch zu jeder einzelnen der oben genannten Beobachtungen. Wir können also zusammenfassen:

(1) Aus der Detonationsenergie und der daraus resultierenden gut geplanten Positionierung des Sprengstoffs, was aus den seismischen Daten sowie aus den hydrodynamischen Details folgt, wird offensichtlich, dass das Ziel des Angriffs nicht nur in der Zerstörung von Nordstream bestand, sondern auch ein „Tsunami-ähnlicher“ Angriff ²⁰ auf die russische Exklave Kaliningrad war. Dies ist nicht nur daran zu erkennen, dass von dem gewählten Explosionsort ein direkter freier Weg zur der Kaliningrader Küste besteht, sondern auch aus satellitengestützten Beobachtungen der erzeugten Unterwasserströmungen, sondern auch von der seismischen Amplitude in der Nähe von Kaliningrad (Suwałki), die einem seismischen Ereignis der Magnitude $m^*_B=5,2$ entsprach. Dies wiederum schließt offensichtlich die Möglichkeit aus, dass Russland für den Angriff verantwortlich war. ²¹ In diesem Zusammenhang wird der Grund für die NATO-Übung BALTOPS 22 vom 5. bis 17. Juni 2022 [\[Link\]](#) sehr plausibel, da ihr primäres Ziel darin bestand, die Navigation unbemannter Unterwasserfahrzeuge (UUV) durchzuführen und in mehr als 200 Stunden die Unterwasserkartierungsdaten in der Nähe von Bornholm zu sammeln, was auch die unmittelbare Nähe des späteren Detonationsortes war. Unsere Überlegungen zeigen, wie entscheidend die detaillierten Kenntnisse dieser Region für die Durchführung des Angriffs waren.

(2) Die Explosionsenergie wurde in Medienberichten durch eine höchst irreführende Wahl der seismischen Stationen heruntergespielt, außerdem ist sie nicht durch quantitative Daten untermauert. Die tatsächliche Detonationsenergie übertraf diese „Berichte“ um mehrere Größenordnungen. Eine Auswertung der durch Seismik erhobenen Daten von Stationen rund um die Ostsee See ergeben eine (body wave) Magnitude von $m^*_B= 3,9 \pm 0,15$. Selbst bei konservativsten Schätzungen kommt man zu einer Sprengladung von 185 t TNT-Äquivalent (mit einer statistischen Unsicherheit von 60 Tonnen).

¹⁹ Die Auswirkungen einer nuklearen Unterwasserexplosion einer Ladung mit 5kt TNT-Äquivalent sind im folgenden Video [\[Link\]](#) zu sehen. Im Gegensatz zur herkömmlichen Explosion in Abb. 3a kommt es zu einer erheblichen Aerosolbildung.

²⁰ Aufgrund der steilen Küstenlinie, die sich aus der bathymetrischen Datierung ergibt (vgl. Ref. [22]), führten die Stoßwellen zu heftigen Wellenbrechern, das zu den großen Aerosolkonzentrationen führte

²¹ Inzwischen wird dieser Umstand sogar in Medien wie in der kurz zuvor erschienenen Washington Post [21] angezweifelt Das aktuelle Dokument wurde fertiggestellt.

Angesichts der seismischen Daten aus Grönland kommt man zu einer Sprengladung von 4 Kilotonnen. Die Wirkung einer nuklearen Unterwasserexplosion dieser Größenordnung lässt sich aus dem folgenden Filmmaterial ableiten, das im Rahmen der US-amerikanischen Wahoo/Hardtack-Testreihe aufgenommen wurde ([Link](#)). Neben der erheblichen Entstehung von Aerosolen sollte man auch die schnell austretende Oberflächenstoßwelle ganz am Anfang dieses (Zeitraffer)-Videos beachten.

Angesichts dieser Tatsachen kann mit Sicherheit ausgeschlossen werden, dass die Explosion durch „ein Äquivalent von mehreren hundert Kilogramm TNT“ verursacht wurde, was am 18. November im Guardian als von Experten durchgeführten (geheimen) Ermittlungen [Link](#) geschrieben wurde. Die Verwendung eines herkömmlichen Sprengstoffs in der Größenordnung von 0,2 kt kann auch aufgrund der Tatsache ausgeschlossen werden, dass die Zerstörung selbst mit einem Bruchteil davon hätte erreicht werden können. Weitere Beweise für diese Tatsache sind die enormen hydrodynamischen Effekte, die verursachten Strömungen im Ausmaß von Dutzenden von Kilometern, die auf Satellitenbildern zu sehen sind, zusammen mit den festgestellten riesigen Mengen an Aerosolen in den Stunden nach der Explosion rund um die Küsten.

Schließlich und wichtig ist es, dass die seismischen Wellenformen keine Ähnlichkeit mit herkömmlichen Unterwasserexplosionen aufweisen, sondern eher mit nuklearen Untergrundexplosionen, wie aus einem Vergleich mit den seismischen Daten eines nordkoreanischen Atomtests hervorgeht. Es sind genau diese seismischen Fingerabdrücke, die regelmäßig zur zuverlässigen Identifizierung von Atomtests verwendet werden. Und schließlich liegt die geschätzte Größe der Detonationsenergie im Bereich taktischer thermonuklearer Waffen. Trotz ihrer enormen Energiefreisetzung sind sie kleine Geräte und können weniger als 100 kg wiegen. So können sie über UUVs sicher zu einer bestimmten Position navigiert werden, ein Verfahren, das von der NATO genau in der Region Bornholm bei der BALTOPS'22-Übung im Juni 2022 praktiziert wurde.

