



Certificat de qualité pour entreprises de forages

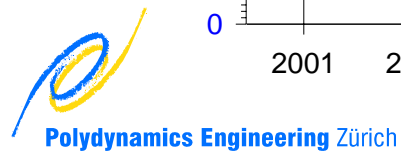
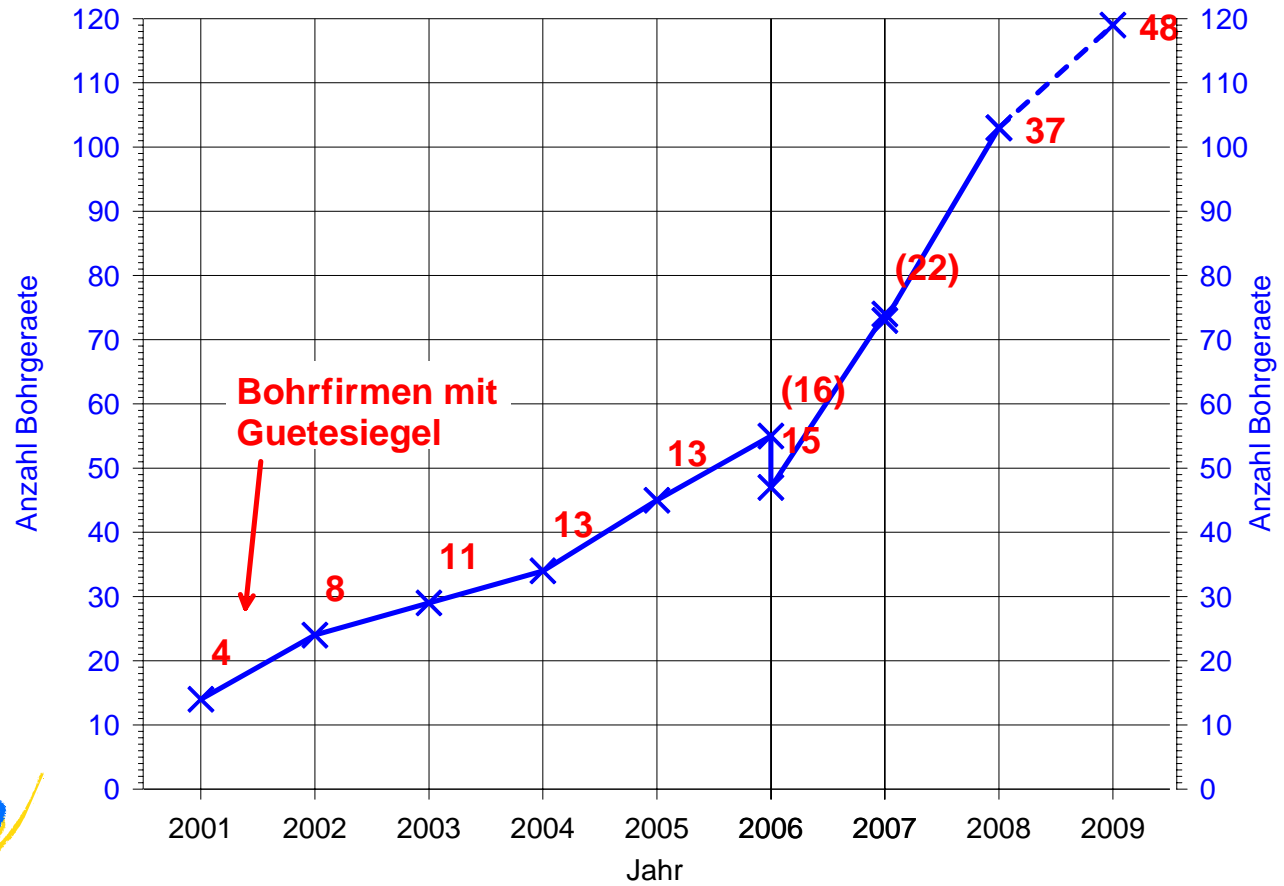
La norme SIA 384/6 sondes géothermiques

