

# Arbeitsbericht NAB 08-49

**Permokarbon-Kartenskizze  
(Rohstoffe)**

**Kompilation eines GIS-  
Datensatzes auf der Basis von  
bestehenden Unterlagen  
(Bereich Schweizer Mittelland)**

Juli 2008

W. Leu

Geoform AG

Nationale Genossenschaft  
für die Lagerung  
radioaktiver Abfälle

Hardstrasse 73  
CH-5430 Wettingen  
Telefon 056-437 11 11

[www.nagra.ch](http://www.nagra.ch)



# Arbeitsbericht NAB 08-49

**Permokarbon-Kartenskizze  
(Rohstoffe)**

**Kompilation eines GIS-  
Datensatzes auf der Basis von  
bestehenden Unterlagen  
(Bereich Schweizer Mittelland)**

Juli 2008

W. Leu

Geoform AG

**KEYWORDS**

Permokarbon, Schweiz, GIS, Paläozoikum, Schweizer  
Mittelland, Verbreitungsskizze

**Nationale Genossenschaft  
für die Lagerung  
radioaktiver Abfälle**

Hardstrasse 73  
CH-5430 Wettingen  
Telefon 056-437 11 11

[www.nagra.ch](http://www.nagra.ch)

Der vorliegende Bericht wurde im Auftrag der Nagra erstellt. Der Autor hat seine eigenen Ansichten und Schlussfolgerungen dargestellt. Diese müssen nicht unbedingt mit denjenigen der Nagra übereinstimmen.

“Copyright © 2008 by Nagra, Wettingen (Schweiz) / Alle Rechte vorbehalten.

Das Werk einschliesslich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ausserhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung der Nagra unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Übersetzungen, Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen und Programmen, für Mikroverfilmungen, Vervielfältigungen usw.”

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	1	
Tabellenverzeichnis.....	1	
Beilagen	1	
1	Einleitung.....	1
1.1	Zielsetzung.....	1
1.2	Arbeitskonzept.....	1
2	Bestehende Daten .....	3
2.1	Berücksichtigte Datenquellen.....	3
2.2	Tiefbohrungen .....	3
2.3	Bestehende Verbreitungskarten .....	3
2.4	Schwerekarte Schweiz.....	5
3	Kartenskizze PK-Verbreitung Mittelland.....	7
4	Schlussfolgerungen.....	9
5	Literatur und verwendete Dokumente .....	11

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Bohrungen im weiteren Untersuchungsgebiet, die Permokarbon und/oder Kristallin durchteuft haben ("Code" wurde für die Darstellung auf der Karte verwendet). .....	4
Tab. 2:	Bestehende Dokumente in Kartenform mit Angaben zur Verbreitung des Permokarbons im Untersuchungsgebiet. ....	5

## Beilagen

Beilage 1:	Verbreitung Permokarbon (Verwendete Dokumente: Karten und Tiefbohrungen)
Beilage 2:	Verbreitung Permokarbon (Skizze)



# **1 Einleitung**

## **1.1 Zielsetzung**

Im Hinblick auf die Vorbereitungsarbeiten für die Vorschläge geologischer Standortgebiete im Rahmen des 'Sachplans geologische Tiefenlager' besteht bei der Nagra der Bedarf für eine Verbreitungskarte der tiefen Permokarbontröge (Verbreitungskarte PK) im Bereich des schweizerischen Mittellands zwischen Boden- und Genfersee. Dabei sollen nachgewiesene und vermutete Permokarbontröge unterschieden werden.

Interesse für eine solche Verbreitungskarte besteht seitens der Nagra im Hinblick auf mögliche Rohstoffkonflikte (Gas, Kohle und Geothermie) aber auch seitens der schweizerischen Erdöl-/Erdgasindustrie, die derzeit ihre Explorationstätigkeit im gesamten schweizerischen Mittelland aktiviert. Die SEAG (Schweizerische Erdöl AG) und Nagra haben Ende 2006 vereinbart, ihre bestehenden Untersuchungsergebnisse betreffend der Permokarbonverbreitung für dieses Projekt zur Verfügung zu stellen.

Hauptziele der Verbreitungskarte-PK sind:

1. Kompilation des heutigen Wissensstands betreffend der Verbreitung von tiefen Permokarbontrögen mit Unterscheidung von nachgewiesenen und vermuteten Bereichen.
2. Schaffung der Grundlage für die Umsetzung in einen GIS-Layer, zwecks Vergleich und Kombination mit anderen Parametern in der Nagra GIS-Datenbank.
3. Darstellung der Tiefe der Oberkante und der Mächtigkeit der Permokarbontröge sowie eventuell des stratigraphischen Alters der Trögfüllung.

## **1.2 Arbeitskonzept**

Die erste Sichtung der Dokumente hat schnell gezeigt, dass die Qualität der vorhandenen Verbreitungskarten sehr stark variiert, da sie mit sehr unterschiedlichen Zielsetzungen und Primärdaten erstellt wurden. Für diese erste Etappe des 'Sachplans geologische Tiefenlager' wurden für die Kompilation nur bestehende Karten verwendet (keine seismischen Profile).





