

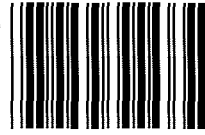


Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI  
Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN  
Ispettorato federale della sicurezza nucleare IFSN  
Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate ENSI

Industriestrasse 19  
5200 Brugg  
Tel.: 056 / 460 84 00  
Fax: 056 / 460 84 99

434



AN-Nummer

**ENSI 33/143**

Datum  
4. November 2011

Aktenzeichen  
33KGX.SGTE1

Typ/Charakter  
Protokoll

Klassifikation  
öffentlich

Bearbeiter  
T. van Stiphout,  
M. Rahn / ZUB

Visum  
Sachbearbeiter: *WST*  
Vorgesetzter: *RAM*

Projekt, Thema, Gegenstand (Schlagwörter)  
Sachplan geologische Tiefenlager, Etappe 1, Wellenberg  
Bericht Prof. J. Mosar

Seiten 4  
Beilagen 2  
Zeichnungen

### Seismotektonik des Standortgebietes Wellenberg: Fachsitzung zum Expertenbericht von Prof. J. Mosar und zu der Stellungnahme des ENSI

Ort: Brugg, ENSI, Industriestrasse 19, Sitzungszimmer Madrid (2. Stock)  
Zeit: Mittwoch, 19. Oktober, 09:15 Uhr – 11:30 Uhr

#### Teilnehmer

Kt. NW: Fidel Hendry  
Kt. OW: Alain Schmutz  
Uni Fribourg: Jon Mosar  
ENSI: Erik Frank, Meinert Rahn, Thomas van Stiphout

#### Traktanden

1. Begrüssung
2. Vorstellen der ENSI-Stellungnahme zum Mosar-Bericht
3. Vorstellen der Expertise des SED zum Mosar-Bericht
4. Diskussion
5. Varia (Weitere Schritte, etc.)

#### Zusammenfassung

Im Rahmen einer Fachsitzung wurden die Aussagen des Berichtes von Prof. Mosar zur Seismotektonik des Standortgebietes Wellenberg und die Kommentare des ENSI besprochen, Detailsaspekte diskutiert und wo vorhanden, Missverständnisse ausgeräumt. An der Sitzung wurde festgestellt, dass eine Zuordnung der seismischen Ereignisse zu einzelnen tektonischen Strukturen aufgrund der grossen Unsicherheiten bei der Lokalisierung der Hypozentren nicht möglich ist. Es konnte klargestellt werden, dass dies nicht die Absicht von Prof. Mosar war, sondern dass damit das hypothetische Potenzial für tektonische Vorgänge aufgezeigt werden sollte.

Die Sitzungsteilnehmer halten folgende Schlussfolgerung fest: Die Gesteine am Wellenberg sind Ergebnis einer komplexen tektonischen Entwicklung; die Geometrie des Wirtgesteinskörpers ist schwer zu erfassen; die seismische Aktivität ist erhöht und es ist langfristig durchaus mit Erdbeben, wie sie seitens der Paläoseismik abgeschätzt worden sind (d.h. Magnituden 6 - 7), zu rechnen.

#### Verteiler:

ENSI: GEOL, AFE, Archiv  
Kt. NW: F. Hendry  
Kt. OW: A. Schmutz  
Uni FR: J. Mosar  
BFE: M. Jost, M. Aebersold



## 1 Ausgangslage

Das Bundesamt für Energie (BFE) hat in einem Bericht die Ergebnisse der Anhörung der Öffentlichkeit zur Etappe 1 des Sachplans geologische Tiefenlager (SGT) (September bis November 2010) zusammengefasst. Der Entwurf des Anhörungsberichts wurde per Ende September 2011 den Kantonen zur Kommentierung zugestellt.

