

Qualitätssicherung Erdwärmesonden in der Schweiz

Dr. Walter J. Eugster

Polydynamics Engineering, CH-8048 Zürich

Leiter Gütesiegel für EWS-Bohrfirmen (FWS)

Verantw. Autor BAFU-Vollzugshilfe

Mitautor SIA 384/6

Mitglied Richtlinienkommission VDI 4640 (Blatt 1+2)

info@polydynamics.ch



GÉOTHERMIE.CH 

 energieschweiz



Inhalt:

- Marktübersicht Wärmepumpen in der Schweiz
- Überblick Qualitätssicherung
- Gütesiegel für EWS-Bohrfirmen
- Vollzugshilfe des Bundes
- sia-Norm 384/6 Erdwärmesonden
- Erkenntnisse
- Wie weiter?



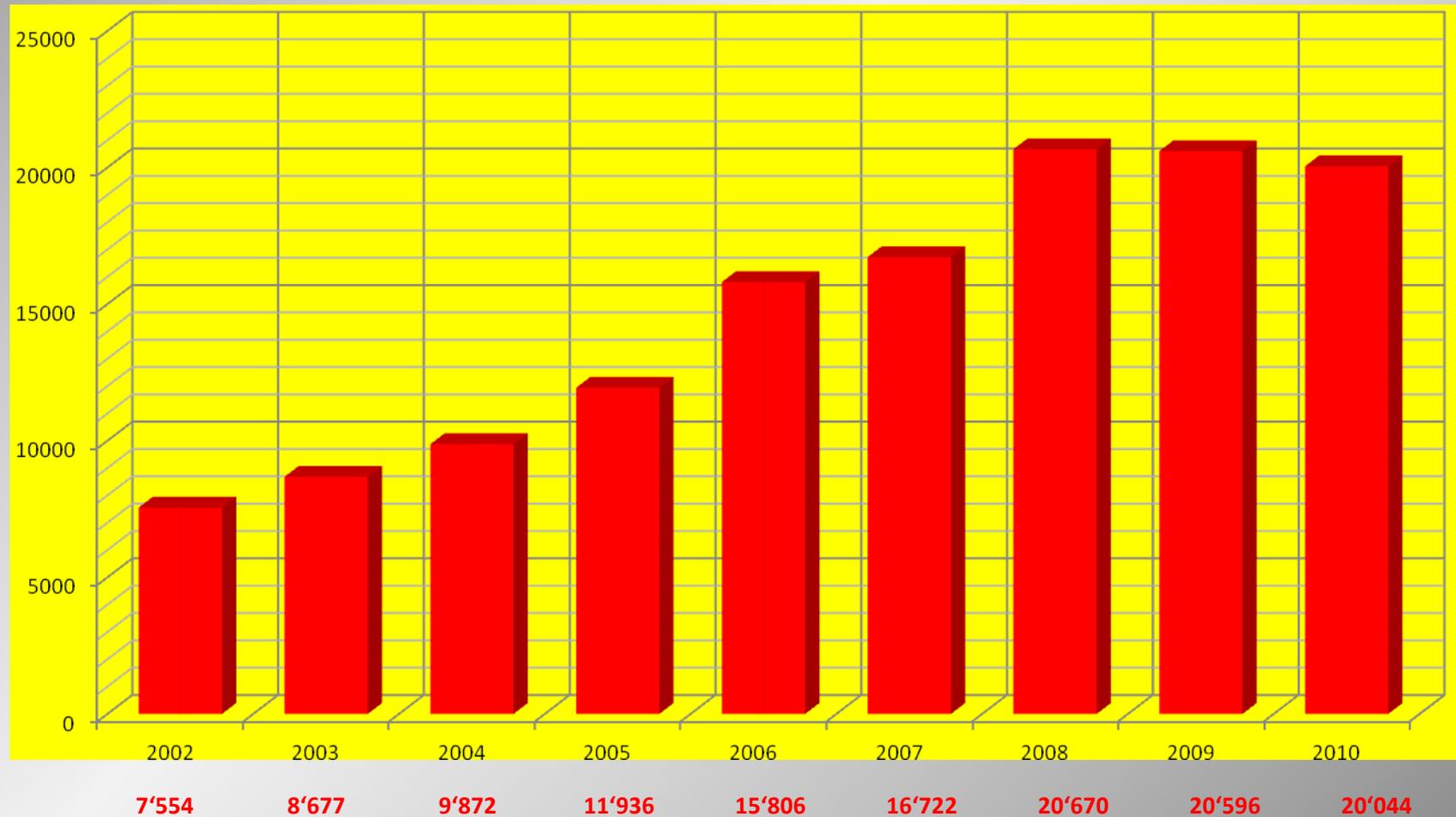
Marktübersicht Wärmepumpen

- 190'000 WP-Anlagen (WPA) in der Schweiz
 - davon ca. 40 - 45% Sole-Wasser-WPA
 - ca. 55 - 60% Luft-Wasser-WPA
 - Rest: Wasser-Wasser-WPA
- Kaum Direktverdampfer- oder Horizontalregister-Anlagen
- Sanierungsmarkt vergrössert sich stetig
- Zunahme von „Gross-Anlagen“ (Sole-Wasser-WP)
- EFH-Neubauten: 83% mit WP!



Marktübersicht Wärmepumpen

Wärmepumpenverkäufe Schweiz

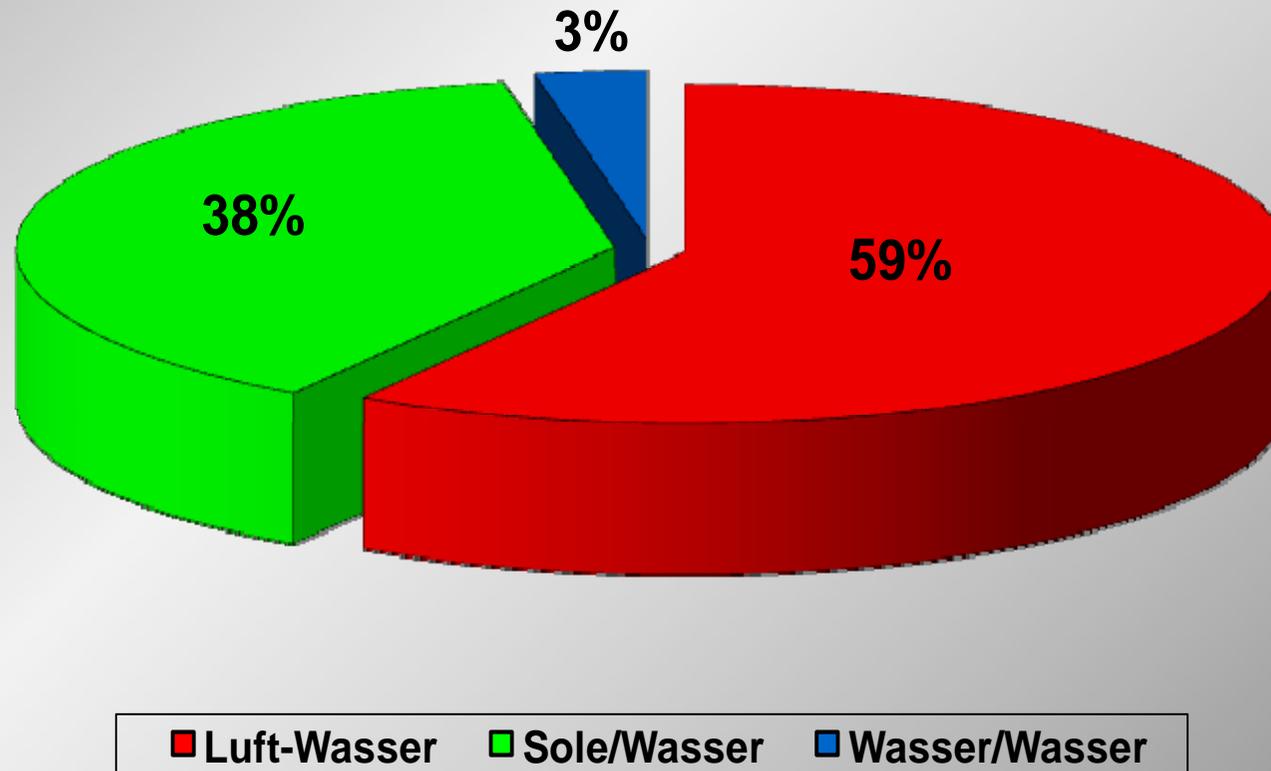


Quelle: Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz (www.fws.ch)