## **2 Bestehende Daten**

### **2.1 Berücksichtigte Datenquellen**

Folgende Datenquellen wurden für die Kompilation verwendet:

- Publikationen
- Nagra Berichte (NTB, NIB)
- SEAG Dokumente (unveröffentlichte Kartierungen und Auswertungen)
- SGKP Seismischer Atlas (nur erste Resultate Westschweiz 2007)
- Geoform Dokumente (unveröffentlicht)
- Tiefbohrungen

### **2.2 Tiefbohrungen**

Als Referenzpunkte wurden auf der Verbreitungskarte alle Tiefbohrungen im weiteren Untersuchungsgebiet (schweizerisches Mittelland und angrenzende Gebiete im In- und Ausland) dargestellt (Beilage 1 und 2). Dabei wurden alle Bohrungen berücksichtigt, die die Basis des Mesozoikums durchteuft haben, unter Angabe der paläozoischen Formationen (Kristallin, Perm durchteuft, Perm angebohrt, Perm+Karbon etc., siehe Tab. 1).

Von den berücksichtigten 50 Bohrungen haben nur fünf das Karbon angebohrt oder durchteuft:

- Dingelsdorf-1 (D)
- Entlebuch-1
- Essavilly 101 (F)
- Weiach
- Weiach-2

### **2.3 Bestehende Verbreitungskarten**

Eine erste Grobauswertung der gefundenen Dokumente, die sich mit der Verbreitung des Permokarbons im Untersuchungsgebiet befasst, hat sofort gezeigt, dass die Qualität und Nachvollziehbarkeit sehr stark unterschiedlich ist. Dies ist auf folgende Gründe zurückzuführen:

- Bohrungen: nur wenige belegen die Verbreitung des Permokarbons und die stratigraphische Zuordnung ist nicht immer eindeutig (z.B. verwittertes Kristallin oder Oberrotliegend).
- Die Interpretation der Seismik auf dem Niveau des Permokarbons ist nicht eindeutig (schlechte Auflösung, kaum Kalibration mit Bohrungen möglich).
- Oft konnten bei der Auswertung der Seismik nicht alle existierenden Linien verwendet werden (vertrauliche Daten).
- Die Dokumente beziehen sich nicht auf Primärdaten (Aufarbeitung bestehender öffentlicher/vertraulicher Dokumente).

Generell können die Dokumente in zwei Gruppen unterteilt werden (Tab. 2):

4. Dokumente, die sich nachweislich auf Primärdaten abstützen.
5. Dokumente, die wichtige Informationen zum Permokarbon enthalten, aber für die Erstellung der Verbreitungskarte keine neue Information liefern.

Gruppe 1 wurde direkt für die Erstellung der Kartenskizze (siehe Kap. 3) verwendet.

Tab. 1: Bohrungen im weiteren Untersuchungsgebiet, die Permokarbon und/oder Kristallin durchteuft haben („Code“ wurde für die Darstellung auf der Karte verwendet).

ID	Well	Well_Abk	X (m)	Y (m)	KOTE (m ü-M.)	ET (MD m)	Fm. uMeso. (unt. Meosoz.)	Fm. ET (auf ET)	Code	Perm	Karbon	Kommentar
1	Benken	BNK	690989	277843	404	1007	KRI	KRI	1			
2	Berlingen 1	BER1	719685	280195	593	2311	PK	PK	2	oRotl		
3	Billafingen 2	BLF2	722423	300939	555	1290	PK	PK	2	oRotl		
4	Boettstein	BOT	659341	268556	347	1501	KRI	KRI	1			
5	Buix	BUI	568780	258620	395	1053	PK	PK	2	oRotl		
6	Chatelblanc 1	CHB1	503750	173500	1022	2672	PK	PK	2	oRotl		
7	Dingelsdorf 1	DNG1	727953	288465	450	2702	PK	KRI	4	ouRot	oKarb	Westphal
8	Dingelsdorf 2	DNG2	728138	286658	470	2088	PK	PK	2	oRotl		
9	Entlebuch 1	ENT1	651204	202853	1080	5289	PK	PK	4		oKarb	Westphal, kein Perm
10	Essavilly-101	ESV1	496136	182604	790	2067	PK	KRI	4		oKarb	
11	Eternoz	ETZ	491326	207261	521	2500	PK	PK	2			??? Strat
12	Grenzach Ciba	GCG	616565	266650	262	204	PK	PK	2	oRotl		
13	Herdern 1	HEM1	711308	274597	527	2155	KRI	KRI	1			
14	Illfurth-R1	ILR1	587500	281100	256	1354	PK	PK	2	oRotl		
15	Kaiseraugst WBS	KAGW	622630	264726	300	294	PK		3			??? Strat
16	Kaisten	KAI	644641	265624	320	1303	PK	KRI	3	oRotl		
17	Knoeringue	KNO	593470	268930	438	2149	PK	KRI	3	oRotl		
18	Koblenz RKK 30	KOB3	661759	273936	321	161	KRI	KRI	1			
19	Kreuzlingen 1	KRZ1	729201	276169	539	2550	PK	PK/KRI	3	oRotl		
20	Laveron 1	LAV1	503055	180250	1080	2485	PK	PK	2	oRotl		
21	Leuggern	LEU	657664	271208	359	1632	KRI	KRI	1			
22	Lindau 1	LDA1	692815	255098	516	2377	KRI	KRI	1			
23	Meersburg 1	MEE1	738560	285036	495	2540	PK	PK	2	oRotl		
24	Montbouton	MNB	560900	257700	551	1131	PK	PK	2	oRotl		
25	Mumpf	MUM	636460	266270	282	207	PK	PK	2	oRotl		
26	Otterbach OT2	OTT2	612430	269685	253	2745	PK	KRI	3	oRotl		
27	Owingen	OWI	731141	296151	530	1625	PK	KRI	3	oRotl		??? Strat
28	Pfaffnau 1	PFF1	632708	231789	500	1843	PK	KRI	3	oRotl		
29	Rheinfelden Engerf	RHFE	627650	266680	300	600	PK	KRI	3	oRotl		
30	Rheinfelden Weiher	RHFW	623993	266209	281	433	PK	KRI	3	oRotl		
31	Rietheim L2	RIE	662460	272833	396	323	KRI	KRI	1			
32	Riniken	RIN	656604	261800	385	1800	PK	PK	2	oRotl		
33	Ruckfeld 1	RUK	662950	266850	414	768	PK	PK	2	oRotl		
34	Saeckingen 3	SAK3	638639	267458	292	600	PK	KRI	3	oRotl		
35	Schafisheim	SFH	653620	246760	421	2006	KRI	KRI	1			
36	Schleitheim	SHL	678160	288980	467	159	KRI	KRI	1			
37	Sibingen	SIB	680090	286693	574	1503	KRI	KRI	1			
38	Treycovagnes-1	TRY	536135	180273	473	3221	PK	PK	2	oRotl		
39	Valempoulieres 1	VLP1	480763	186310	650	1421	PK	KRI	3	oRotl		
40	Weiach	WEI1	676744	268618	369	2479	PK	KRI	4	ouRot	oKarb	Stephan
41	Weiach-2	WEI2	676375	268764	342	2009	PK	KRI	4	ouRot	oKarb	Stephan
42	Weiherfeld	WEF	623990	266220	281	433	PK	KRI	3	oRotl		
43	Wintersingen	WIN	629107	261606	385	440	PK	KRI	3	oRotl		
44	Zurzach 1	ZUR1	663952	271229	341	416	KRI	KRI	1			
45	Zurzach Jurb	ZURJ	664115	270435	367	590	PK	KRI	3	oRotl		
46	Zurzach S2	ZURS	661686	271113	517	607	PK	PK	2	oRotl		
47	Zurzach T1	ZURT	663973	271224	340	430	KRI	KRI	1			
48	Zurzach Z3	ZURZ	663740	271490	346	701	KRI	KRI	1			
49	Zuzgen-1	ZUZ1	635030	263400	412	403	PK	KRI	3	oRotl		
50	Zuzgen-2	ZUZ2	635410	263470	406	259	PK	KRI	3	oRotl		