(3) Es ist offensichtlich, warum keine herkömmliche Sprengladung dieser Magnitude verwendet wurde, wenn nur ein Bruchteil davon ausreichen würde, um die Pipeline auch an mehreren Standorten zu zerstören. Das einzige Motiv ist eine tiefe beunruhigende geopolitische Frage: „Hey – wir können in Ihren Hinterhof eine thermonukleare Explosion mit bewusster Kraft auslösen“. Das sehr Zynische an thermonuklearen Waffen ist, dass eine Waffe im allerletzten Moment auf die erforderliche Sprengkraft „eingestellt“ werden kann. Das globale Drohpotential ist also beträchtlich – man denke an den Iran, China/Taiwan, Nordkorea, aber möglicherweise auch die Türkei.

Die Nordstream-Explosion war also nicht nur ein gut geplanter Angriff auf die europäische Energieversorgung. Es war in erster Linie eine rücksichtslose geopolitische Machtdemonstration mit unvorstellbaren Folgen. Aus dem UN-Vertrag über die Nichtverbreitung von Kernwaffen aus 1968 ²² (NVV) ist klar, dass die einzigen Verantwortlichen für die Vorbereitung und die tatsächliche Durchführung des Angriffes das Vereinigte Königreich und die USA sind.

Über die Reaktion können wir nur erschreckend spekulieren, wenn – mutatis mutandis – Russland oder China einen ähnlichen Angriff auf eine lebenswichtige US-Infrastruktur gestartet hätten. Und schließlich ist zu beachten, dass es per Definition nicht als „Atomtest“ benannt werden kann, der laut LTBT verboten ist, aber dann bleibt nur noch die Option, dass es per Definition der berühmte „Erstschlag“ war, von dem alle US-Präsidenten seit G.H.W. Bush sich weigerten, davon Abstand zu nehmen. Und wir stehen unter Schock wenn man über die Konsequenzen nachdenkt, es hätte zu einer hitzigen und prompten Reaktion auf Seiten der Betroffenen kommen können.

VI. Epilog

Als Physiker traf ich persönlich einige der Kollegen, die zu den Hauptarchitekten der thermonuklearen Waffe auf beiden Seiten des Eisernen Vorhangs gehörten, einer Waffe, die – zum ersten Mal in der Geschichte der Menschheit – das Potential birgt, diese als impulsive Reaktion eines Einzelnen auszulöschen. Mit der Ermöglichung der Entstehung dieser Waffen hat sich die Menschheit vom Konzept der Demokratie entfernt ²³.

Als Vater und Großvater war ich zutiefst schockiert, als ich die oben aufgeführten Fakten ans Licht brachte und die wahre Natur und das Ausmaß des Angriffes auf die Nordstream-Pipelines erkannte.

²² Es beginnt der Atomwaffensperrvertrag mit der folgenden Aussage: „Angesichts der Verwüstung, die ein Atomkrieg für die gesamte Menschheit bedeuten würde, und die daraus resultierende Notwendigkeit, alle Anstrengungen zu unternehmen, um die Gefahr eines solchen Krieges abzuwenden, um die Sicherheit der Völker zu gewährleisten.“

²³ In der ersten Demokratie der Welt unter Kleisthenes wurden 10 Bezirke geschaffen, aus denen jeweils 50 Abgeordnete per Los zur Entsendung ausgewählt wurden an den Panathenäischen Rat der 500 Boulae, der zehn Militärformationen vorschlug, die von demokratisch gewählten Strategen angeführt wurden. Somit war der Aufstieg der Demokratie eng mit der Verteidigung verbunden. [vgl. St. Bajohr, „Kleine Weltgeschichte des demokratischen Zeitalters“, Springer, 2014]

Es scheint, dass wir stillschweigend dazu gebracht werden zu akzeptieren, dass der Einsatz taktischer Atomwaffen zur „neuen Normalität“ wird. Obwohl alle Bemühungen seit dem Zweiten Weltkrieg, einschließlich des UN-Vertrags über die Nichtverbreitung von Kernwaffen (NVV), genau das Gegenteil als Ziel hatten, nämlich die vollständige Abschaffung von Atomwaffen.²⁴

Nachdem sie bald die katastrophalen Folgen ihres Engagements im Manhattan-Projekt während des Zweiten Weltkriegs erkannt hatten, engagierte sich die Mehrheit meiner Kollegen sofort in Aktivitäten dem nuklearen Wettrüsten ein Ende zu setzen. Einige von ihnen mussten mit drastischen Konsequenzen für ihre Bemühungen rechnen: Einige weigerten sich, gegen ihre eigenen Kollegen auszusagen, wie zum Beispiel David Bohm, und infolgedessen waren sie gezwungen, ihre prestigeträchtigen akademischen Positionen aufzugeben und emigrieren, oder **J.R. Oppenheimer, der verdrängt und nie vollständig rehabilitiert** wurde. Ebenso auf der anderen Seite des Eisernen Vorhangs: **Andrei Sacharow**, obwohl er der Architekt der sowjetischen H-Bombe war (mit 50 Megatonnen die stärkste jemals gebaute Waffe), engagierte er sich unter großer Bedrohung und Unterdrückung durch dieses Regime aktiv im Dialog zwischen Ost und West.

Und trotz dieser Bemühungen befinden wir uns jetzt in einer Situation, in der die Öffentlichkeit (einschließlich der Wissenschaftler, die nicht für die Verteidigungsindustrie im weiteren Sinne arbeiten) noch nicht einmal im Entferntesten erkannt hat, dass sie sich auf dem Schlachtfeld eines anhaltenden Atomkonfliktes befinden, der vom Westen rücksichtslos entfesselt wurde.

Die Gefahr dieses Atomkonfliktes liegt in der grenzenlosen Eskalation. Jeder Vergeltungsschlag erhöht sukzessive die Energieskala der beteiligten Waffen und bringt uns Schritt für Schritt näher an den Abgrund der totalen Vernichtung, und niemand ist sich im Entferntesten bewusst, in welches gefährliche Terrain wir manövriert wurden!