Marktübersicht Wärmepumpen

Wärmepumpenverkäufe nach Energiequelle 2010

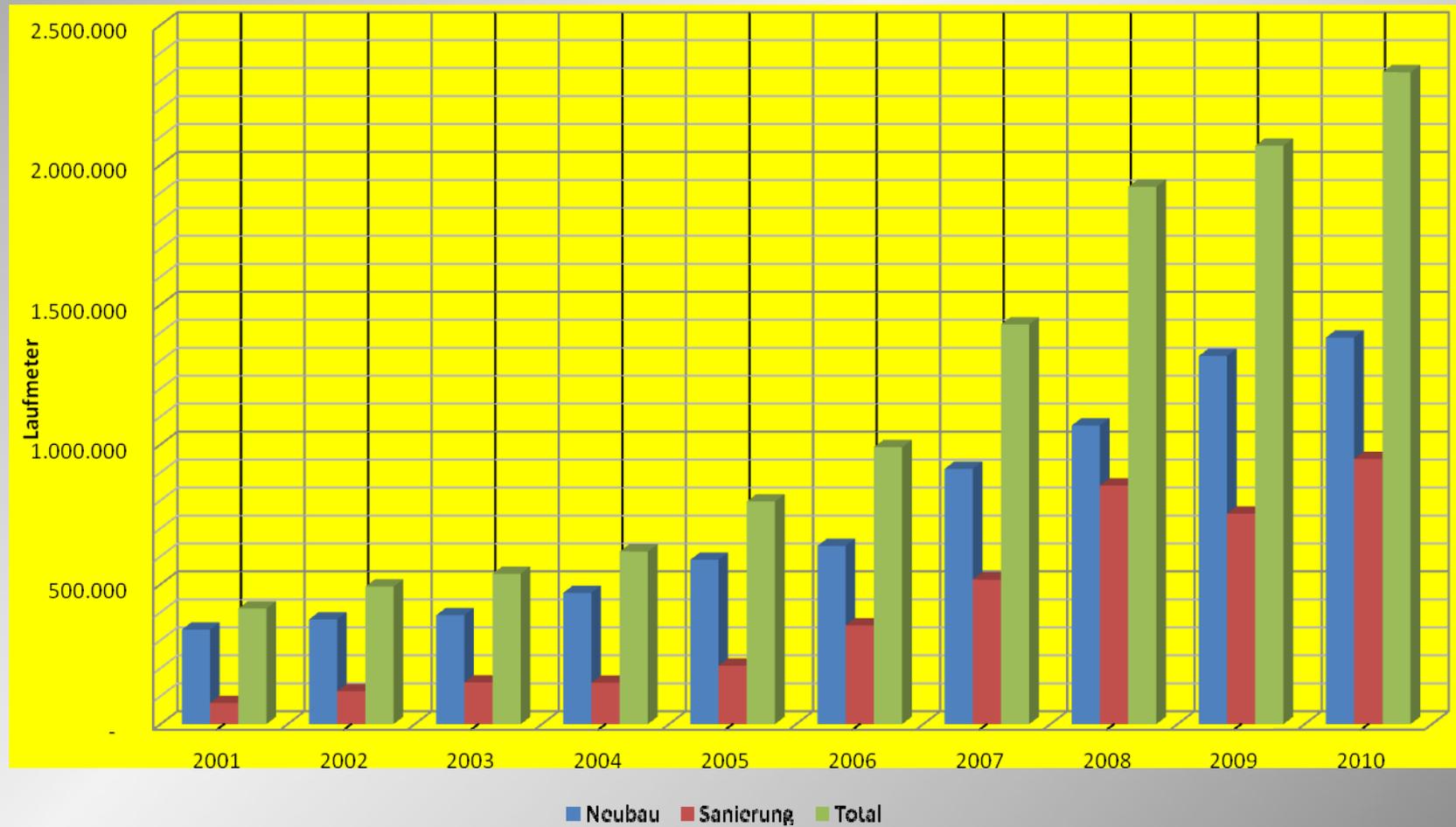


Quelle: Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz (www.fws.ch)



