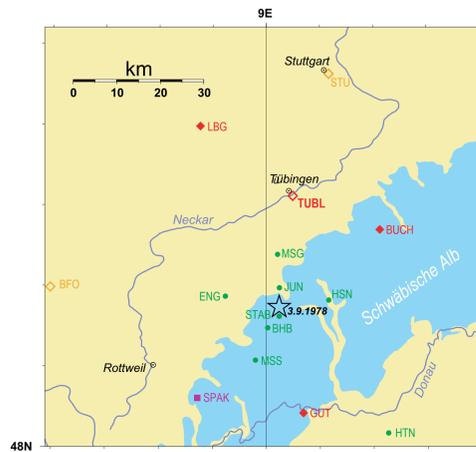


Stefan Stange (LGRB, Freiburg) & Dieter Stoll (Lennartz electronic, Tübingen)

Landesweite, flächendeckende und echtzeitnahe Erdbebenüberwachung stellt oft schwer vereinbare Anforderungen an den Registrierstandort. Gute Infrastruktur für die schnelle und preiswerte Datenübertragung an eine Zentrale via DSL oder klassischem ISDN steht an seismologisch interessanten (also ruhigen) Orten meist nur mit erheblichem finanziellen Aufwand zur Verfügung. Ein weiteres Hindernis sind ungünstige Untergrundbedingungen an Standorten, die strategisch ausgewählt wurden, um eine gleichmäßige Überdeckung zu erzielen oder bestimmte Herdgebiete zu überwachen.

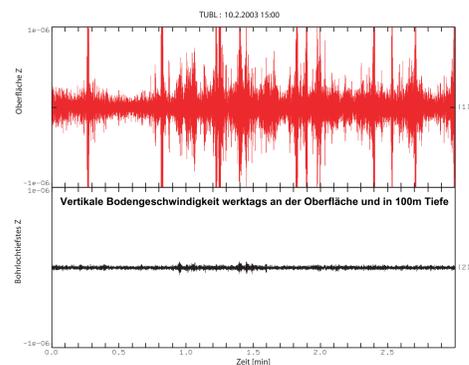
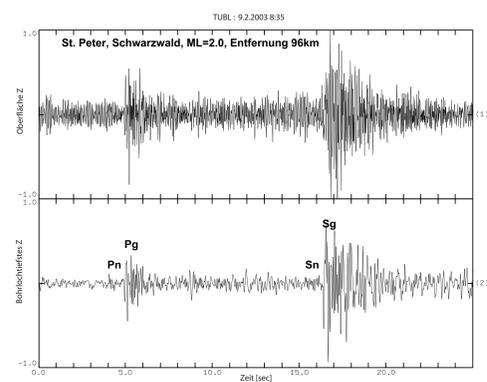
In Tübingen - nur 25km nördlich der Schadensbeben auf der Zollernalb - musste die seit 1933 betriebene Erdbebenstation 1971 geschlossen werden, weil die Registrierbedingungen im Stadtgebiet (auf Neckarschottern über Gipskeuper) untragbar geworden waren.



Der Kartenausschnitt zeigt die Stationsverteilung des Erdbebedienstes für Baden-Württemberg (LED) und anderer Stationen (GRSN-Stationen BFO und STU) im Gebiet auf und vor der Schwäbischen Alb. Das Netz auf der Zollernalb (grüne Symbole) registriert ausschließlich auf Wechselländern ohne Echtzeitanbindung. Stationen in rot sind über ISDN, solche in violett über Richtfunk an die Zentrale in Freiburg angebunden.

Im Jahr 2002 wurde von der Firma Lennartz electronic in Tübingen ein 100m-Bohrloch abgeteuft und mit einem kurzperiodischen 3-Komponenten-Seismometer (LE-3D) bestückt. Die 24-Bit-Datenerfassung (M24) registriert außer dem Bohrlochseismometer noch drei Kanäle an der Erdoberfläche und stellt die Daten als Station TUBL (Tübingen-Lennartz) seit 11/2002 allen Interessenten zur Verfügung.