Der Kanton Nidwalden hatte anlässlich der Anhörung eine Stellungnahme und zur dieser Stellungnahme einen ausführlichen Bericht (30.11.2010) erstellt. Darin wurde festgehalten, dass die Tektonik für das Standortgebiet Wellenberg aus Sicht des Kantons Nidwalden sowohl hinsichtlich der Entstehung wie auch hinsichtlich der Prognostizierbarkeit und der Langzeitentwicklung eine zentrale Rolle spielt. Der Kanton Nidwalden liess deshalb zu dieser Thematik einen Expertenbericht erstellen. Der Bericht von Prof. Mosar betrachtet die Aspekte tektonische Komplexität, neotektonische Aktivität und Seismizität. Aufgrund seiner Analyse kam Prof. Mosar zum Schluss, dass der Wellenberg bezüglich der von ihm betrachteten Aspekte ungünstige Voraussetzungen für die Langzeitlagerung radioaktiver Abfälle mit sich bringe. Der Bericht deckt somit nicht alle im Sachplan vorgegeben 13 Kriterien ab. Diese sind hingegen in der übergeordneten geologisch-sicherheitstechnischen Stellungnahme zu Etappe 1 des Kantons Nidwalden unter Mitberücksichtigung des Mosar-Berichts – analog zum ENSI (vgl. ENSI 33/001) – bewertet worden.

Das ENSI hatte seinerseits zum Bericht Mosar (2010) eine Stellungnahme verfasst (ergänzt durch eine Expertise des Schweizerischen Erdbebendienstes, SED), die den Bericht Mosar (2010) hinsichtlich oben genannter Aspekte beurteilt hatte (ENSI 33/128). Da die Kantone Nidwalden und Obwalden gegenwärtig eine Stellungnahme zum Entwurf des Anhörungsberichts des BFE verfassen, wurde eine Fachsitzung vereinbart, um den Bericht Mosar (2010) und die Stellungnahme des ENSI (ENSI 33/128) gemeinsam zu diskutieren.

## 2 Diskussionsergebnisse

Das ENSI stellte zu Beginn der Sitzung seine Kritikpunkte am Bericht von Prof. Mosar dar (Beilage 1) und erläuterte anschliessend die seitens SED erfolgten Kommentare (Beilage 2). Aus der Diskussion heraus konnten bereits diverse Aspekte als textliche Missverständnisse geklärt werden.

Es wurde festgestellt, dass zwischen den Autoren der Berichte in den kritischen Punkten kaum fachliche Differenzen vorhanden sind. Neben einigen klaren Vorteilen des Wellenbergs (z.B. dessen grosse vertikale Mächtigkeit des Wirtgesteinskörpers, die sehr geringen hydraulischen Durchlässigkeiten im geeigneten Tiefenbereich, die vorhandene Unterdruckzone und das nachweislich fossile alte saline Porenwasser in dieser Zone) sind mit der komplexen Geologie, schwierigen Explorierbarkeit und erhöhten Seismizität, die auf aktuell ablaufende Spannungsumlagerungen im Untergrund hindeuten, auch klare Nachteile aufgezeigt. Bezüglich der Bedeutung der Unterdruckzone zeigten sich Differenzen in der Bewertung. Während das ENSI die Unterdruckzone als einen Hinweis auf den langfristig fehlenden Einfluss von Tektonik und Seismizität auf die Dichtheit des Standorts Wellenberg ansieht, ist seitens des Kantons NW durch die Tektonik und Seismizität jederzeit die Möglichkeit einer Zerstörung der Dichtheit des Wirtgesteinskörpers gegeben.



Es wurde ferner gemeinsam festgestellt, dass die geologischen Profile durch das Standortgebiet Modellkonzeptionen darstellen. Störungszonen in der Tiefe sind darin aufgrund geodynamischer Überlegungen eingezeichnet. Die eingezeichneten Überschiebungsbahnen zeigen aufgrund der internen Deformation progressiv abnehmende Überschiebungsbeträge.