Nachdem der Atomkrieg nun sein hässliches Gesicht über der Ostsee erhoben hat, liegt es an uns, entweder es dauerhaft zu entsorgen, oder das Ende der Menschheit zu riskieren.²⁵

²⁴ Tatsächlich ist Art. VI des NVV heißt es: „Jede Vertragspartei verpflichtet sich, nach Treu und Glauben Verhandlungen über wirksame Maßnahmen zu führen“ zur baldigen Beendigung des nuklearen Wettrüstens und zur nuklearen Abrüstung sowie über die allgemeine und vollständige Abrüstung unter strenger und wirksamer internationaler Kontrolle.“

²⁵ Hier soll berichtet werden, was die Skeptiker im US-amerikanischen Wissenschaftlichen Beratungsausschuss des SAC im Jahr 1949 kurz vor Präsident Trumans Entscheidung, mit der Entwicklung der Superbombe (d. h. der thermonuklearen Bombe) zu beginnen, prophetisch feststellten: „Wir wurden von der Kommission gefragt darüber entscheiden, ob wir eine „allumfassende“ Anstrengung machen sollten, um eine Waffe zu entwickeln, deren **Energiefreisetzung 100 bis 1000 Mal höher ist als die der gegenwärtigen Atombombe** [d. h. Spaltungsbombe]. Wir stützen unsere Empfehlung auf unsere Überzeugung, dass die mit dem Vorschlag verbundenen **extremen Gefahren für die Menschheit jeden militärischen Vorteil bei weitem überwiegen**. Das könnte aus dieser Entwicklung resultieren. Man muss sich darüber im Klaren sein, dass es sich hierbei um eine Superwaffe handelt. **Sie gehört zu einer völlig anderen Kategorie als eine Atombombe**. Der Grund für die Entwicklung solcher Superbomben wäre die Fähigkeit, mit einer einzigen Bombe ein riesiges Gebiet zu zerstören. Seine Verwendung würde beinhalten, eine große Zahl von Zivilisten abzuschlachten. Wir sind besorgt über die möglichen globalen Auswirkungen der durch die Explosion erzeugten Radioaktivität von ein paar Superbomben. Wenn Superbomben überhaupt funktionieren (die USA, Russland und China haben gezeigt, dass dies der Fall ist), dann gibt keine Grenze für die Zerstörungskraft, die mit ihnen erreicht werden kann. **Daher könnte eine Superbombe zu einer Waffe des Völkermords werden**.

Die Existenz einer solchen Waffe in unserem Arsenal hätte weitreichende Auswirkungen auf die Weltmeinung: Vernünftige Menschen auf der ganzen Welt würden erkennen, dass **die Existenz einer solchen Waffe, deren Zerstörungskraft praktisch unbegrenzt ist, eine unerträgliche Bedrohung für die Zukunft der Menschheit darstellt**.“

Unterzeichnet J.B. Conan, H. Rowe, C.S. Smith, L.A. DuBridg, O.E. Buckley und J.R. Oppenheimer am 30. Oktober 1949 (US. Atomic Energy Commission, Hist Doc. Nr. 349)

Verweise

[1] Elaine Scarry, Thermonuclear Monarchy, Norton (2014)

[2] UN - Nuclear Non-Proliferation Treaty, <https://www.un.org/disarmament/wmd/nuclear/npt/text>

[3] Guardian article, <https://www.theguardian.com/world/2022/nov/18/gross-sabotage-traces-of-explosives-found-at-sites-of-nord-stream-gas-leaks>

[4] NORSTAR Press Release, <https://www.jordskjelv.no/meldinger/ekspljosjoner-registrert-ved-gassrorledningene-nord-stream-i-ostersjoen>

[5] Report by the Swedish National Seismic Network (SNSN) on the Nordstream incident, <http://www.snsn.se>

[6] Interview with the Swedish National TV Station SVT, <https://www.svt.se/nyheter/inrikes/svt-avslojar-tva-explosionerintill-nord-stream>

[7] Report of the Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS), <https://www.geus.dk/om-geus/nyheder/nyhedsarkiv/2022/sep/seismologi>

- [8] Nord Stream und das Ostsee-“Erdbeben”. Erdbebennews <https://erdbebennews.de/2022/09/nord-stream-und-das-ostsee-erdbeben/>
- [9] Paul G. Richards, Won-Young Kim, Advances in Monitoring Nuclear Weapon Testing, Scientific American March (2009). <https://www.scientificamerican.com/article/advances-in-monitoring-nuclear/>
- [10] Geofon and EIDA Data Archive, Helmholtz Centre Potsdam, <https://geofon.gfz-potsdam.de/webdc3/>
- [11] C. Rieck & T. Porschmann, „Wehrtechnik-Experte analysiert Drohnen-Bilder der Pipeline-Sprengung, Oct 23, 2022. <https://www.youtube.com/watch?v=kf1lf2e0Ek>
- [12] B. Duan et al. , Blasting demolition of steel structure using linear cumulative cutting technology, Adv. Mech. Eng. 9, 1687814017729089, (2017). <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1687814017729089>
- [13] L. Krischer, T. Megies, R. Barsch et al. ObsPy: A bridge for seismology into the scientific Python ecosystem, Comput. Sci. Discov., 8(1):014003-014003, 2015.
- [14] NATO REPMUS'22 Exercise <https://www.nato.int/nato-static-files/2014/assets/pdf/2022/9/pdf/220915-factsheet-exercise-repmus.pdf> [15] Jacob & Neilson. GSU Report 'Magnitude estimation on LOWNET', (1977).
- [16] Beyreuther, M., Barsch, R., Krischer, L., Megies, T., Behr, Y., and Wassermann, J., ObsPy: A Python Toolbox for Seismology, Seismological Research Letters, 81 (3), 530-533 (2010).
- [17] C.J. Ammon, A.A. Velasco, T. Lay and T.C. Wallace, Foundations of Modern Global Seismology, 2nd ed., Academic Press (2021).
- [18] D C. Booth, The relationship between seismic local magnitude ML and charge weight for UK explosions. British Geological Survey Open Report, OR/09/062 (2009).
- [19] Liz Truss interview, “I am ready to do it”, <https://www.youtube.com/watch?v=CM8evVhzHPI>
- [20] NATO BALTOPS'22 exercise, <https://sfn.nato.int/newsroom/news-archive/2022/baltops-22-a-perfect-opportunity-for-research-and-testing-new-technology>
- [21] No conclusive evidence Russia is behind Nord Stream attack, Washington Post, Dec 21 2022, <https://www.washingtonpost.com/national-security/2022/12/21/russia-nord-stream-explosions/>
- [22] H.B. Braun, 'An open letter to J. Sachs' in response to the UN Security Council Decision not to launch an independent Nordstream investigation, April 4, 2023.