Tab. 2: Bestehende Dokumente in Kartenform mit Angaben zur Verbreitung des Permokarbons im Untersuchungsgebiet.

Autor	Jahr	öffentlich (ja/nein, Eigent.)	Gebiet	Datengrundlage	Informationsgehalt				Kompiliert (Beilage 2)
					strukturell	stratigr.	detailliert	überreg.	
Geoform (gf-182)	1996	nein (SEAG)	Kt. ZG	Seismik	ja		ja		ja
Geoform (gf-172)	1995	nein (SEAG)	Kt. AG	Seismik + Bohrungen	ja	ja	ja		ja
Geoform (gf-190)	1997/2004	nein (Geoform)	Schweiz	Öffentl. Seismik + Bohr.	ja	ja		ja	ja
Meier, B.	1994a	nein (Nagra)	Westschweiz	Seismik + Bohrungen	ja	ja	ja		ja
Meier, B.	1994b	nein (Nagra)	Nordschweiz	Seismik + Bohrungen	ja	ja	ja		ja
Müller W. et al. (NTB 99-08)	2002	ja	Nordschweiz	Seismik + Bohrungen	ja	ja	ja		ja
Naef, H.	1997	nein (Kt. TG)	Nordostschweiz	Seismik + Bohrungen	ja		ja		ja
SEAG-BEB (02/93/01)	1992	nein (SEAG)	Nordostschweiz	Seismik + Bohrungen	ja		ja		ja
SEAG-ForestOil	2000	(ja)	Nordschweiz	Seismik + Bohrungen	ja	ja	ja		ja
SGKP-Draft	2007	nein (Nagra)	FR süd	Seismik	ja		ja		ja
Thury M. et al. (NTB 93-01)	1993	ja	Schweiz	Seismik + Bohrungen	ja	ja	ja		ja
Ustaszewski et al.	2005	ja	Nordschweiz	Seismik + Bohrungen	ja	ja	ja		ja
Brink et al.	1992	ja	Schweiz	Seismik + Bohrungen	ja	ja		ja	nein
Diebold, P.	1989	ja	Nordschweiz	Seismik + Bohrungen	ja	ja	(ja)		nein
Diebold&Noack	1997	ja	Nordschweiz	Seismik + Bohrungen	ja	ja		ja	nein
Laubscher&Noack	1997	ja	Nordschweiz	Seismik + Bohrungen	ja	ja			nein
Marchant, R.	2000	nein (Nagra)	Benken	Seismik	ja		ja		nein
McCann, T et al.	2006	ja	Europa/Schweiz	Seismik + Bohrungen	ja	ja		ja	nein
Proseis (DHM)	1987	nein (DHM)	Nordschweiz	Seismik + Bohrungen	ja	ja	ja		nein
Ringgenberg, Y.	2001	nein (Nagra)	Benken etc.	Seismik + Bohrungen	ja	ja	ja		nein
SEAG-Sneider	1996	nein (SEAG)	Nordschweiz	Seismik + Bohrungen	ja	ja	ja		nein
SEAG-BEB (03/93/02)	1993	nein (SEAG)	LEAG-LU	Seismik + Bohrungen	ja		ja		nein
SEAG-Shell (08/78/01)	1977	nein (SEAG)	Jura BE-SO-BL	Seismik + Bohrungen	ja		ja		nein
Ziegler, P.	1990	ja	Europa	Bohrungen	ja	ja		ja	nein