Im Unterschied zum Kanton Nidwalden und seinem Experten hatte das ENSI die von der Nagra zur Bewertung eingesetzten Bewertungsskalen zu beurteilen und, sofern diese fachlich korrekt beurteilt wurden, ebenfalls anzuwenden. Die zwischen dem Kanton Nidwalden und dem ENSI unterschiedlichen Massstäbe der Bewertung erklären die Unterschiede im Bewertungsergebnis. Das ENSI betonte, dass in Etappe 1 SGT kein sicherheitstechnischer Vergleich der Standortgebiete vorgenommen wurde, dass ein solcher jedoch in Etappe 2 SGT stattfinden wird und dann der Wellenberg anhand provisorischer Sicherheitsanalysen und der 13 sicherheitstechnischen Kriterien mit den Nordschweizer Standortgebieten verglichen werden wird.

Im Rahmen des Fachgesprächs wurden zum Standortgebiet Wellenberg folgende gemeinsame Feststellungen gemacht:

- Eine Zuordnung der seismischen Ereignisse zu einzelnen tektonischen Strukturen ist aufgrund der grossen Unsicherheiten bei der Lokalisierung der Hypozentren nicht möglich. Dies war auch nicht die Absicht des Berichtes von Prof. Mosar. Vielmehr sollte das hypothetische Potenzial für tektonische Vorgänge aufgezeigt werden.
- Obwohl die Zuordnung zu einzelnen Störzonen schwierig ist, ist eine erhöhte seismische Aktivität, die sich in diesem Abschnitt der Alpen auf das Deckgebirge konzentriert, unbestritten.
- Aufgrund der vorherrschenden tektonischen Verhältnisse und bisheriger Analysen von Erdbebenherdflächenlösungen ist im Alpenraum neben den dominierenden Blattverschiebungen auch mit aktiver Überschiebungstektonik zu rechnen.
- Zwischen Erdbeben und Störungszonen besteht ein genetischer Zusammenhang.
- Zur besseren Lokalisation der Erdbebenherde müsste das heute bestehende Messnetz verdichtet werden und der geologische Untergrund besser bekannt sein.
- Auch mit einem Sondierstollen ist nur eine beschränkte Aussage über die geologischen Verhältnisse im Untergrund möglich.
- Im Vergleich mit paläoseismischen Daten (Strasser et al. 2006) ist langfristig durchaus mit Erdbeben von Magnituden 6 - 7 zu rechnen.

Aus Sicht der Kantone NW und OW wird im Anhörungsbericht des BFE zwar auf den Expertenbericht von Prof. Mosar eingegangen, auf die Hauptargumente der gesamtheitlichen geologisch-sicherheitstechnischen Stellungnahmen der Kantone (insbesondere des Kantons Nidwalden) jedoch nur beschränkt eingetreten. Das ENSI bestätigt, dass die in den Stellungnahmen der Kantone angeführten sicherheitstechnischen Einwände in der Etappe 2 aufgrund des angestrebten Vergleichs unter den Standortgebieten diskutiert und bearbeitet werden müssen. Dies betrifft insbesondere die Ungewissheiten zum geologischen Aufbau des Untergrundes hinsichtlich der Explorierbarkeit sowie die offenen Fragen zu Tektonik, Langzeitentwicklung und Prognostizierbarkeit (Kriteriengruppe 3). Die Kantone NW und OW sind darauf angewiesen, dass die aufgeworfenen Fragen beantwortet werden, damit sie u.a. gegenüber der Bevölkerung Rechenschaft ablegen können.



An der Sitzung machen die Kantone NW und OW darauf aufmerksam, dass die von der Nagra in Etappe 1 angewandte Bewertungssystematik aus ihrer Sicht teilweise Fragen aufwirft. Auf diesen Aspekt ist der Kanton Nidwalden in seiner sicherheitstechnischen Stellungnahme in einem separaten Kapitel detailliert eingegangen (Kapitel 3). Aus dem Anhörungsbericht des BFE geht dies nicht hervor. Das ENSI wird im Anhörungsbericht eine entsprechende Ergänzung vornehmen, die die Einwände des Kantons NW würdigt.