Marktübersicht Wärmepumpen

Verteufte Erdwärmesonden in Laufmeter pro Jahr



Quelle: Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz (www.fws.ch)



Marktübersicht Wärmepumpen

Aktuelle Situation:

- Marktkonsolidierung auf hohem Niveau
- Bohrmarkt leicht rückläufig
- Es hat eher zu viele Bohrgeräte in der Schweiz
- Es herrscht ein nahezu ruinöser Preiskampf

→ Qualitätssicherung hat hohen Stellenwert



Überblick Qualitätssicherung

- DACH-Gütesiegel für Wärmepumpen
 - etabliert
 - Basis für Subventionen/Beihilfen etc.
- FWS-Gütesiegel für Erdwärmesonden-Bohrfirmen
 - Erfolg in der Branche
 - Endkunden verlangen Gütesiegel
 - Behörden verlangen Gütesiegel (VD, AG, BL ..)
 - Vergünstigungen sind an Gütesiegel gebunden
- Kein Gütesiegel für Installateure / Planer
 - SIA-Norm 284/6, BAFU-Praxishilfe
- FWS Fachpartner mit Zertifikat (Installateure)



Qualitätssicherung bei Erdwärmesonden



Vollzugshilfe des Bundes
Gewässerschutz
Gesetzesinterpretation
Zwingend



Technische CH-Norm
Zielformulierung
Sicherer Betrieb
Im Streitfall Richtergrundlage
Freiwillig, ausser bei Vertrags-
einschluss



Private Trägerschaft
Freiwillig
Marktabhängig
Keine Grenzen



Gütesiegel für EWS-Bohrfirmen

seit 2001



Inhalt:

- Anforderungen an Bohrgeräte und –verfahren: geeignet für anstehenden Untergrund
- Anforderungen an das Bohrpersonal: Ausbildung, korrekte Erstintervention
- Anforderungen an das eingesetzte Material: SKZ-geprüft
- Anforderungen an die Arbeitsweise
- Anforderung an die Hinterfüllung (Zeitpunkt, Ausführung, Material)
- Schlussprüfungen: Durchfluss- und Druckprüfung nach SIA 384/6



Gütesiegel für EWS-Bohrfirmen

Details:

- 31 Ausführungs-/Materialvorschriften im Reglement
 - z.B. Hinterfüllung:
 - unmittelbar nach Setzen der EWS
 - bei gesetzter Verrohrung
 - mit definierter Materialzusammensetzung
 - im Kontraktorverfahren
- Weg wird vorgegeben
- Einschränkung Unternehmerfreiheit



