

# Planification thermique dans les communes

Klimapakt-Dag, 7 juin 2024  
Chambre des Métiers



LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de l'Environnement, du Climat  
et de la Biodiversité



[www.pacteclimat.lu](http://www.pacteclimat.lu)



# Programme

- Introduction,  
*Klima-Agence*
- Présentation du cadre européen et des exigences futures pour les communes,  
*MECO*
- Démarche pour la planification énergétique et thermique dans le cadre du Pacte Climat,  
*Klima-Agence*
- Présentation sur la géothermie,  
*Service géologique & Klima-Agence*
- Présentation du cadre juridique actuel concernant la réalisation des réseaux de chaleur,  
*MECO*
- Discussion



# Présentation du cadre européen et des exigences futures pour les communes

Denis Sijaric, MECO



LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de l'Environnement, du Climat  
et de la Biodiversité





*Vendredi, 7 juin 2024*

# MECO – DG Énergie

Klimapakt Dag 2024

**Évaluation et planification en  
matière de chaleur et de froid**



## Contexte général = décarbonation du bâti (stock de bâtiments)

### Les principaux leviers de décarbonation des bâtiments:

- **L'électrification → pompes à chaleur (PAC)**
  - Combine idéalement décarbonation (si utilisation d'électricité verte) + efficacité énergétique (réduction besoin à 1/3 (COP 3)) + énergie renouvelable (chaleur ambiante (2/3))
  - Mise en œuvre de PAC cependant limitée dans les zones urbaines plus denses (encombrement, forages difficilement réalisables, thématique bruit, besoin en chaleur élevé de bâtiments non-rénovés, ...)
- **Les réseaux de chaleur**
  - Les réseaux de chaleur sont une alternative intéressante notamment dans les zones urbaines à relativement forte densité de bâtiments ; pour être économiquement intéressant, les réseaux ont besoin d'un grand nombre de bâtiments raccordés ; les réseaux sont flexibles au niveau des sources de chaleur utilisées et permettent une combinaison de diverses sources
- **La biomasse → pellets et autres**
  - Ressource renouvelable, mais limitée en disponibilité, ne sera pas la solution pour un grand nombre de bâtiments ; besoin de place (stock pellets), sujet poussières fines, etc.



**Contexte général = décarbonation du bâti (stock de bâtiments)**

**... pour atteindre une décarbonation d'un grand nombre de bâtiments (existants) en zone urbaine dense, les réseaux de chaleur à base d'énergies renouvelables sont la solution « à grande échelle » la mieux adaptée !**



## Directive EED efficacité énergétique (2023/1791(UE))

### Article 25 : Évaluation et planification en matière de chaleur et de froid

- Obligation au niveau national (avant 2030)
- Lorsque l'évaluation identifie des potentiels rentables, les États membres prennent des **mesures appropriées** pour permettre le développement d'infrastructures de réseaux de chaleur et de froid efficaces ...
- **Les États membres adoptent des politiques et des mesures qui garantissent la réalisation du potentiel identifié ... !**
- Plans locaux en matière de chaleur et de froid obligatoires pour communes > 45.000 habitants

## Directive RED énergie renouvelable (2018/2001(UE) et modifications)

Article 15 paragraphe 7. – les États membres procèdent à une évaluation de leur potentiel en matière d'énergie à partir de la chaleur et du froid fatales récupérés dans le secteur du chauffage et du refroidissement



Évaluation et planification en matière de chaleur et de froid dépend des données disponibles et mises à disposition par les communes et entreprises.