Im Weiteren erwarten die Kantone NW und OW, dass die kritischen Einwände der eidgenössischen Prüfbehörden – neben dem ENSI insbesondere auch der Eidgenössischen Kommission für nukleare Sicherheit (KNS) sowie der Kommission Nukleare Entsorgung (KNE) – bei Entscheiden mitberücksichtigt werden. Das ENSI weist darauf hin, dass das BFE Einwände und Forderungen, die im Hinblick auf ergänzende Arbeiten und Untersuchungen für die Etappe 2 gemacht wurden, aufgrund des Sachplanprozesses für den Entscheid zu Etappe 1 (noch) nicht berücksichtigen kann.

### **3 Referenzen**

- ENSI 33/001 (2008): Sachplan geologische Tiefenlager - Herleitung, Beschreibung und Anwendung der sicherheitstechnischen Kriterien für die Standortevaluation.
- ENSI 33/128 (2011): Standortgebiet Wellenberg: Stellungnahme des ENSI zum Expertenbericht von Prof. Jon Mosar.
- Mosar, J. (2010): Sachplan geologische Tiefenlager - Beurteilung der Tektonik im Standortgebiet Wellenberg (Kt. NW/OW) hinsichtlich eines Tiefenlagers für schwach- und mittelradioaktive Abfälle. Bericht zuhanden der Baudirektion Nidwalden, Oktober 2010, 15 S.
- Strasser, M., Anselmetti, F.S., Fäh, D., Giardini, D., Schnellmann, M. (2006): Magnitudes and source areas of large prehistoric northern Alpine earthquakes revealed by slope failures in lakes. *Geology* 34, 1005-1008.

# ENSI-Stellungnahme zum Mosar-Bericht

Brugg, 19. Oktober 2011



## Datenlage

- Der Wellenberg ist seitens der Aufsichtsbehörde (damals noch HSK) während über 10 Jahren begleitet und beurteilt worden.
- Die Nagra hat damals für den Wellenberg ein Rahmenbewilligungsgesuch eingereicht (entspricht bzgl. Aufwand in etwa Etappe 3 Sachplan).
- Seit 1996 sind nur noch vereinzelte Arbeiten am Wellenberg durchgeführt worden, die Nagra hat die Arbeiten an verschiedenen Tunneln in der Region jedoch intensiv verfolgt.
- Das von der Nagra zum Wellenberg verwendete Wissen wird seitens ENSI nicht als „veraltet“ angesehen. Der Sachplan fordert für Etappe 1 einen Aufbau auf dem aktuellen Wissensstand. Das ENSI hat für Etappe 2 Ergänzungen gefordert.



## Stellung des Mosar-Berichts

- Das ENSI hat den Bericht von J. Mosar im Rahmen seiner Arbeit zum Anhörungsbericht des BFE berücksichtigt.
- Das ENSI stellt fest, dass der Bericht sich praktisch ausschliesslich auf den Bericht NTB 96-01 bezieht. Dieses Dokument ist ein Synthesebericht. Jüngere Daten und Dokumente sind im Mosar-Bericht nicht verwendet worden. Der Bericht berücksichtigt z.B. auch die geänderte Tiefenlagerlage nicht.
- Das ENSI hat in seiner Beurteilung des Wellenbergs im ENSI-Gutachten nicht auf den Mosar-Bericht Bezug genommen (der Bericht wurde später verfasst). Sie wäre aus ENSI-Sicht aufgrund der im Bericht einseitigen Berücksichtigung der Dokumentation und veralteten Darstellungen zum Wellenberg unvoreilhaft gewesen.