Walter Eugster
Chef de la commission de certification

www.fws.ch



Certificat de qualité pour entreprises de forages



www.fws.ch



Certificat de qualité pour entreprises de forages

- Nombres des certificats : 43 entreprises (+ 3 en vérification)
Nombres des foreuses: env. 111 foreuses (+12 vérification)

Augmentation depuis 2007: entreprises: + 120% foreuses: + 70%

Augmentation depuis 2005: entreprises: + 250% foreuses : + 200%

Augmentation depuis 2001: entreprises : + 1000% foreuses : + 800%

- Env. 0.5% des forages sont contrôlées.
But: env. 5% de tous les forages (→ 500 - 600 contrôles) ?
- Organisation actuelle de la commission de certification ne correspond plus aux exigences réelles.
→ Réorganisation. But: Installer une « commissariat » ou une « inspectorat » organisation centrale avec un réseau d'experts décentralisé.

Réalisation est seulement garantie, si la collaboration avec les cantons est poursuit et intensifié.



Collaboration avec des cantons

Collaboration intensifiée avec des cantons au sujet des contrôles d'exécution et des contrôles du respect des obligations (aide à l'exécution OFEV):

ZH, **SG**, **GR**, **BL**, **LU**, **AG**, SO, TG, SZ, BE, VD

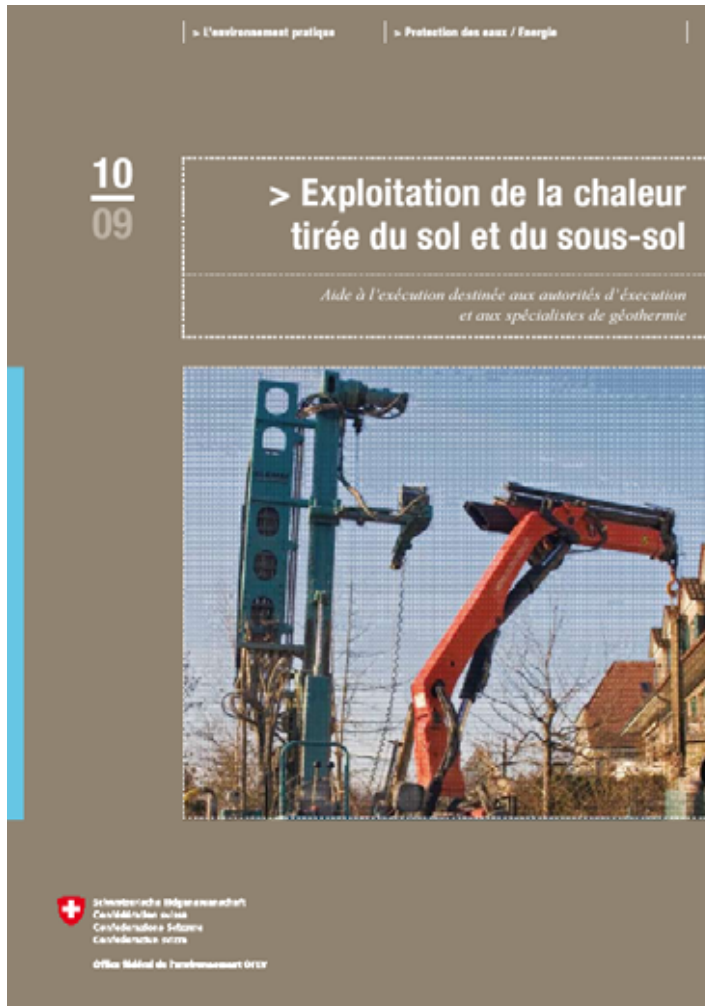
SG: pour le moment: pas encore d'accord

GR, BL
LU, AG Collaboration en train d'établir,
entretiens sur assurance de qualité et contrôles d'exécution

ZH: Contrat entre la commission et le canton sur des contrôles
d'exécution.
depuis été 2009.