## 2.4 Schwerekarte Schweiz

Eine detaillierte Berechnung und Auswertung der residuellen Bouguer-Anomalien auf der Basis des Gravimetrischen Atlas der Schweiz 1:100'000 (Klingelé et al. 1994 – 1998) könnte Hinweise auf die Struktur der Kristallinoberfläche (oder Verbreitung der tiefen Permokarbontröge) geben. Eine Auswertung wurde nicht durchgeführt, da nicht sicher ist, wie sich die untiefen Quartärfüllungen auswirken, und der Datenzugang nicht geklärt ist.



### 3 Kartenskizze PK-Verbreitung Mittelland

Die in Tab. 2 aufgelisteten Karten (nur Gruppe 1) wurden georeferenziert und in ArcGIS zusammen mit den Bohrdaten (Kap. 2.2) eingebunden. Zur Orientierung wurden weitere Layers mit geologischer/tektonischer Karte der Schweiz (1:500'000), geographischen Daten (Grenzen, Gewässer etc.) und der Lage der seismischen Linien hinterlegt.

Beilage 1 zeigt den Abdeckungsgrad der vorhandenen Informationen. Der Nordschweizer Permokarbondrog ist sehr gut und detailliert dokumentiert, wogegen der Rest des Untersuchungsgebiets nur lückenhaft abgedeckt ist. Eine Arbeit (Geoform 1997), deckt das gesamte Untersuchungsgebiet mit einer Verbreitungskarte des Permokarbons ab. Dafür wurden jedoch nur die 1997 öffentlichen Daten (Bohrungen, Seismik etc.) verwendet, womit die Karte Gebiete mit grosser Unsicherheit umfasst.

Beim Vergleich der sich überdeckenden Karten zeigt sich zudem, dass sich die Interpretationen der strukturellen Elemente, wie Brüche oder Störungszonen, oft widersprechen. Die Tatsache, dass dies zum Beispiel auch im östlichen Teil des Nordschweizer Permokarbondrogs der Fall ist, demonstriert die Schwierigkeit der Interpretation mit den vorhandenen Primärdaten (s. auch Kap. 2.3).

Beilage 2 zeigt eine kompilierte Verbreitungskarte des Permokarbons über das gesamte Untersuchungsgebiet, unter Berücksichtigung der Gruppe 1 Dokumente. Die Karte hat skizzenhaften Charakter und ist (ausser im Gebiet des Nordschweizer Permokarbondrogs) mit grossen Ungewissheiten behaftet. Für die Erstellung der Verbreitungskarte wurden explizit keine interpretierten seismischen Profile oder andere publizierte Profile (z.B. Pfiffner & Erard 1997) verwendet, da es als unabdingbar erscheint, dass für eine verbesserte Verbreitungskarte eine einheitliche Auswertung aller seismischen Profile und – in Gebieten mit qualitativ schlechten Seismiklinien – neue seismische Untersuchungen durchgeführt werden müssten. Solche Untersuchungen sind erst in einer späteren Etappe des Sachplans im Rahmen der Exploration einzelner Standortgebiete vorgesehen.

Die Verbreitungskarte (Beilage 2) zeigt nur vier Hauptelemente (mit Hauptmerkmalen gemäss Primärdokumenten):

- Tiefe Permokarbontröge: meistens basierend auf tiefen seismischen Reflektoren mit deutlicher Begrenzung an Grabenrändern, oft mit starken Amplituden ("Kohlereflektoren")
- Grabenschultern: meist Perm in unterschiedlicher Mächtigkeit, oft mit unsicheren tiefen Reflektoren
- Kristallin-Hochzonen
- Wichtige Störungszonen: meistens nur Transversalstörungen, keine Grabenrand-Ab/Auf-schiebungen

Ausser für das Gebiet des Nordschweizer Permokarbondrogs, gibt es kaum Angaben zur effektiven Tiefe oder Mächtigkeit der Permokarbonateinheiten. Es erscheint als höchst spekulativ, beim jetzigen Projektstand solche Aussagen zu "erzwingen" (Zielsetzung 3, s. Kap. 1.), die erst mit einer einheitlichen Auswertung der Seismik, resp. mit neuen seismischen Untersuchungen besser möglich sein werden.



## 4 Schlussfolgerungen

- Bohrungen und seismische Messungen belegen deutlich, dass neben dem gut untersuchten Nordschweizer Permokarbondrog weitere tiefe Tröge unter der mittelländischen Molasse vorhanden sind (z.B. Vierwaldstättersee – Zugersee – südlicher Zürichsee, Langenthal, Solothurn, Waadtland).
- Ausdehnung und Tiefe können auf Basis der vorhandenen Verbreitungskarten nur skizzenhaft über das gesamte Untersuchungsgebiet dargestellt werden.
- Die oft widersprüchlichen Aussagen der bestehenden Dokumente zeigen die grossen Ungewissheiten bei der Interpretation der Seismik und der Bohrresultate. Wichtig ist zu erwähnen, dass bisher kaum alle vorhandenen seismischen Daten bei der Erarbeitung der bestehenden Dokumente verwendet werden konnte (limitierter Datenzugang, Eigentumsrechte).
- Eine vertrauenswürdigere Verbreitungskarte könnte nur mit einer einheitlichen Gesamtauswertung der Seismik erfolgen, wobei auch dann noch grössere Ungewissheiten verbleiben würden.
- Ein Einbezug einer Auswertung der residualen Schwereanomalien zur Lokalisierung von Permokarbontrögen müsste noch einmal geprüft werden.