Die Station TUBL ist in das automatische Erdbebensystem des LED eingebunden, das Ereignisse in und um Baden-Württemberg echtzeitnah detektiert, die Lokalisierungen im Internet zur Verfügung stellt (<http://www.lgrb.uni-freiburg.de>) und die Ablesungen an internationale Agenturen weitermeldet. Das Seismogrammbeispiel zeigt die Empfindlichkeit der Registrierung im Bohrlochtiefersten bei einem Erdbeben der Lokalmagnitude 2,0 bei St. Peter (Schwarzwald) in einer Entfernung von 96 km. Im Gegensatz zur Oberflächenregistrierung lässt sich im Bohrloch noch die Pn-Phase ablesen.

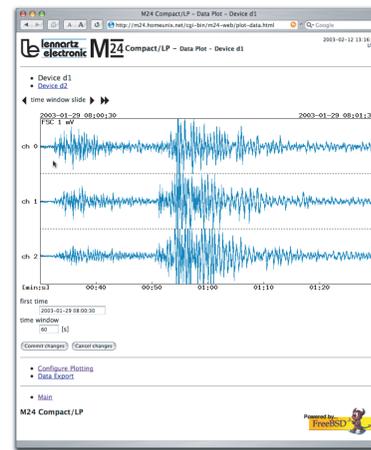


Ein Vergleich der Powerspektren von drei Minuten Daten, registriert an der Oberfläche (rot) und in 100 m Tiefe (schwarz), veranschaulicht den Gewinn von etwa 30 dB oberhalb 10 Hz bis zum Einsetzen des Antialiasfilters bei 32 Hz. Die Oberflächenregistrierung zeigt sehr viele und starke Transienten, die die Bohrlochregistrierung kaum beeinflussen. Ein 30-Sekunden-Datenstück ohne Transienten liefert die Spektren in gestrichelter Darstellung mit einem Gewinn von noch etwa 20 dB. Offensichtlich dringt ein Großteil der Störenergie nicht aus den oberflächlichen Neckarschottern in den darunter liegenden Gipskeuper und den Grundgips, in dem das Seismometer registriert. Ein weiterer Dynamikgewinn ist erst unterhalb etwa 130m mit dem Erreichen des Muschelkalk zu erwarten.

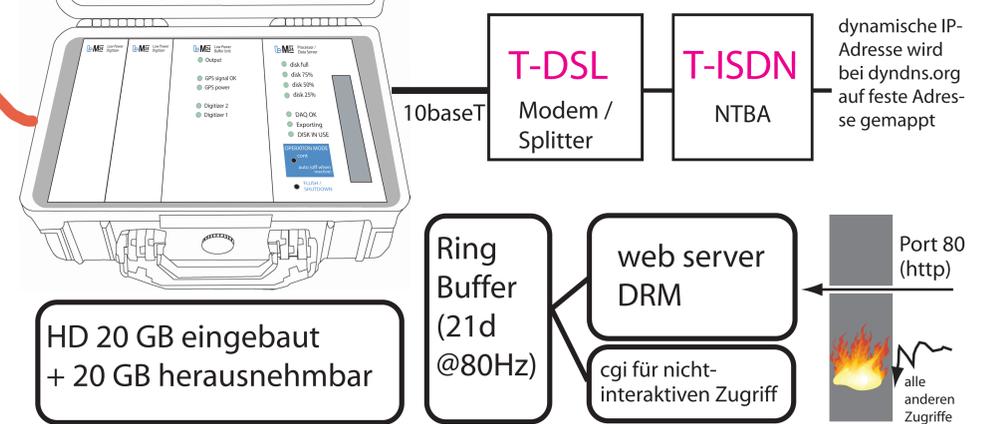
Das Beispiel der Erdbebenstation TUBL zeigt den Nutzen für die Seismologie, den der Einsatz eines kurzperiodischen 3-Komponenten-Bohrlochseismometers erbringen kann. Schon 100m unter Grund werden hier Unruhebedingungen angetroffen, die sonst nur auf Festgestein und in erheblicher Entfernung von Industrie und Verkehr zu finden sind, während der Bohransatzpunkt weiterhin in der Nähe günstiger Kommunikationsinfrastruktur liegt. Eine Bohrlochstation eröffnet somit neue Möglichkeiten der Standortwahl im Hinblick auf seismologische und kommunikationstechnische Randbedingungen.

Die seismologischen Darstellungen wurden mit GMT, PITSa und PLOTXY erstellt. Mit Rat und Tat unterstützten uns W. Brüstle und S. Mellert. B. Schmücking kümmerte sich um Gestaltung und Druck. Ihnen allen vielen Dank.