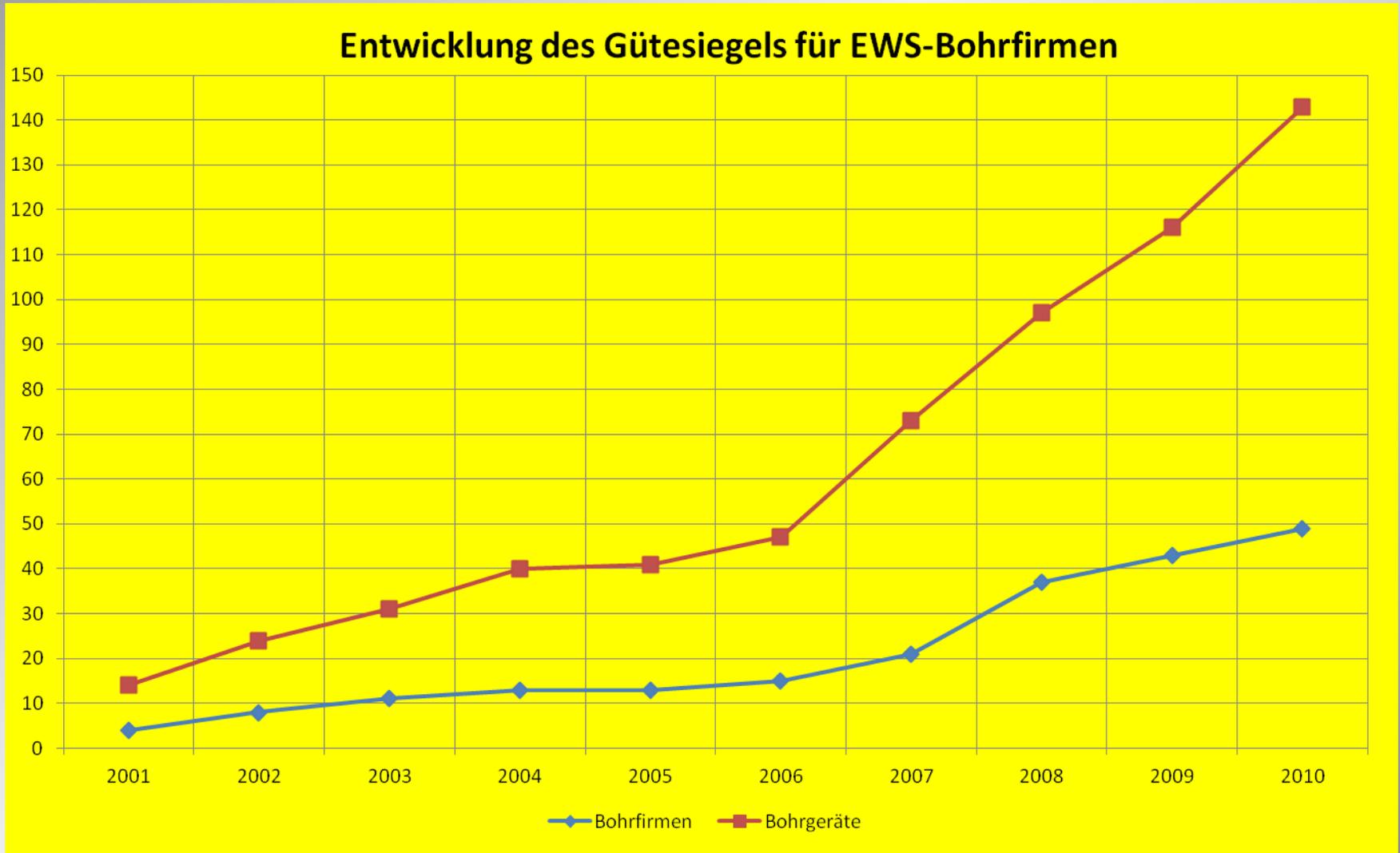
Gütesiegel für EWS-Bohrfirmen

Rückblick:

- Niedrige Eintrittshürde für Gütesiegel
- Coaching der „Neulinge“ stand im Vordergrund
 - Rasch grosse Verbreitung und Akzeptanz
 - grosse Marktakteptanz
 - tw. vorgeschrieben (Behörden, Förderung)
 - Zwang zum Gütesiegel
 - qualitative Grauzone



Marktübersicht Wärmepumpen



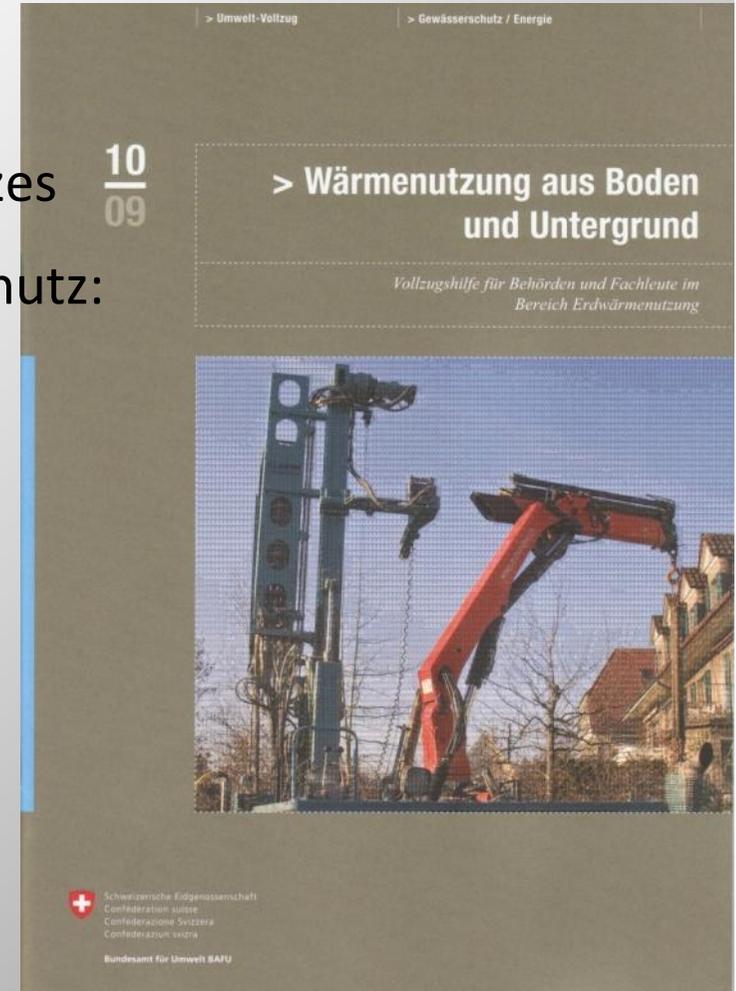
Quelle: Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz (www.fws.ch)