## 5 Literatur und verwendete Dokumente

### Primäre Dokumente:

- ARGE DEEP HEAT MINING (1997): Projekt Deep Heat Mining: Anwendung der Hot-dry-rock / Hot-wet-rock Technologie zur Strom- und Wärmeproduktion in der Schweiz (Phase 2a: Resultate der Arbeiten 1997). Bericht Bundesamt für Energie, 24 p.
- DIEBOLD, P. & NOACK, TH. (1997): Late Paleozoic troughs and Tertiary Structures in the eastern Folded Jura. *In*: Pfiffner, O.A., Lehner, P., Heitzmann, P., Mueller, St. & Steck, A. (eds): Deep structure of the Swiss Alps: results of NRP 20. Birkhäuser, p. 59-63.
- DIEBOLD, P. (1989): Der Nordschweizer Permokarbon-Trog und die Steinkohlefrage der Nordschweiz. *Beitr. Geol. Schweiz, kl. Mittl.* Nr. 81, 41 p.
- EICHENBERGER, U. SOMMARUGA, A. & MARILLIER, F. (2007): Seismic synthesis of the Swiss Molasse Basin (preliminary results permocarboniferous). Presentation at Nagra, April 2007 (PDF).
- GEOFORM AG (1995): Kohlevorkommen im Untergrund des Kanton Aargau. *Geoform Bericht gf-172-1*, p. 10.
- GEOFORM AG (1996) Kohle-/Permokarbonverbreitung im Untergrund des Kanton Zug. *Geoform Bericht gf-182-1*, p. 15.
- GEOFORM AG (1997): Hydrocarbon habitat and potential of Switzerland (an evaluation of the oil and gas potential of Switzerland based on public well data, seismic lines and basin modelling results). *Geoform Bericht gf-190-1*, p. 38.
- LAUBSCHER, H. & NOACK, TH. (1997): The deep structure of the Basel Jura. *In*: Pfiffner, O.A., Lehner, P., Heitzmann, P., Mueller, St. & Steck, A. (eds): Deep structure of the Swiss Alps: results of NRP 20. Birkhäuser, p. 54-58.
- MARCHANT, R. (2000): 3D Seismik Zürcher Weinland: Permo-Carboniferous interpretation. Unpubl. Unpubl. Nagra Interner Ber., 5 p.
- MCCANN, T., PASCAL, C. TIMMERMANN, M.J., KRZYWIEC, P., LOPEZ-GOMÉZ, L., WETZEL, A., KRAWCZYK, C.M, RIEKE, H. & LAMARCH, J. (2006): Post-Variscan (end Carboniferous-Early Permian) basin evolution in Western and Central Europe. *In*: Gee, D.E. & Stephenson, R.A. (eds): European Lithosphere Dynamics. Geol. Soc. London, Memoire 32, 355-388 p.
- MEIER, B. (1994a): Untere Süsswassermolasse des westlichen Mittellandes (Regionale Interpretation bestehender Seismik und petrophysikalischer Interpretation von Fremdbohrungen). Unpubl. Unpubl. Nagra Interner Ber., 51 p.
- MEIER, B. (1994b): Untere Süsswassermolasse des zentralen und östlichen Mittellandes (Regionale Interpretation bestehender Seismik und petrophysikalischer Interpretation von Fremd- und Eigenbohrungen). Unpubl. Nagra Interner Ber., 59 p.
- MÜLLER, W.H., NAEF, H. & GRAF, H.R (2001): Geologische Entwicklung der Nordschweiz – Neotektonik und Langzeitszenarien Zürcher Weinland. Nagra Tech. Ber. NTB 99-08.