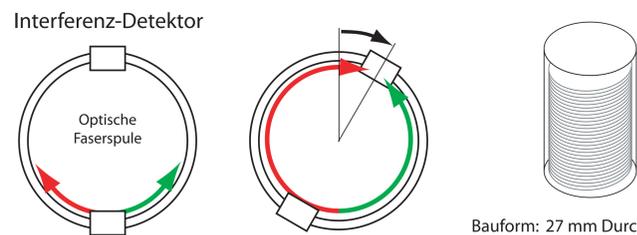
Kontakt:
stange@lgrb.uni-freiburg.de
dstoll@lennartz-electronic.de



Anbindung an das Internet (<http://m24.homeunix.net>)



Laser-Ringgyroskop auf Basis des Sagnac-Effekts



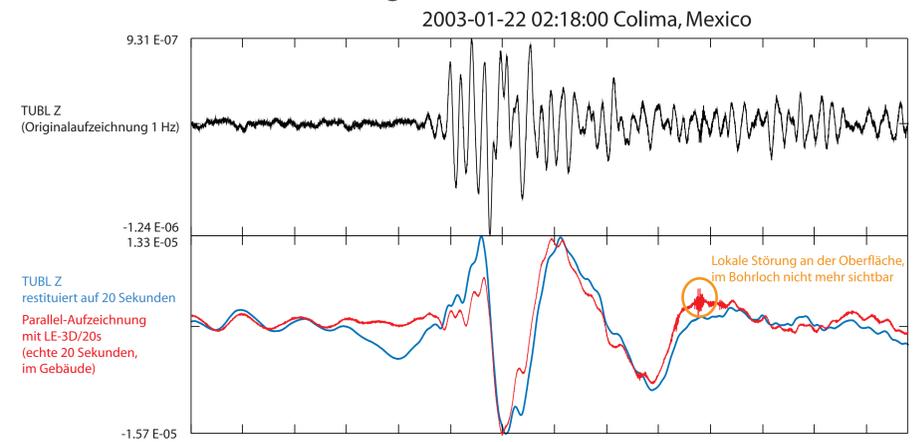
Laserlichtquelle, Strahlteiler
L sei die Länge des Lichtwegs. Wenn sich das Gyroskop mit Winkelgeschwindigkeit Ω dreht, läuft der Strahl in Drehrichtung einen längeren, der Strahl entgegen der Drehrichtung einen kürzeren Weg. Mit Wellenlänge λ und Lichtgeschwindigkeit c ergibt sich für die Phasendifferenz ("Sagnac-Phase"):

$$\Phi_s = \frac{2 L^2 * \Omega}{\lambda c}$$

Bauform: 27 mm Durchmesser, 58 mm Höhe. Optische Faser: ca. 100 m Spiralwicklung.

Zur Bestimmung der azimuthalen Orientierung des "hole lock" wird das Gyroskop an der Oberfläche eingeordnet, dann versenkt und in das "hole lock" eingerastet. Während des Versenkens wird die Winkelgeschwindigkeit aufintegriert. Zur Kompensation von Drifteffekten wird die Integration während des Wieder-Einholens des Gyroskops wiederholt und am Ende das Gyroskop wieder eingeordnet.

Restitution des 1-Hz-Bohrlochsignals auf 20 Sekunden



Während des Colima-Bebens lief zufällig ein Huddle-Test von LE-3D/20s-Sensoren, so dass von diesem Ereignis am nahezu gleichen Standort eine echte Registrierung mit einer Bandbreite von 40 Hz bis 20 Sekunden zur Verfügung steht. Da die 20s-Sensoren nicht azimuthal ausgerichtet waren, wird hier nur die Z-Komponente betrachtet. Eine (messtechnisch sicherlich gewagte) Restitution der Aufzeichnung aus dem Bohrloch (1 Hz) auf 20 Sekunden ergibt, wie hier am P-Einsatz gezeigt, einen überraschend hohen Grad an Übereinstimmung in Amplitude und Phase. Bei der Beurteilung gilt es zu bedenken, dass die Eigenfrequenz um 4,3 Oktaven nach unten verschoben wurde.

Mehr Informationen unter <http://www.lennartz-electronic.de/TUBL>