Vollzugshilfe des Bundes: „Wärmenutzung aus Boden und Untergrund“

Inhalt (generell):

- Anforderungen aus Sicht des Gewässerschutzes
- Schwerpunkt: „Planerischer“ Grundwasserschutz:
- „Ja“, „Nein“, „Vielleicht“
- Rechtssicherheit (Anspruch auf Bewilligung)
- Maxime: Grundwasserschutz ist höheres Gut als die einzelne private Erdwärmesonde
- Formulierung von Standardauflagen als Bewilligungsgrundlage
- Formulierung von besonderen Auflagen in besonderen Situationen



Vollzugshilfe des Bundes: „Wärmenutzung aus Boden und Untergrund“

Inhalt (bezüglich EWS):

Empfohlene Standardauflagen für alle EWS-Anlagen:

- Planung/Einbau der EWS nach SIA 384/6
- Anforderungen an Bohrgeräte und -verfahren
- Anforderungen an das Bohrpersonal
- Anforderungen an das eingesetzte Material
- Anforderungen an die Arbeitsweise
- Anforderung an die Hinterfüllung
(Zeitpunkt, Ausführung, Material)

→Erfahrungen aus dem Gütesiegel



Vollzugshilfe des Bundes: „Wärmenutzung aus Boden und Untergrund“

Inhalt (bezüglich EWS):

Empfohlene spezifischen Auflagen in besonderen Situationen (z.B.):

- Gebiete geringer Grundwassermächtigkeit im A_u :
→ Permanente Verrohrung / Packer / Druckzementation
- Gebiete mit Grundwasserstockwerksbau:
→ Begrenzung der Sondentiefe
- Gebiete mit gespanntem Grundwasser:
→ Begrenzung der Sondentiefe oder Permanente Verrohrung / Packer / Druckzementation



Sia-Norm 384/6 Erdwärmesonden

Inhalt (generell):

- Technische Anforderungen zur Gewährleistung eines sicheren Betriebs über die gesamte Lebensdauer
 - Dimensionierung
 - Hydraulische Optimierung
 - Schlussprüfungen
 - Abnahme, Übergabe, Dokumentation
- Anlageeffizienz
→ „state of the art“ - Anlagenbau
→ Sicherheit für Bauherren, Garantien



SIA-Norm 384/6 Erdwärmesonden

Wichtigste Inhalte:

- EWS werden auf 50 Betriebsjahre und eine minimale Wärmeträger-temperatur von -1.5°C ausgelegt.
- Berücksichtigung von laminarer bzw. turbulenter Strömung.
- Auslegungsergebnis: Anzahl, Tiefe und Abstand der EWS
- Vereinfachtes Auslegeverfahren für „einfache“ Anlagen bis 4 EWS
- Es ist sicherzustellen, dass beim Einbau die zulässigen Druckbereiche nicht überschritten werden:
z.B. bei PE100, PN 16:
Rohrinnendruck $<$ Rohraussendruck + 8 bar
Rohraussendruck $<$ Rohrinnendruck + 21 bar



Qualitätssicherung -SIA-Norm 384/6 Erdwärmesonden

Wichtigste Inhalte (Forts.):