- NAEF, H. (1997): Interpretation der Reflexionsseismik im Kanton Thurgau im Hinblick auf Permokarbon-Vorkommen sowie oberflächennahe Strukturen. Unpubl. Interner Bericht Büro für angewandte Geologie Dr. H. Naef, p. 10.
- SEAG-BEB (1993): Zusammenfassende Berichterstattung über die Ergebnisse der seismischen Messungen in der Konzession SEAG (Prakla, Generalized time interval map top PC-top Basement). SEAG Archiv, Bericht Nr. 02/93/01, p. 21.
- SEAG-BEB (1993): Zusammenfassende Berichterstattung über die Ergebnisse der seismischen Messungen in der Konzession LEAG (Prakla, Digitized time contour map top Basement). SEAG Archiv, Bericht Nr. 03/93/02, p. 20.
- SEAG-FOREST OIL (2000): Montage on Weiach-2 project. SEAG Archiv, Bericht Nr. 02/04/14, p. 25 (Poster).
- SEAG-SHELL (1977): Bericht über die Auswertung der seismischen Aufnahmen für die Jura Soleurois Pétroles S.A. (Time contour map top Basement). SEAG Archiv, Bericht Nr. 08/78/01, p. 5
- SEAG-SNEIDER ET AL. (1996): Hydrocarbon potential of the Weiach area northeastern Switzerland (Distribution map of Permo-Carboniferous sediments). SEAG Archiv, Bericht Nr. 02/03/09, p. 55.
- THURY, M., GAUTSCHI, A., MAZUREK, M., MÜLLER, W.H., NAEF, H., PEARSON, F.J., VOMVORIS, S. & WILSON, W. (1994): Geology and Hydrogeology of the Crystalline Basement of Northern Switzerland. Synthesis of Regional Investigations 1981 – 1993 within the Nagra Radioactive Waste Disposal Programme. Nagra Tech. Ber. NTB 93-01, 392 p.
- USTASZEWSKI, K., SCHUHMACHER, M. & SCHMID, S.M. (2005): Simultaneous normal faulting and extensional flexuring during rifting: an example from the southernmost Upper Rhine Graben. *Int. J. Earth Sci. (Geol. Rundschau)*, 94, p. 680-696.
- ZIEGLER, P.A. (1990): Geological Atlas of Western and Central Europe. Shell International Petroleum Maatschappij B.V., Elsevier, Amsterdam, 239 p.

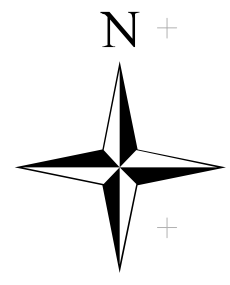
#### **Weitere Literatur:**

- BLÜM, W. (1996): Faziesanalyse im Rotliegenden des Nordschweizer Permokarbon-Trogs (Hochrhein-Region zwischen Basel und Laufenburg). *Eclogae geol. Helv.* 82/2, p. 455-489.
- BURKHARD, M. & SOMMARUGA, A. (1998): Evolution of the western Swiss Molasse basin: structural relations with the Alps and the Jura belt. *In: Mascle, A., Puigdefàbregas, C., Luterbacher, CH.P. & Fernández, M. (eds): Cenozoic foreland basins of Western Europe. Spec. Publ. geol. Soc. London* 134, p. 279-298.
- DIEBOLD, P., NAEF, H. & AMMANN, M. (1991): Zur Tektonik der zentralen Nordschweiz – Interpretation aufgrund regionaler Seismik, Oberflächengeologie und Tiefbohrungen. Text- und Beilagenband. Nagra Tech. Ber. NTB 90-04, 277 p.

- GORIN, G.E., SIGNER, C. & AMBERGER, G. (1993): Structural configuration of the western Swiss Molasse Basin as defined by reflection seismic data. *Eclogae geol. Helv.* 86/3, p. 693-716.
- KEMPTER, E.H.K. (1987): Fossile Maturität, Paläothermogradienten und Schichtlücken in der Bohrung Weiach im Lichte von Modellberechnungen der thermischen Maturität. *Eclogae geol. Helv.* 80/2, p. 543-552.
- MATTER, A. (1987): Faciesanalyse und Ablagerungsmilieus des Permokarbons im Nordschweizer Trog. *Eclogae geol. Helv.* 80/2, p. 345-368.
- MCCANN, T., KRAWCZYK, C.M. & RIEKE, H. (2000): Integrated basin analysis – an example from the upper Rotliegend of the NE German Basin. *Erdöl Erdgas Kohle* 116/5, p. 261-266.
- MOSAR, J. (1999): Present-day and future tectonic underplating in the western Swiss Alps: reconciliation of basement/wrench-faulting and décollement folding of the Jura and Molasse basin in the Alpine Foreland. *Earth planet. Sci. Letters* 173, p. 143-155.
- NAEF, H. & BIRKHÄUSER, P. (1996): Reflexionsseismik zur Erkundung des Opalinustons in der Nordschweiz. *Bulletin für angewandte Geologie* 1/2, p. 113-134.
- NAEF, H., BIRKHÄUSER, PH. & ROTH, PH. (1995): Interpretation der Reflexionsseismik im Gebiet nördlich Lägeren – Zürcher Weinland. *Nagra Tech. Ber. NTB 94-14*, 120 p.
- NAGRA (1988): Sedimentstudie-Zwischenbericht 1988. Möglichkeiten zur Endlagerung langlebiger radioaktiver Abfälle in den Sedimenten der Schweiz. Text- und Beilagenband. *Nagra Tech. Ber. NTB 88-25*, 456 p.
- NAGRA (1989): Sondierbohrung Weiach – Untersuchungsbericht (Gemeinde Weiach, Kanton Zürich, Schweiz). Text- und Beilagenband. *Nagra Tech. Ber. NTB 88-08*, 183 p.
- NAGRA (2001): Sondierbohrung Benken – Untersuchungsbericht. *Nagra Tech. Ber. NTB 00-01*, 288 p.
- NIKLAUS, P. & WETZEL, A. (1996): Faziesanalyse und Ablagerungsmilieu der fluviatilen Sedimentfüllung des Karbontroges von Salvan-Dorénaz. *Eclogae geol. Helv.* 89/1, 427-437 p.
- PFIFFNER, O.A., ERARD, P.-F. & STÄUBLE, M. (1997): Two cross sections through the Swiss Molasse Basin (lines E4 – E6, W1, W7 – W10). *In: Pfiffner, O.A., Lehner, P., Heitzmann, P., Mueller, St. & Steck, A. (eds): Deep structure of the Swiss Alps: results of NRP 20.* Birkhäuser, p. 64-72.
- SCHALTEGGER, U. & CORFU, F. (1995): Late Variscan "Basin and Range" magmatism and tectonics in the Central Alps: evidence from U-Pb geochronology. *Geodinamica Acta* 8/2, p. 82-98.
- SCHALTEGGER, U., ZWINGMANN, H., CLAUER, N., LARQUÉ, PH. & STILLE, P. (1995): K-Ar dating of a Mesozoic hydrothermal activity in Carboniferous to Triassic clay minerals of northern Switzerland. *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mittl.* 75, p. 163-176.