Anhang – Fokussierende Wirkung von Stoßwellen

Die in **Abb. 6** angedeutete fokussierende Wirkung des annähernd elliptisch geformten Meeresbodens wurde in speziell konzipierten Experimenten beschrieben, die in **Abb. 7** dargestellt sind. Erstens ist bekannt, dass die Dispersion eines vorhandenen Signals, das durch einen scharfen Stoß entstanden ist, durch Reflexionsprozesse „rückgängig gemacht“ werden kann und neu fokussiert werden kann zu einem schmalen Impuls, dessen Stärke die der ursprünglichen Anregung übersteigen kann, wie in dem gezeigten Beispiel um den Faktor 6. Bild **d** zeigt einen Vergleich zwischen Experiment und der Simulation der Verstärkung einer Stoßwelle über einen elliptischen Reflektor hin zu einem Brennpunkt, der weiter vom elliptischen Reflektor entfernt ist als der ursprünglicher Ort der Explosion. Tatsächlich ähnelt die Anordnung stark der unterirdischen Topographie in der Umgebung der Explosionsstelle Nordstream. Dementsprechend muss der Brennpunkt in der Nähe des Eingangs der Unterwasserschucht in Richtung Kaliningrad gelegen haben. Das bewirkte eine deutliche Verstärkung und Fokussierung der bei der Explosion erzeugten Stoßwelle und wandelte sie in eine hochenergetische strahlartige Stoßwelle um, die auf Kaliningrad gerichtet war. In diesem Zusammenhang ist auch die Entstehung einer riesigen Aerosolwolke innerhalb weniger Stunden nach der Detonation zu beachten. Dies erklärt auch die enormen seismischen Amplituden, die in Suwałki (vgl. Tabelle 1) in der Nähe von Kaliningrad und dem angrenzenden Gebieten von Litauen, Weißrussland und Polen erzeugt wurden. Abschließend sei darauf hingewiesen, daß die NATO die Übung BALTOPS'22 in der Ostsee durchführte, speziell um Bornholm, bei der über 200 Stunden detaillierte Unterwasseraufnahmen gesammelt wurden, was eine Voraussetzung für das hier beschriebene Szenario ist.

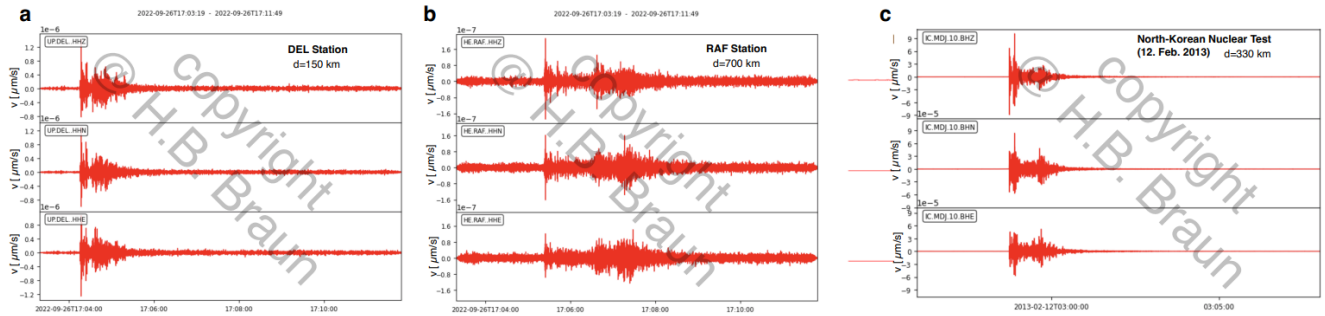


Abbildung 2 – Gemessene 3D-Seismogramme von DEL und RAF im Vergleich zu einem nordkoreanischen unterirdischen Atomtest der Größenordnung $M_L = 5,1$.

a) Gemessene seismische Reaktion bei DEL auf dem schwedischen Festland in einer Entfernung von 150 km in Richtung Westen (vgl. **Abb. 1**). Von oben nach unten: Reaktion in vertikaler (Z), nördlicher (N) und östlicher (E) Richtung. Beachten Sie den abrupten Beginn der Reaktion, der charakteristisch für eine Schockwelle ist, und die bei einer nuklearen Explosion besonders ausgeprägt ist. Charakteristisch für ein Untergrundgeschehen ist auch die nahezu Isotropie der Reaktion, die auf die Existenz einer hybriden Wasser/Festkörper-Primärwelle hinweist.

b) Gemessene Reaktion an der Station RAF, die sich an der Finnische Küste in der Nähe von Turku in einer Entfernung von 700 km befindet. Auch hier ist der Beginn der P-Welle noch deutlich ausgeprägt. Beachten Sie, dass die Station RAF frei über das Wasser von der Detonationsstelle aus zugänglich ist. Aus diesem Grund kommt die Stoßwelle ungestreut an und bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von ca. 6 km/s weit über der Schallgeschwindigkeit (1,5 km/s). Beachten Sie, dass beide Darstellungen a und b eine periodische Unterstruktur aufweisen, die mit der resonanzartigen Reflexion von Stoßwellen in Küstenregionen zusammenhängt.