- Aus den Druckgrenzen und der Dichte der Hinterfüllung ergeben sich „Systemgrenzen“:

Tabelle: aus SIA 384/6 Erdwärmesonden, Copyright © 2009 by SIA Zurich

EWS-Länge	Dichte der Hinterfüllung				
	1200 kg/m³	1400 kg/m³	1600 kg/m³	1800 kg/m³	2000 kg/m³
40 m	0,8 bar	1,6 bar	2,4 bar	3,1 bar	3,9 bar
60 m	1,2 bar	2,4 bar	3,5 bar	4,7 bar	5,9 bar
80 m	1,6 bar	3,1 bar	4,7 bar	6,3 bar	7,8 bar
100 m	2,0 bar	3,9 bar	5,9 bar	7,8 bar	9,8 bar
120 m	2,4 bar	4,7 bar	7,1 bar	9,4 bar	11,8 bar
140 m	2,7 bar	5,5 bar	8,2 bar	11,0 bar	13,7 bar
160 m	3,1 bar	6,3 bar	9,4 bar	12,6 bar	15,7 bar
180 m	3,5 bar	7,1 bar	10,6 bar	14,1 bar	17,7 bar
200 m	3,9 bar	7,8 bar	11,8 bar	15,7 bar	19,6 bar
220 m	4,3 bar	8,6 bar	12,9 bar	17,3 bar	21,6 bar
240 m	4,7 bar	9,4 bar	14,1 bar	18,8 bar	23,5 bar
260 m	5,1 bar	10,2 bar	15,3 bar	20,4 bar	25,5 bar
280 m	5,5 bar	11,0 bar	16,5 bar	22,0 bar	27,5 bar
300 m	5,9 bar	11,8 bar	17,7 bar	23,5 bar	29,4 bar
320 m	6,3 bar	12,6 bar	18,8 bar	25,1 bar	31,4 bar
340 m	6,7 bar	13,3 bar	20,0 bar	26,7 bar	33,4 bar
360 m	7,1 bar	14,1 bar	21,2 bar	28,3 bar	35,3 bar
380 m	7,5 bar	14,9 bar	22,4 bar	29,8 bar	37,3 bar
400 m	7,8 bar	15,7 bar	23,5 bar	31,4 bar	39,2 bar

Der maximal zulässige Differenzdruck von aussen nach innen bei U-Rohr-EWS SDR 11 beträgt 8 bar.

Einbau der EWS ohne Vorbehalt zugelassen

Erdwärmesonden können nur hinterfüllt werden, wenn der Kopf dicht verschlossen ist. Die Druckprüfung kann erst gemacht werden, wenn die Hinterfüllung eine Mindestfestigkeit erreicht hat.

Es können keine PE-100 SDR 11 Erdwärmesonden mehr eingebaut werden, da der Kopfdruck bei verschlossenen Erdwärmesonden den kurzfristig maximal zulässigen Druck von 21 bar bei PE-100 SDR 11 Rohren überschreitet.



SIA-Norm 384/6 Erdwärmesonden

Wichtigste Inhalte (Forts.):

- Abnahmeprüfung der Erdwärmesonde:
 3. Dichtheitsprüfung → Kompressionsprüfung (EN 805)

Prüfdruck

Tabelle 4 Minimal notwendiger Prüfdruck für Erdwärmesonden in Abhängigkeit der Hinterfüllung und Erdwärmesondenlänge