- SOMMARUGA, A. (1997): Geology of the Central Jura and the Molasse Basin: new insight into an evaporite-based foreland fold and thrust belt. *Mémoire de la Société Neuchâteloise des Sciences naturelles XII*, 176 p.
- STAMPFLI, G.M. & MARTHALER, M. (1990): Divergent and convergent margins in the North-Western Alps confrontation to actualistic models. *Geodynamica Acta* 4/3, p. 159-184.
- STAMPFLI, G.M. & MARCHANT, R.H. (1997): Geodynamic evolution of the Tethyan margins of the Western Alps. *In*: Pfiffner, O.A., Lehner, P., Heitzmann, P., Mueller, St. & Steck, A. (eds): *Deep structure of the Swiss Alps: results of NRP 20*. Birkhäuser, p. 223-241.

480'000 490'000 500'000 510'000 520'000 530'000 540'000 550'000 560'000 570'000 580'000 590'000 600'000 610'000 620'000 630'000 640'000 650'000 660'000 670'000 680'000 690'000 700'000 710'000 720'000 730'000 740'000 750'000 760'000 770'000

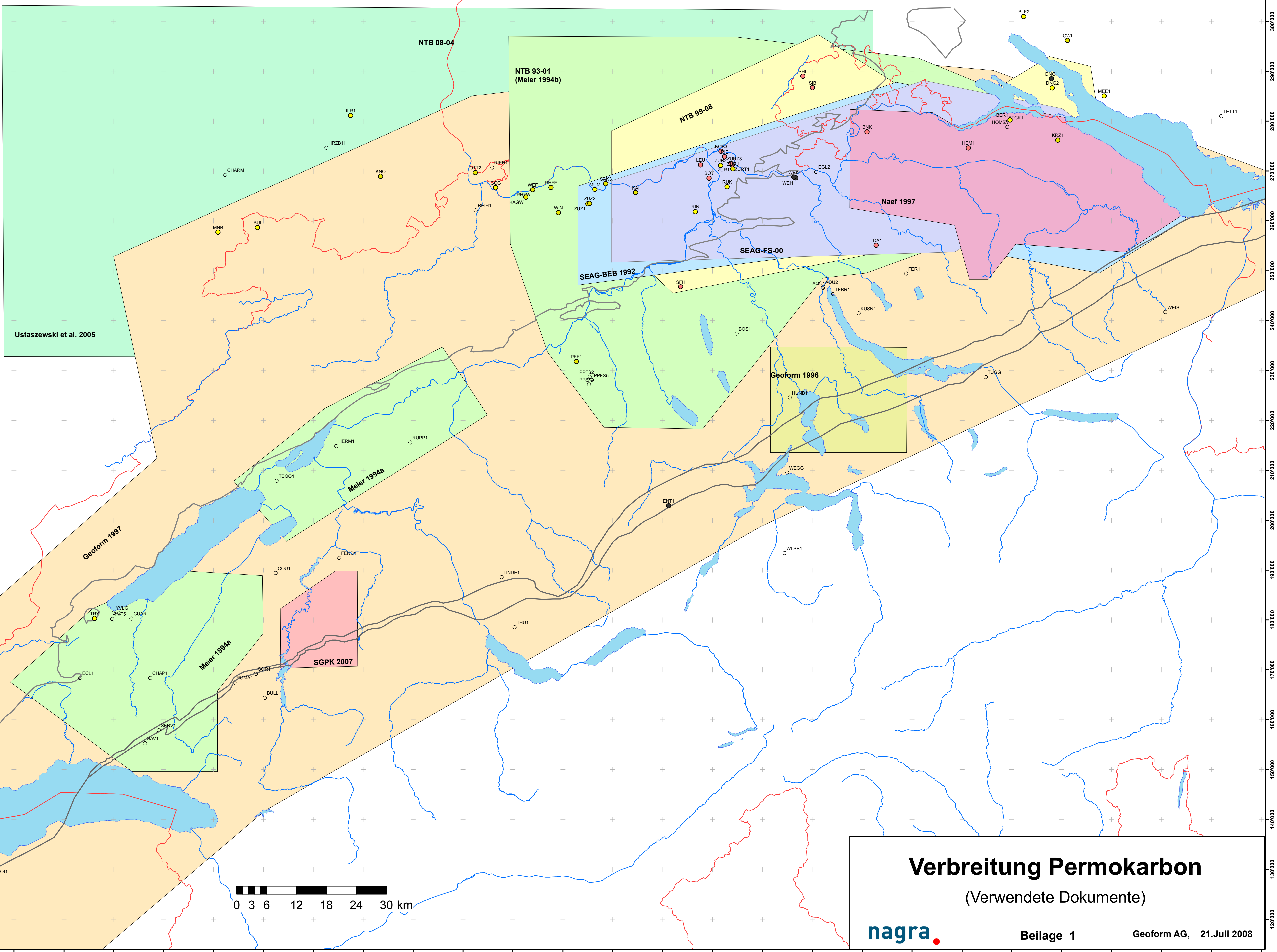


300'000  
290'000  
280'000  
270'000  
260'000  
250'000  
240'000  
230'000  
220'000  
210'000  
200'000  
190'000  
180'000  
170'000  
160'000  
150'000  
140'000  
130'000  
120'000