c) Gemessene Reaktion eines unterirdischen Atomtests (UNE) im Norden Koreas der Stärke $M_L = 5,1$ entsprechend einer TNT-Menge von 7 kt. Deutlich zu erkennen ist der Beginn der P-Welle, die ebenfalls die Intensität der Oberflächenwellen übersteigt. [Beachten Sie, dass basierend auf der hier verwendeten unabhängigen Methode die gleiche Schätzung $M_L = 5,1$ erhalten wurde wie in der Pressemitteilung des Earth Institute der Columbia University [\[Link\]](#). [**Abb 3a,b:c** H.B. Braun]

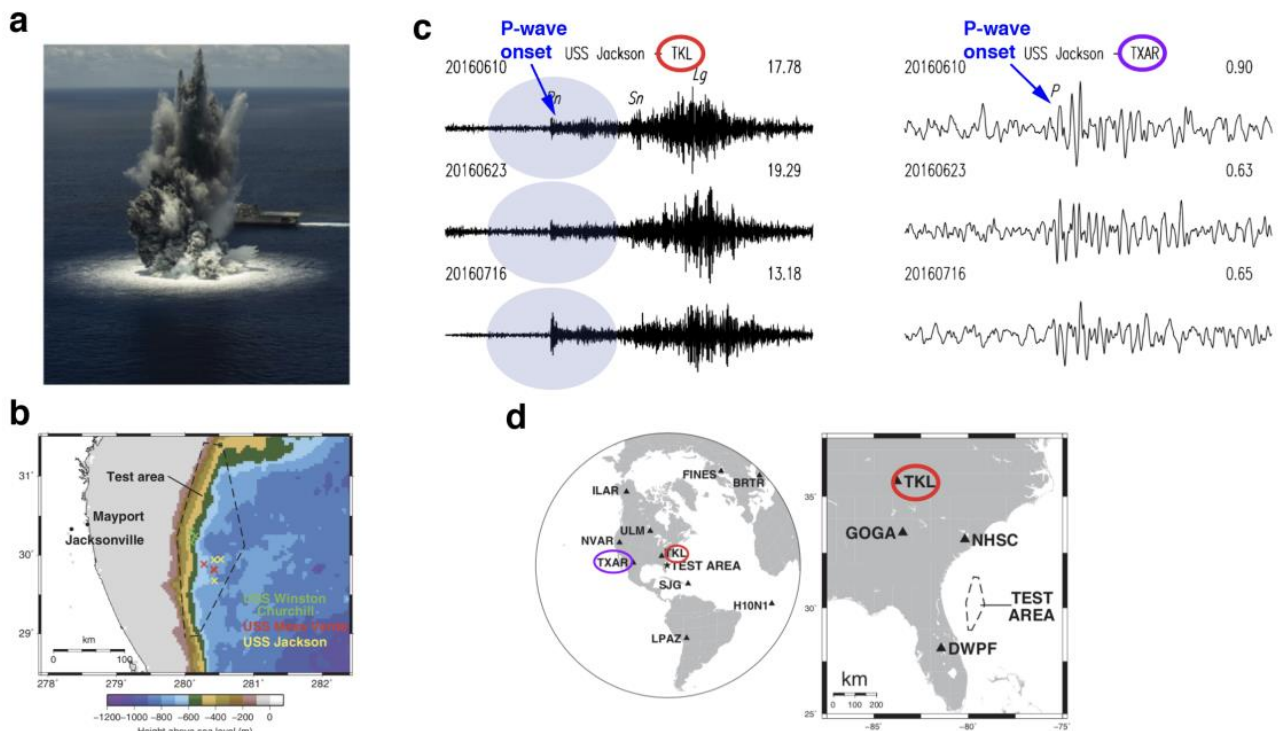


Abbildung 3 – Vergleich zu herkömmlichen (chemischen) Unterwasserexplosionen („Schocktests“ mit 10.000 lbs TNT) vor der Küste Floridas:

a) Konventionelle Explosion, ausgelöst durch die USS Jackson am 10. Juni 2016, **b** Ort der Explosionen, **c** zugehörige Wellenformen verschiedener Tests registriert bei TKL (das empfindlichste seismografische Instrument der Welt in Tennessee unter DoD-Verwaltung) und bei TXAR (Texas). Beachten Sie die Ähnlichkeit mit dem Erdbeben in **Abb. 4** und den auffälligen Unterschied zum nuklearen Ereignis, das in derselben **Abbildung** dargestellt ist. Quelle: R. Heyburn, S.E. J. Nippres und D. Bowers, *Seismische und hydroakustische*