Assurance de la qualité



Directives du point de vue de protection des eaux souterrains



Prescriptions techniques pour garantir une opération sûre sur toute la durée de vie.

www.fws.ch



Aide à l'exécution OFEV

- **Bases légales:**
Loi fédérale sur la protection des eaux
- **fin:**
 - Aide à l'exécution pour des autorités et des spécialistes
 - Montrer des solutions conformes aux lois
- **Réglementations:**
 - Sondes géothermiques
 - Circuit enterrés, corbeilles géothermiques, pieux énergétiques
 - Exploitations de la chaleur des eaux souterraines

www.fws.ch

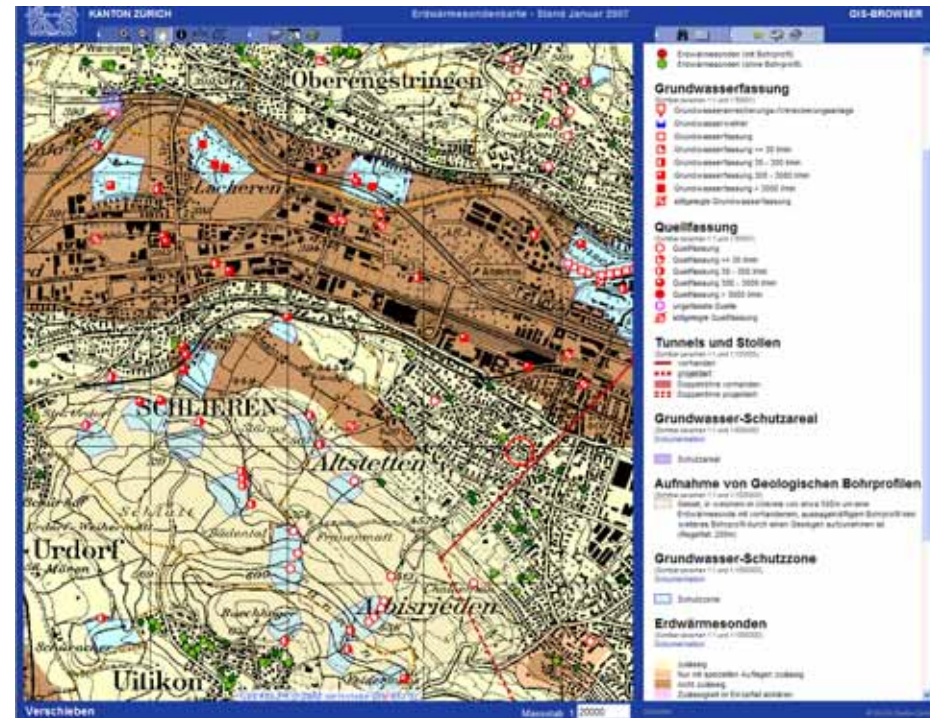




Aide à l'exécution OFEV

Objets (concernant SG):

- Recommandations aux services cantonaux de la protection des eaux:
- Critères pour l'évaluation des sites
- Elaborer des cartes synoptiques de l'exploitation de la chaleur tirée du sol et du sous-sol
(admissible, interdit, admissible moyennant certaines obligations spécifiques)





Aide à l'exécution OFEV

Objets (concernant SG):

- Recommandations aux services cantonaux de la protection des eaux:
- Obligations standard (phase de conception/construction, exploitation, mise hors service)
- Conception et installation des SG selon la norme SIA 39876
- Exigences posées aux foreuses et aux procédé de forages
- Exigences posées au personnel sur site
- Exigences posées aux matériaux utilisés
- Exigences posées à la méthode de travail
- Exigences posées au remplissage des SG (moment, matériel, méthode)





La norme SIA 384/6

Fin:

La norme

- règle la conception, la construction et l'opération des sonde géothermiques (chauffer et chauffer-refroidir).
- formule des exigences et des critères de qualité à l'ouvrage.
- définit les interfaces avec les autres corps d'état.
- garantit une opération impeccable de l'installation sur tout la durée de vie

Réglementation:

Circuit primaire des pompes à chaleur sol-eau (sondes géothermiques)





La norme SIA 384/6

Contenue:

Réglementation **normatif** des points suivants:

- **Conception**
- Modes d'exploitation (Chauffer + refroidir, puissance, profil de charge)
- Site (climat, données géophysiques, emplacement)
- **calculs et dimensionnement**
- Exigences posées au dimensionnement
- Dimensionnement des SG (installation simple, installation complexe)
- Dimensionnement et calculs hydrauliques du circuit primaire
- Principe d'optimisation du système (rentabilité, renouvellement, rechargement)

www.fws.ch





La norme SIA 384/6

Contenue (suite):

Réglementation **normatif** des points suivants:

- **Exigences posées aux matériaux et à la construction**

- tubes enterrés, raccordements
- colmatage, isolation thermique
- caloporteurs
- robinetterie de sécurité
- mesurage pendant l'opération

- **Exécution**

- équipement de forage
- forage
- installation
- injection
- raccordement de la SG
- remplissage de la SG
- documentation sur site

www.fws.ch





La norme SIA 384/6

Contenue (suite):

Réglementation **normatif** des points suivants:

- **Vérifications**
- SG (rincer, épreuve de débit, épreuve d'étanchéité → selon SN EN 805)
- raccords des tubes
- antigel
- **Opération et maintenance**
- entretien
- Aberration du besoin de chaleur
- Chauffage pendant la construction
- Séchage du bâtiment
- Mise hors service

www.fws.ch





La norme SIA 384/6

Contenue (suite):

Annexes (Normatif et Informatif):

- **Protocoles (N)** → protocole de forage, protocole d'essai et de réception
- **Testes (N)** → épreuve de débit, épreuve d'étanchéité selon SN EN 805
- **Paramètres caractéristiques(I)** → Température du sol, température de la surface, données physiques des sols et des caloporteurs
- **Renseignements relatifs à la conception (I)** → Autorisation, géologie, calculs simplifié pour des installation simples, calculs pour des installations complexes, calculs pertes de charge
- **Equipement de l'entreprise de forage (N)** → Equipement standard, équipement pour l'intervention aux venues d'eau et aux venues de gaz
- **Exécution (I)** → Procédés de forage, injection, raccordement de la GS, durée de rinçage.