EWS-Länge	Dichte der Hinterfüllung				
	1200 kg/m ³	1400 kg/m ³	1600 kg/m ³	1800 kg/m ³	2000 kg/m ³
40 m	8 bar	8 bar	8 bar	9 bar	10 bar
60 m	8 bar	8 bar	8 bar	11 bar	12 bar
80 m	8 bar	9 bar	11 bar	13 bar	16 bar
100 m	8 bar	10 bar	12 bar	16 bar	16 bar
120 m	8 bar	11 bar	14 bar	16 bar	16 bar
140 m	9 bar	11 bar	16 bar	16 bar	16 bar
160 m	9 bar	13 bar	16 bar	16 bar	16 bar
180 m	10 bar	14 bar	16 bar	16 bar	16 bar
200 m	10 bar	16 bar	16 bar	16 bar	16 bar
220 m	10 bar	16 bar	16 bar	16 bar	keine EWS
240 m	11 bar	16 bar	16 bar	16 bar	keine EWS
260 m	11 bar	16 bar	16 bar	16 bar	keine EWS
280 m	11 bar	16 bar	16 bar	keine EWS	keine EWS
300 m	12 bar	16 bar	16 bar	keine EWS	keine EWS
320 m	13 bar	16 bar	16 bar	keine EWS	keine EWS
340 m	14 bar	16 bar	16 bar	keine EWS	keine EWS
360 m	14 bar	16 bar	keine EWS	keine EWS	keine EWS
380 m	15 bar	16 bar	keine EWS	keine EWS	keine EWS
400 m	16 bar	16 bar	keine EWS	keine EWS	keine EWS

Der maximal zulässige Prüfdruck für PE-100 SDR 11 beträgt 21 bar.

- Dichtheitsprüfung ohne Vorbehalt zugelassen
- Erdwärmesonden können nur eingebaut werden, wenn der Kopf dicht verschlossen ist. Die Dichtheitsprüfung kann erst gemacht werden, wenn der Kopfdruck unter 8 bar gefallen ist. Die angegebenen Werte gehen von einem Kopfdruck von 8 bar aus.
- Es können keine Erdwärmesonden mehr eingebaut werden.



Tabelle: aus SIA 384/6 Erdwärmesonden, Copyright © 2009 by SIA Zurich



Erkenntnisse

- Baustellen in der QS sind lokalisiert:
 - Es fehlt ein flächendeckendes Kontrollnetz
 - Das „Finishing“ der EWS birgt die grössten Risiken: Einbau, Hinterfüllung, Testing
- Sondenmaterial als Limitierung?
- 3D-Raumplanung: Bohrverlauf?
- EWS bis ca. 150 m: grundsätzlich problemlos
- EWS ab ca. 250 m: Schwierigkeiten/Risiken nehmen zu
- Schweizer Molassebecken ist gutmütig



Wie weiter?

- Reorganisation „Gütesiegel-Organisation“ in der Schweiz
- Anpassung der Strukturen (finanziell, personell)
- Erhöhung der nicht angekündigten Stichproben-Kontrollen
- Verstärkte Zusammenarbeit mit den Kantonen („Vollzugskontrollen“)
- Versuch mit dem Kanton Zürich läuft seit 2 Jahren.



Wie weiter?

Zwischenresultate Vollzugskontrollen Kanton Zürich

Kontrollpunkt/Beanstandung	Anzahl 2010	Anteil (%)	Anzahl 2009	Änderung ggü. 2009
Kontrolle vollständig untadelig	12	38%	11	+/- 0%
Bewilligung oder Nebenbestimmungen fehlend	> 2	>6%	8	- 79%
Hinterfüllung wird nicht sofort ausgeführt (Hinterfüllung i.d.R. erst nach Abschluss der Bohrarbeiten)	7	22%	5	+10%
Hinterfüllung ohne gesetzte Verrohrung	9	28%	8	-10%
Dichte der Hinterfüll-Suspension zu gering	4	13%	5	-28%
Menge der eingebrachten Injektionsmenge nicht genügend genau bekannt (in l oder m ³)	18	56%	>13	+22%
Entwässerungskonzept nicht eingereicht	1	3%	>2	-57%
Grenzabstand nicht korrekt (ohne Näherbaurecht)	-	-	1	-100%
Geologe nicht avisiert	-	-	1	-100%
Entsorgung Bohrwasser nicht korrekt	-	-	1	-100%
Arteser nicht gemeldet	-	-	1	-100%



Wie weiter?

- Reorganisation „Gütesiegel-Organisation“ in der Schweiz
- Anpassung der Strukturen (finanziell, personell)
- Erhöhung der nicht angekündigten Stichproben-Kontrollen
- Verstärkte Zusammenarbeit mit den Kantonen („Vollzugskontrollen“)
- Versuch mit dem Kanton Zürich läuft seit 2 Jahren.

- Kontrollen besser als Vertrauen
- Sanktionen bei Fehlverhalten



→ **Vielen Dank**

für Ihre Aufmerksamkeit