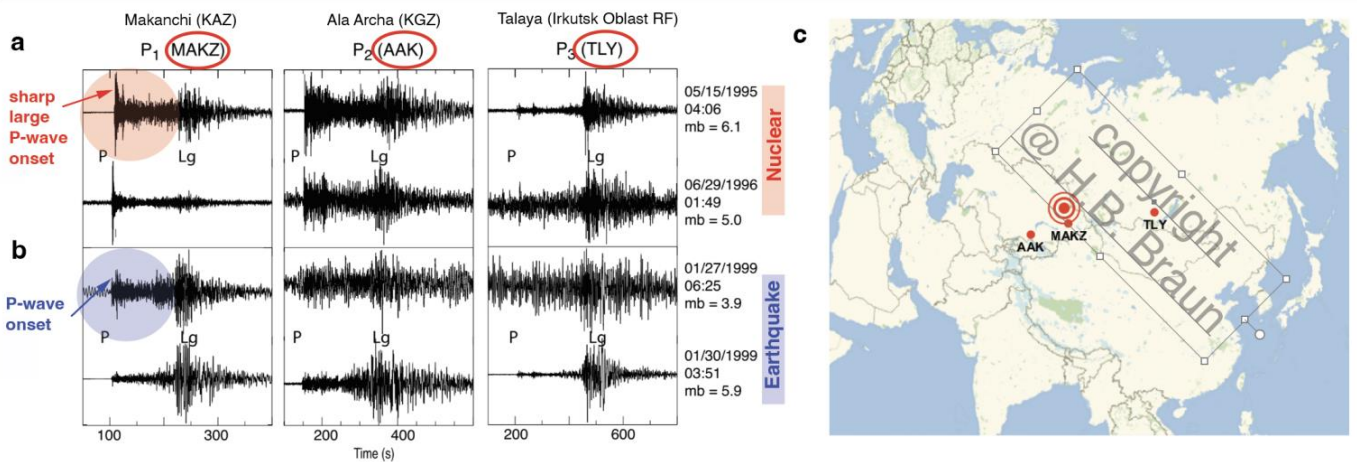


Abbildung 4 – Vergleich zwischen Erdbeben und nuklearen Explosionen am Teststandort Semipalatinsk mit nahezu identischem Epizentrum (rote Kreise):

a) Seismogramme einer nuklearen Explosion auf dem Testgelände Semipalatinsk, registriert an den seismischen Stationen MAKZ, AAK, TLY mit Distanzen von 440 km, 892 km bzw. 1754 km. Obere Reihe: ein Ereignis der Magnitude $m_b = 6,1$, zweite Reihe eine nukleare Explosion der Stärke $m_b = 5,0$. Beachten Sie das abrupte und intensive Einsetzen von P-Wellen, die das der folgenden Lg-Wellen in Entfernungen von weniger als 1000 km von den seismischen Stationen übertreffen. Dies steht im Gegensatz zu Erdbeben (**b**, untere zwei Reihen), bei dem die Lg-Wellenamplitude immer die der P-Wellen in allen Entfernungen übersteigt.

c) Geografische Lage des Epizentrums (rote konzentrische Kreise) und der seismischen Stationen. Quelle: Tafeln **a,b**, von C.J. Ammon et al. Grundlagen der modernen globalen Seismologie, 4. Auflage. (2021).

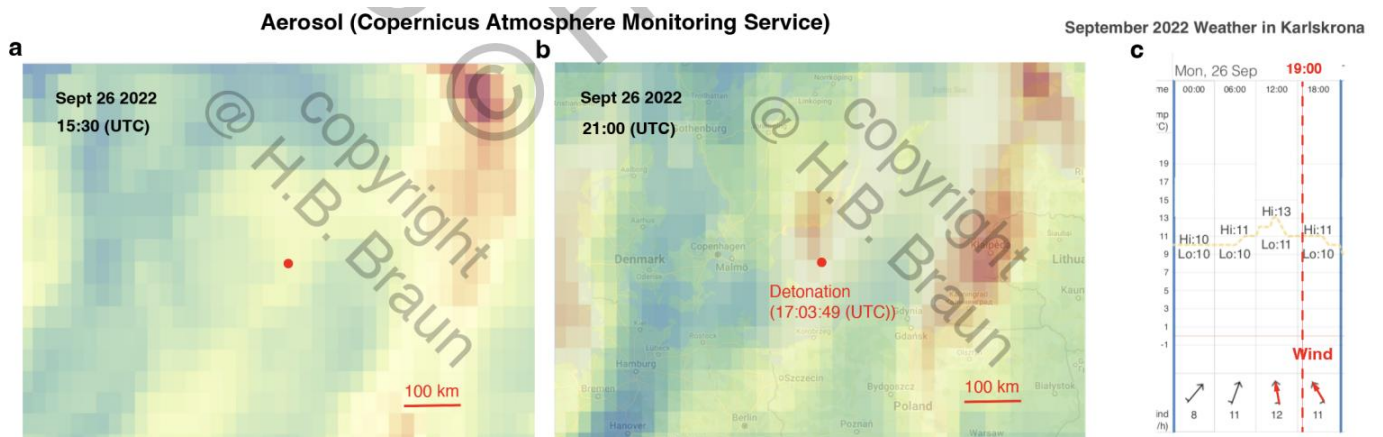


Abbildung 5 – Aerosole vor und nach der Detonation:

a) Aerosolverteilung 1,5 Stunden vor der Detonation im Infrarotbereich erfasst bei 785 nm Wellenlänge.
b) Aerosolverteilung 4 Stunden nach der Detonation (beachten Sie, dass Ortszeit = UTC +2). Deutlich zu erkennen sind die Wolke, die sich vom Detonationsort (roter Punkt) über 100 km in Richtung der vorherrschenden Winde ausgedehnt (vgl. **c**). Auch deutlich zu erkennen ist die Zunahme der Aerosolkonzentration entlang der Kaliningrader Küste, wie sie aufgrund der Fokussierung des Schocks entlang der Unterwasserschlucht zu erwarten ist und die auf Kaliningrad gerichtet ist (vgl. Abb. 6).
c) Windrichtung in Karlskrona an der schwedischen Küste gegenüber der Explosion Aufstellungsart entgegen der Windrichtung. [Quelle: GEE: Copernicus Atmosphere Monitor (CAM) bei 785 nm Wellenlänge]. [Abb5a,b,c: H.B. Braun]