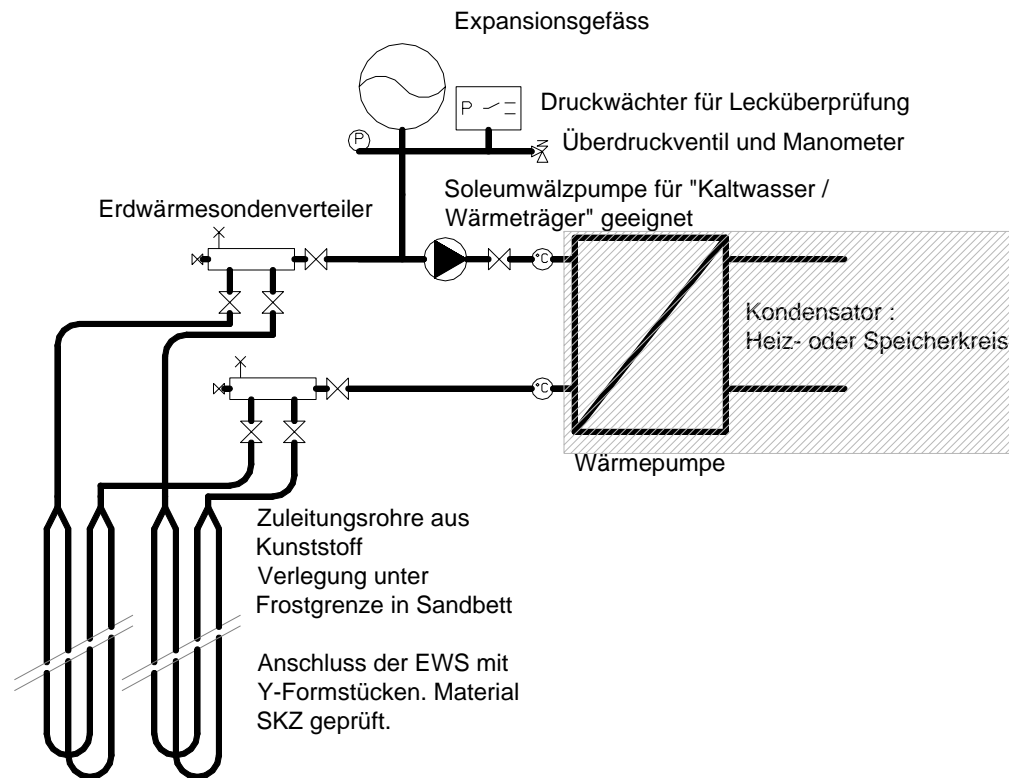
Entreprise de forage:		Protocole d'essai et de réception de sonde(s) géothermique(s)			
Objet:		n° de commande:			
Sonde géothermique					
Nom de l'identification (série):	01				
N° de la partie de matériau de fibres ou en inox:	01				
Longueur pour essai:	01				
Diamètre extérieur / Appareil de la sonde:	mm	1	2	3	
Essai de débit		Date de l'essai:			
Débit d'eau (l/min)	01	02	03	04	05
Différence de pression	bar				
Condition tempé:	01 / 02				
Essai de pression		Date de l'essai:			
SIA 384/6 (selon SN EN 805)		01	02	03	04
Pression maximale (bar)		01	02	03	04
Observation: Procédés d'essai pour l'établissement de la courbe de la sonde et la vérification de l'étanchéité de la sonde (selon SIA 384/6)					
0	Pression d'essai obtenue	bar			
10	Pression après maintien pression	bar			
60	Fin chute de pression après la pression maintenue (selon SIA 384/6)	bar			
70	Quantité d'eau injectée (selon SIA 384/6)	kg			
75	Pression mesurée	bar			
80	Pression mesurée	bar			
90	Pression mesurée	bar			
Condition tempé:	01 / 02				
Injection		Date:			
Quantité de bentonite, ciment, eau	kg				
ou mélange for. (mélange eau / 100 kg trait. sèche)					
Quantité totale injectée	kg				
Condition tempé: Niveau de la sonde (selon SIA 384/6)					
Réception		Norme SIA 118			
Lieu et date:		Contre-signature: Directeur des travaux			



La norme SIA 384/6

Les contenues les plus importantes de la norme

- Equipement standard pour le circuit primaire:



Dessin/figure: de SIA 384/6 Erdwärmesonden, Copyright © 2009 by SIA Zurich



La norme SIA 384/6

Les contenues les plus importantes de la norme

- GS sont dimensionné pour 50 annés et pour une température minimale de -1.5°C .
- Considération des écoulements laminaires et turbulentes
- Résultat du dimensionnement: nombre, profondeur et écartements des SG
- Dimensionnement simplifié pour des simples installations avec au maximum 4 SG
- Seulement des sondes certifiées, si les sondes/pieds sont soudé à l'atelier il faut les tester comme à l'usine.
- SG en PE: PE100, PN 16
- Assurer que les limites techniques (pression!) sont respectées pendant l'installation:
par exemple: des sondes en PE100, PN 16:
pression intérieure < pression extérieur + 8 bar
pression extérieur < pression intérieure + 21 bar





La norme SIA 384/6

Les contenues les plus importantes de la norme

- Les limites de pression et la densité de la suspension de remplissage définissent des « limites du système »:

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	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	11,6 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.