## Bewertung des Alpenraums

- Der alpine Raum wurde generell von der Nagra als „günstig“ bis „bedingt günstig“ angesehen. Das ENSI war bei seiner Beurteilung dieses Raums strenger und hat Gebiete mit erhöhter Seismizität und metamorpher Überprägung ausgeschlossen. Das ENSI hat den Wellenberg in 4 von 13 Kriterien kritischer als die Nagra eingestuft.
- Die Nagra sieht das Gebiet des Wellenbergs bzgl. Seismizität als „bedingt günstig“ an.
- Der Aspekt der Seismizität wird im Rahmen der Kriterien 1.4 (Freisetzungspfade), 2.1. (Beständigkeit der Standorteigenschaften) und 3.3 (Prognostizierbarkeit der Langzeitveränderungen) betrachtet.



## Generelle Beurteilung

- Mosar (2010) sieht den Standort Wellenberg aus Sicht der Tektonik als „ungünstigen“ Standort an. Bei einer „Gesamtbewertung“ müsse der Standort wahrscheinlich als „ungeeignet“ eingestuft werden. Der Mosar-Bericht beschränkt sich aber auf die Aspekte der Tektonik und Seismizität, das ENSI muss aber eine umfassende Beurteilung des Standorts gemäss den 13 sicherheitstechnischen Kriterien vornehmen.
- Das ENSI hat wie die Nagra in seinem Gutachten darauf hingewiesen, dass die tektonische Beanspruchung des Mergelkörpers am Wellenberg eine inhärente Eigenschaft des Standorts ist. Ein Sicherheitsabstand zur nächsten Störungzone von 200 m macht daher für diesen Standort wenig Sinn. Das ENSI hat aber trotzdem gefordert, dass ein Sicherheitsabstand von 200 m zu den umgebenden Kalken einzuhalten ist.



## Positives und Konzeptuelles

- Für den Wellenberg lassen sich diverse sehr positive Eigenschaften festhalten:
  - massiv grössere Wirtgesteinsmächtigkeit
  - glaziale Unterdruckzone als Beweis der langfristig geringen Durchlässigkeit
  - gut definierbare Dekompaktionszone
  - hochsaline, alte Porenwässer
- Die Profile im Helvetikum sind bezüglich ihrer Fortsetzung in die Tiefe spekulativ, eine Zylindrizität ist gerade im Gebiet des Wellenbergs nur bedingt gegeben. Das bedeutet:
  - dass die von der Nagra gezeichneten Profile konzeptuell sind,
  - dass andere, ähnliche Lösungen denkbar wären,
  - dass die genaue Lage von tiefen Störungszonen nicht bekannt ist.



## Wichtige Differenzen

- Die Nagra hat in ihrem Vorschlag eines geologischen Tiefenlagers am Wellenberg einen Standort deutlich unterhalb des Talbodens konzipiert. Die im Mosar-Bericht verwendeten Figuren sind damit veraltet.
- Die Nagra hat eine sorgfältige Kartierung von Störungen an der Oberfläche vorgenommen und diese in verschiedene Klassen eingeteilt. Diese wird im Bericht nicht berücksichtigt.
- Die Nagra verweist bezüglich der tonreichen Wirtgesteine auf die Selbstabdichtungseigenschaften. Diese erlauben es, dass einmal gebildete Brüche im Mergel hydraulisch wieder dicht machen. Die gemessene Unterdruckzone am Wellenberg ist Beweis dafür.