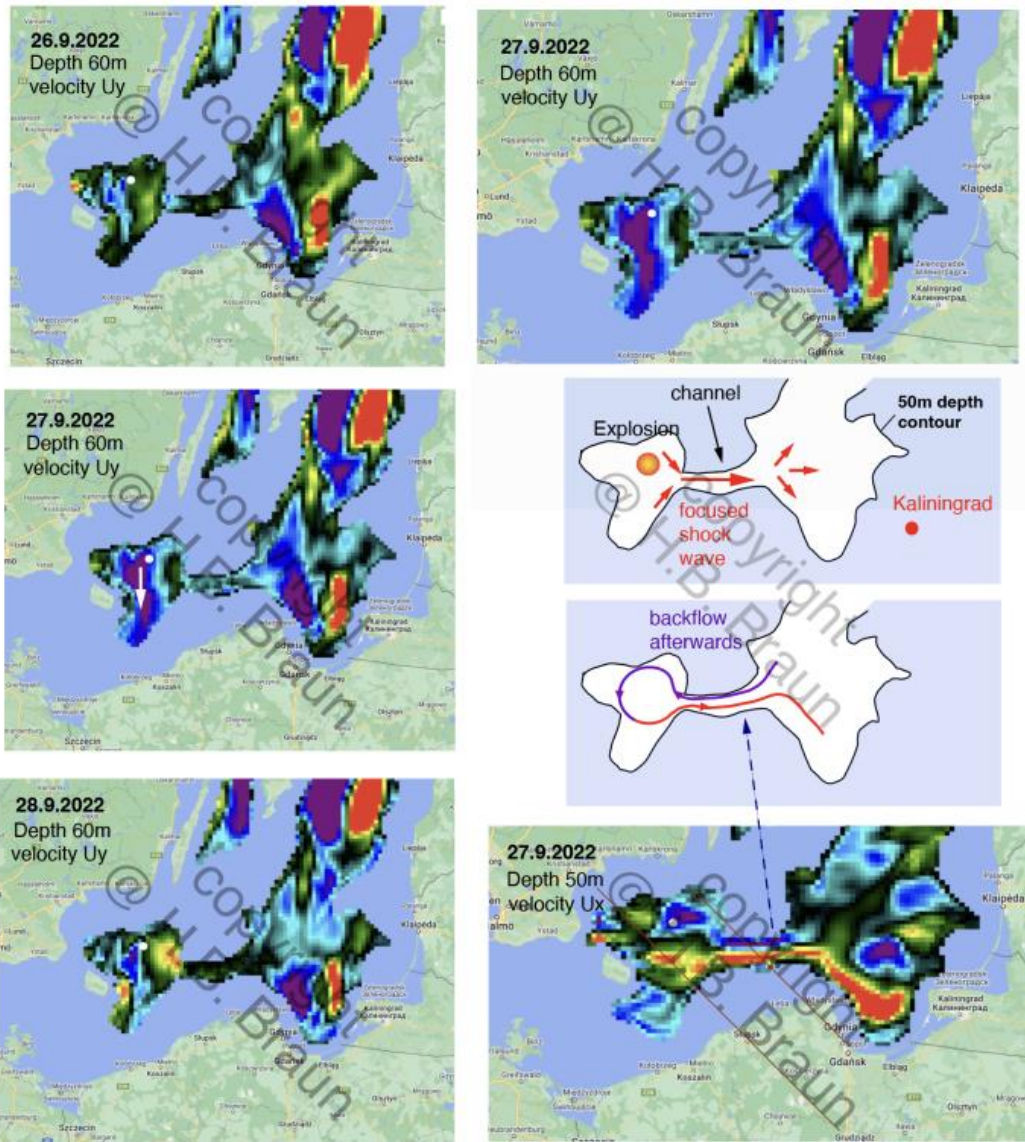


Abbildung 6 – Unterwasserschluft und explosionsbedingte Unterwasserwirbelbildung nach der Explosion: Links: Satellitenbilder am 26. bis 28. September (Explosion am 26. September um 17:04 UTC) in einer Tiefe von 60 m. Dargestellt sind die Nord-/Südkomponenten der Strömungen (gelb/Rot ist nach Norden gerichtet, Blau/Schwarz nach Süden). Der weiße Pfeil zeigt die Entstehung einer starken Unterwasserströmung nach der Explosion weg von der Detonationsstelle (weißer Punkt), die vor (26. September) nicht existierte und erheblich war nach der Explosion (28. September). Man sollte auch die Existenz einer ausgeprägten Unterwasserschluft mit einer Breite von 20 km bemerken, die direkt von Ost nach West verläuft und Richtung Kaliningrad zeigt. Auf der rechten Seite sind sowohl Nord-Süd-Strömungen (oben) als auch Ost-West-Strömungen (unten) in einer Tiefe von 50 m dargestellt. Auch hier zeigt Rot eine Strömung in positiver Richtung an ($x / y = \text{Ost} / \text{Nord}$), während Blau-Schwarz eine Strömung in die entgegengesetzte Richtung anzeigt. Beachte das Vorhandensein eines erheblichen Rückflusses durch die Schlucht nach der Explosion, der den durch den Austritt verursachten Abfluss der durch die Explosion ausgelösten Schockwelle kompensiert. Wie im oberen Ausschnitt angedeutet, hat die Form des Meeresbodens in der Nähe der Explosionsstelle (Reflexion in der Bucht von Karlskrona) den Effekt, die Stoßwelle in die Unterwasserschluft zu bündeln, was zu einer sehr intensiven, fokussierten Stoßwelle direkt auf Kaliningrad führte und so die enormen seismischen Ausmaße in Suwałki erklärte. Datenquelle: GEE: HYCOM-Satellitenbilder. [Abb7:c H.B. Braun].