300'000  
290'000  
280'000  
270'000  
260'000  
250'000  
240'000  
230'000  
220'000  
210'000  
200'000  
190'000  
180'000  
170'000  
160'000  
150'000  
140'000  
130'000  
120'000

**Legende:**

- Andere Bohrungen
- Bohrungen\_PK
- Fm. auf ET**
- Kristallin
- Perm
- Perm+Kri
- Perm+Karbon



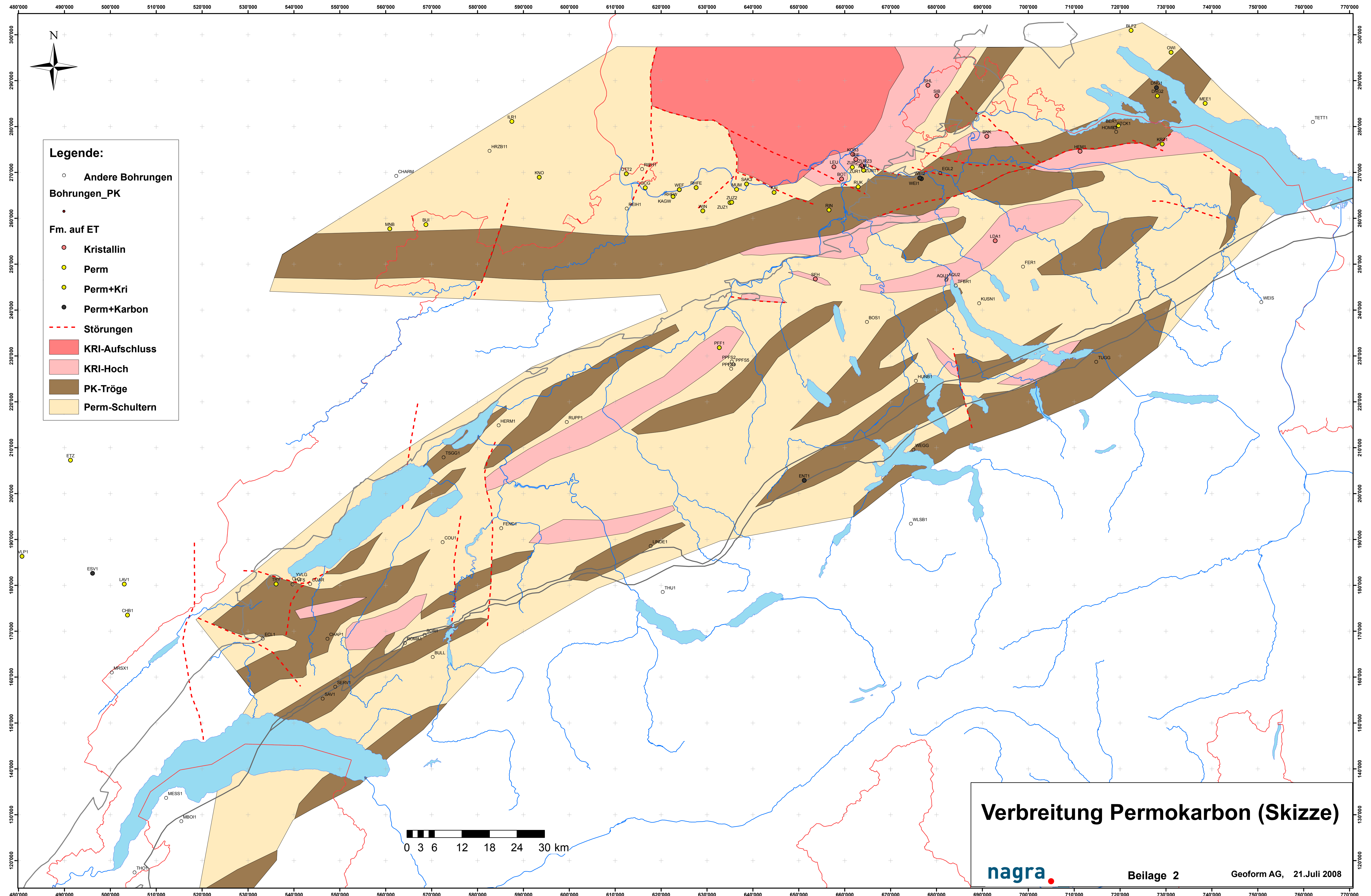
**Verbreitung Permokarbon**

(Verwendete Dokumente)



Beilage 1

Geoform AG, 21.Juli 2008



- Legende:**
- Andere Bohrungen
  - Bohrungen\_PK
  - Fm. auf ET**
  - Kristallin
  - Perm
  - Perm+Kri
  - Perm+Karbon
  - - - Störungen
  - KRI-Aufschluss
  - KRI-Hoch
  - PK-Tröge
  - Perm-Schultern

**Verbreitung Permokarbon (Skizze)**