## Tektonische Situation

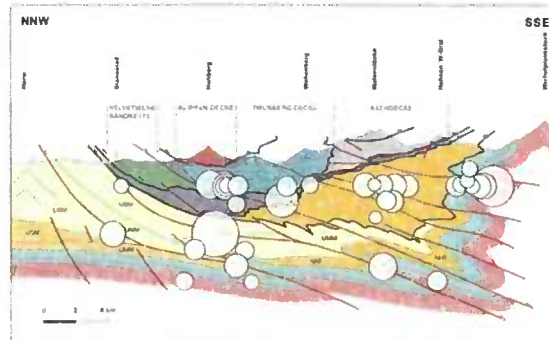
- Der Zusammenhang zwischen Seismizität und Überschiebungsaktivität ist nicht gegeben. Die Herdflächenlösungen von Erdbeben weisen auf „strike-slip“ hin, nicht auf „thrusting“. Arbeiten von Sue et al. und Delacou et al. weisen auf tiefere Kompression am Alpenrand hin.
- Unklar bleibt der Zusammenhang zwischen der postulierten Überschiebungstektonik und den im Bericht genannten „vertikalen Brüchen“. Letztere würden zwangsweise die Überschiebungsbahnen versetzen und inaktivieren.
- Der in der Geodäsie gemessene Gradient der Hebungsraten (0.5 bis 0.8 mm/a) im Gebiet um den Wellenberg spricht für eine heterogene Verteilung der Deformation, keine basalen Überschiebungsflächen.





## Projektion der Erdbeben

- Die Projektion der Erdbeben auf eine Ebene stammt aus einem breiten Korridor. Ein grosser Teil der Erdbeben stamm von östlich des Reusstals.



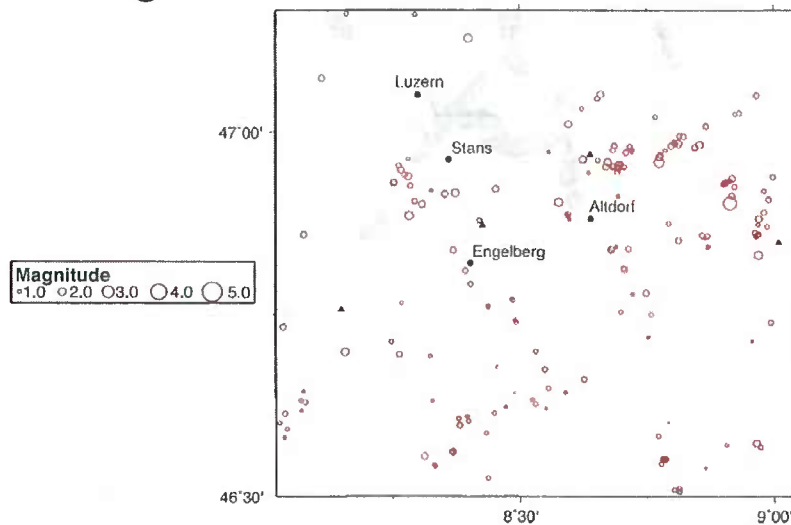
Gutachten Mosar  
2010, Fig. 6

Fachdiskussion Kt. NWOW und ENSI, 19.10.2011 | Mosar-Bericht  
ENSI, Sektion GEOL

9



## Vergleich mit Erdbeben 2001-2010



Fachdiskussion Kt. NWOW und ENSI, 19.10.2011 | Mosar-Bericht  
ENSI, Sektion GEOL

10



# SED-Expertise zum Mosar-Bericht

Brugg, 19. Okt. 2011



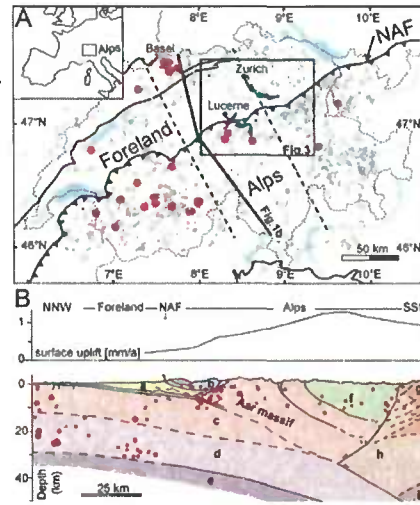
## Der SED ...

- ... stellt fest, dass Mosar's Studie auf NAGRA Berichten (NTB 96-01, NIB 93-35) basiert, welche älter sind als 15 Jahre
- ... stellt fest, dass neuere NAGRA Literatur wie z.B. NTB 00-05 oder Seismizitätsdaten des Schweizerischen Erdbebendienstes der letzten Jahre nicht berücksichtigt wurden.
- ... betont, dass der Anteil von Regen-induzierter Seismizität ohne genauere Analyse im benutzten Datensatz nicht ausgeschlossen werden kann.