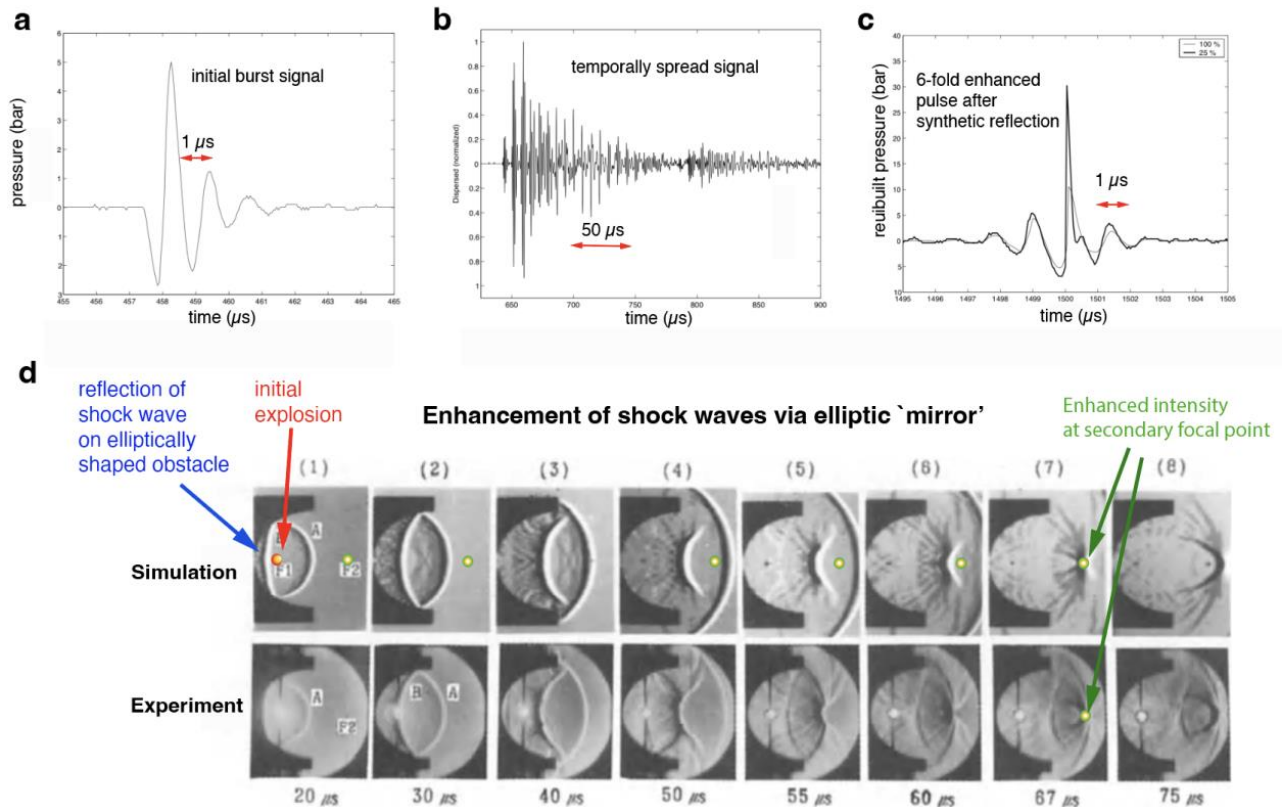


Abbildung 7 – Fokussierungseffekt der Stoßwellen

a – c) Die Dispersion eines scharfen Detonationssignals kann durch Reflexion umgekehrt werden. In diesem Beispiel wird ein anfängliches Burst-Signal von 1 μs Dauer in einem Wellenleiter auf 50 μs verbreitert. In diesem Beispiel erzeugt ein piezo-dispersiver Generator mit elektronisch simulierter Reflexion („Zeitumkehrspiegel“) eine Stoßwelle **c**, deren Druckamplitude die des originalen Pulses um den Faktor 6 übersteigt. [Referenz: S. Dion, C. Herbert, M. Brouillette, *Vergleich der Methoden zur Erzeugung von Stoßwellen in Flüssigkeiten*, in Shock Waves, Hrsg. Hannemann Seiler, 26. Symposium über Stoßwellen, 2007, Springer (2009)].

d) Fokussierung von Stoßwellen im Wasser über eine Elliptisch geformte Grenze: Eine Stoßwelle, die am Detonationspunkt (orange/rot) erzeugt wird und vom elliptisch geformten Reflektor abprallt (schwarz, links) und nach Reflexion auf den grün/gelben Brennpunkt fokussiert, mit maximaler Fokussierung zum Zeitpunkt des Bildes (7) (vorletzte Spalte). Beachten Sie die Ähnlichkeit mit der Form des Meeresbodens nahe der Detonationsstelle (vgl. Abb. 6, oberer Einschub). Nach Reflexion am Unterwasserbecken wird eine sekundäre Stoßwelle erzeugt und direkt auf den Eingang des Unterwasser-Canyons nach Kaliningrad gerichtet. [Referenz: K. Isuzugawa, M. Horiuchi, *Experimentelle und numerische Studien zur Fokussierung von Druckwellen im Wasser*, in „Shock Waves“, Proceedings Sendai 1991, Band 1, Springer (1991).]

Links zur Seismik

<https://www.snsn.se/>

<https://erdbebennews.de/2022/09/nord-stream-und-das-ostsee-erdbeben/>

<https://geofon.gfz-potsdam.de/webdc3/>

Über Schneidsägen von Stahl <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1687814017729089>

Signale in Dänemark <https://www.geus.dk/om-geus/nyheder/nyhedsarkiv/2022/sep/seismologi>

Quelle: Dänemark mit Karten <https://www.geus.dk/om-geus/nyheder/nyhedsarkiv/2022/sep/seismologi>

Geofon in Potsdam zeigt alle Orte der Geofone <https://geofon.gfz-potsdam.de/eqinfo/seismon/globmon.php>

Nato <https://sfn.nato.int/newsroom/news-archive/2022/baltops-22-a-perfect-opportunity-for-research-and-testing-new-technology>

Film nukleare Explosion unter Wasser <https://www.youtube.com/watch?v=ftMgyqjtBGI>

Seismisches Institut in USA [https://pubs.geoscienceworld.org/ssa/bssa/article-](https://pubs.geoscienceworld.org/ssa/bssa/article-abstract/108/6/3612/565658/Seismic-and-Hydroacoustic-Observations-from?redirectedFrom=fulltext)

[abstract/108/6/3612/565658/Seismic-and-Hydroacoustic-Observations-from?redirectedFrom=fulltext](https://pubs.geoscienceworld.org/ssa/bssa/article-abstract/108/6/3612/565658/Seismic-and-Hydroacoustic-Observations-from?redirectedFrom=fulltext)

47 min anschauen 25kt Explosion <https://www.youtube.com/watch?v=fadUMBuY7Ng>