La norme SIA 384/6

Les contenues les plus importantes de la norme

- Epreuve d'étanchéité selon SN EN 805 (méthode compression)

Pression d'épreuve:

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	10 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.



La norme SIA 384/6

Les contenues les plus importantes de la norme

- Epreuve d'étanchéité selon SN EN 805 (méthode compression)

Déroulement:

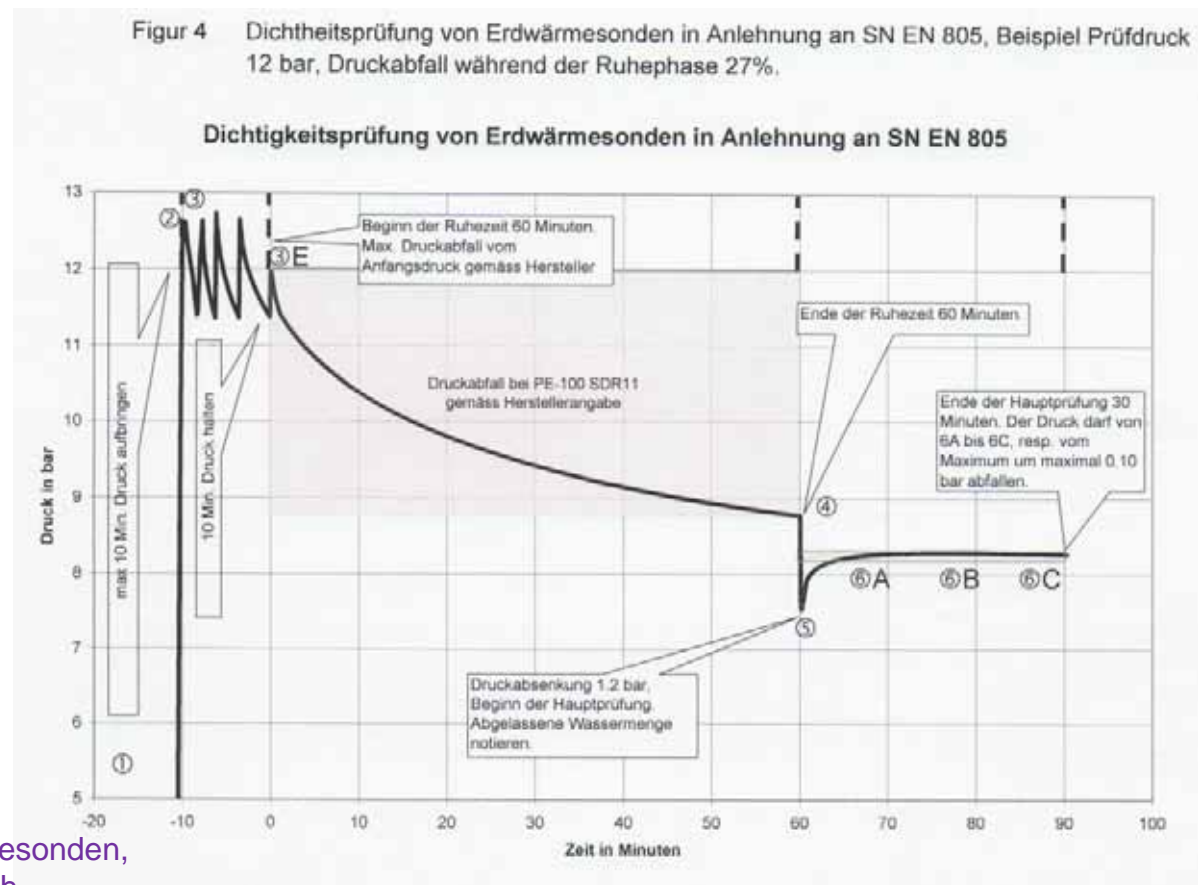


Figure: de SIA 384/6 Erdwärmesonden, Copyright © 2009 by SIA Zurich



La norme SIA 384/6

Les contenues les plus importantes de la norme

Dimensionnement des sondes:

- pas de règle générale

~~35 ... 40 ... 45 ... 50 W/m~~

- dimensionnement respectant
 - géologie locale → p.ex. conductibilité thermique du sous-sol
 - climat locale → p.ex. température, temps de fonctionnement
 - Mode d'exploitation → p.ex. Chauffage, eau sanitaire, piscine, chauffer + refroidir
 - géométrie des sondes → diamètre 32mm, 40mm, 50mm
profondeur, écartement



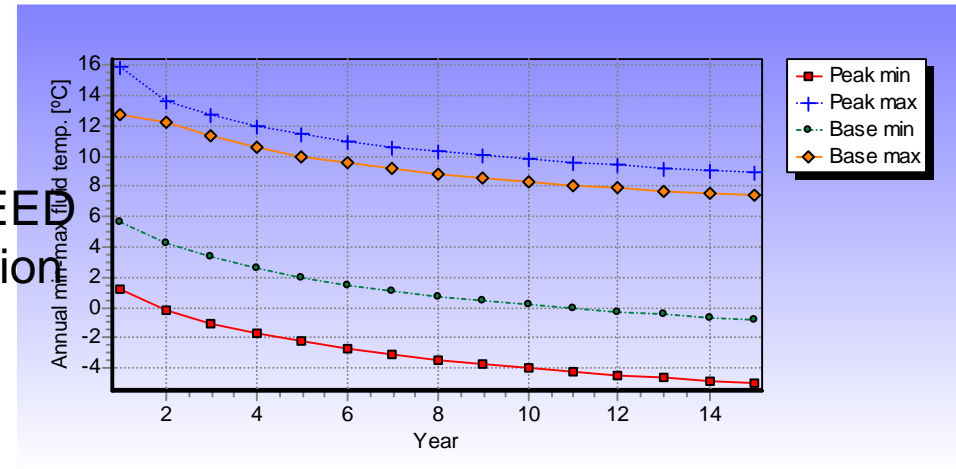
La norme SIA 384/6

Les contenues les plus importantes de la norme

Dimensionnement des sondes:

Principe:

- Sur la base des calculations EED
- Méthode supplément / déduction



Mais:

- Dimensionnement sur 50 années
- Corrections conséquentes (supplément / déduction)
- Calculs selon les maximes des ingénieurs



La norme SIA 384/6

Les contenues les plus importantes de la norme

Dimensionnement des sondes pour des installations simples:

1. Détermination de la température du sol

- en fonction de l'altitude (formule); ou
- sur la base des données climatologiques

2. Détermination des propriétés du sous-sol (λ et c_p)

- sur la base des tables; ou
- sur la base des mesures

3. Détermination de la densité de puissance spécifique de la SG

- en fonction de la conductivité thermique
- à l'aide d'un graphique

4. Détermination des heures de travail de la PAC par année

- heures de pleine charge
- formule



La norme SIA 384/6

Les contenues les plus importantes de la norme

Dimensionnement des sondes pour des installations simples:

5. **Détermination des besoins énergétiques pour l'eau sanitaire**
selon les besoins réelles
→ formule
6. **Détermination des heures de travail totales par année**
heures de pleine charge pour toute l'installation
→ formule
7. **Détermination de la longueur total des sondes**
à la base de point 6 et 3
→ formule
8. **Correction de la longueur total à cause des heures de travail totales par année et de l'écartement**
→ Graphique et formule



La norme SIA 384/6

Les contenues les plus importantes de la norme

Dimensionnement des sondes pour des installations simples:

9. Correction de la longueur pour la température réelle du sous-sol sur la base de la longueur calculé ($\Delta T = 11.5 \text{ K}$)

→ Graphique et formules

→ Itérations si nécessaire

→ **Dimensionnement définitif de la SG: nombre, longueur et écartement**



Certificat de qualité pour entreprises de forages

→ **Merci**

pour votre attention

www.fws.ch