## Der SED ...

- ... bestätigt die **seismische und tektonische Aktivität** der alpinen Front im Bereich des Wellenberg.



Strasser et al. 2006, Fig. 1

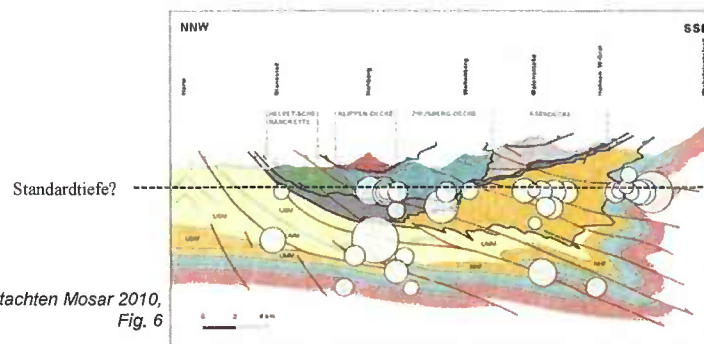
Fachdiskussion Kt. NW/OW und ENSI, 19.10.2011 | Mosar-Report  
ENSI, Sektion GEOL

3



## Der SED ...

- ... bestätigt den **Zusammenhang zwischen Erdbeben und Störungs-zonen**, wobei diese nicht eindeutig sind.



Gutachten Mosar 2010,  
Fig. 6

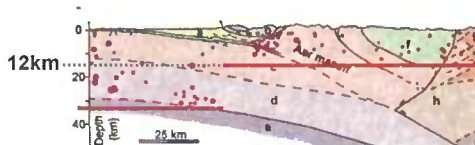
Fachdiskussion Kt. NW/OW und ENSI, 19.10.2011 | Mosar-Report  
ENSI, Sektion GEOL

4

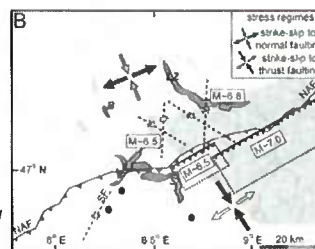


## Lokale Seismizität beim Wellenberg

- Seismizität wechselt mit der alpinen Front



- Hinweise auf mind. 3 grosse Erdbeben in den letzten 15'000 Jahren im Magnitudenbereich 7

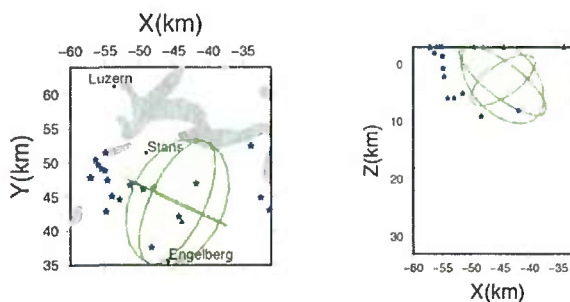


Strasser et al. 2006, Fig. 1



## Assoziation Erdbeben - Störung

- Die gegenseitige Zuweisung von Erdbeben und Störungen ist kaum möglich
  - Unsicherheiten in der Störungsgeometrie (Punktdaten (Bohrungen), Interpretationen, geologischen Model)
  - Unsicherheiten in der Erdbebenlokalisierung





## Assoziation Erdbeben - Störung

- Die gegenseitige Zuweisung von Erdbeben und Störungen ist kaum möglich
  - Unsicherheiten in der Störungsgeometrie (Punktdaten (Bohrungen), Interpretationen, geologischen Model)
  - Unsicherheiten in der Erdbebenlokalisierung
  
- Vorherrschend Blattverschiebung (Strike-slip) und wenige Aufhebungs-Erdbeben