**Important (au niveau national et communal) : ne pas seulement réaliser une évaluation du potentiel, mais prendre en compte un maximum de données existantes et introduire toutes nouvelles informations (mises à jour) dans le cadastre de chaleur national !**

**Le cadastre de chaleur est l'outil de base pour toutes les planifications plus concrètes de réseaux de chaleur, cet outil a l'avantage de persister dans le temps contrairement à une étude ou analyse unique.**





## Article 26 (EED)

- Définition de “réseaux de chaleur efficaces”

(efficace se rapporte ici à la part d'énergie renouvelable et de chaleur fatale utilisée)

### Approvisionnement en chaleur et en froid

1. Afin d'assurer une consommation d'énergie primaire plus efficace et d'accroître la part des énergies renouvelables dans l'approvisionnement en chaleur et en froid du réseau, un réseau de chaleur et de froid efficace répond aux critères suivants:
  - a) jusqu'au 31 décembre 2027, un réseau utilisant au moins 50 % d'énergie renouvelable, 50 % de chaleur fatale, 75 % de chaleur issue de la cogénération ou 50 % d'une combinaison de ces types d'énergie et de chaleur;
  - b) à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2028, un réseau utilisant au moins 50 % d'énergie renouvelable, 50 % de chaleur fatale, 50 % d'énergie renouvelable et de chaleur fatale, 80 % de chaleur issue de la cogénération à haut rendement ou au moins une combinaison de ces énergies thermiques entrant dans le réseau dans laquelle la part d'énergie renouvelable est d'au moins 5 % et la part totale d'énergie renouvelable, de chaleur fatale et de chaleur issue de la cogénération à haut rendement est d'au moins 50 %;
  - c) à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2035, un réseau utilisant au moins 50 % d'énergie renouvelable, 50 % de chaleur fatale ou 50 % d'énergie renouvelable et de chaleur fatale, ou un réseau dans lequel la part totale d'énergie renouvelable, de chaleur fatale ou de chaleur issue de la cogénération à haut rendement est d'au moins 80 % et, en outre, la part totale d'énergie renouvelable ou de chaleur fatale est d'au moins 35 %;
  - d) à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2040, un réseau utilisant au moins 75 % d'énergie renouvelable, 75 % de chaleur fatale ou 75 % d'énergie renouvelable et de chaleur fatale, ou un réseau utilisant au moins 95 % d'énergie renouvelable, de chaleur fatale et de chaleur issue de la cogénération à haut rendement et, en outre, la part totale d'énergie renouvelable ou de chaleur fatale est d'au moins 35 %;
  - e) à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2045, un réseau utilisant au moins 75 % d'énergie renouvelable, 75 % de chaleur fatale ou 75 % d'énergie renouvelable et de chaleur fatale;
  - f) à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2050, un réseau utilisant uniquement de l'énergie renouvelable, uniquement de la chaleur fatale ou uniquement une combinaison d'énergie renouvelable et de chaleur fatale.

- Obligation (1.01.2025 et tous les 5 ans) pour réseaux de chaleur existants de réaliser un plan visant à assurer une conso d'énergie primaire plus efficace (si réseau pas “efficace”)



## Support

- **Aides étatiques pour entreprises** : révision (en cours) de la « loi relative à un régime d'aides à la protection de l'environnement et du climat » (MECO) (sur base lignes directrices UE)
  - Aide à l'investissement en faveur des réseaux de chaleur et/ou de froid efficaces
  - **construction, extension ou modernisation** de réseaux de chaleur et/ou de froid efficaces (aussi solutions de stockage thermique et/ou du réseau de distribution)
- **Aides Fonds Climat et Énergie (FCE) pour communes** : révision (en cours), aide « Réseau de chauffage urbain approvisionné par des sources d'énergie renouvelables et/ou de la chaleur récupérée » sera adaptée et mise en concordance avec l'aide aux entreprises (révision)
- **Support technique** : Klima-Agence Pacte Climat / conseillers spécialisés Pacte Climat



---

# Merci.

**Denis SIJARIĆ**

Dossiers efficacité énergétique

LE GOUVERNEMENT DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

**Ministère de l'Économie**

DG Énergie – Direction de l'Efficacité Énergétique

4, place de l'Europe . L-1499 Luxembourg

Tél. (+352) 247-74116

E-mail : [denis.sijaric@energie.etat.lu](mailto:denis.sijaric@energie.etat.lu)

[www.gouvernement.lu](http://www.gouvernement.lu) . [www.luxembourg.lu](http://www.luxembourg.lu)

# Démarche pour la planification énergétique et thermique dans le cadre du Pacte Climat

Bruno Barboni, Klima-Agence

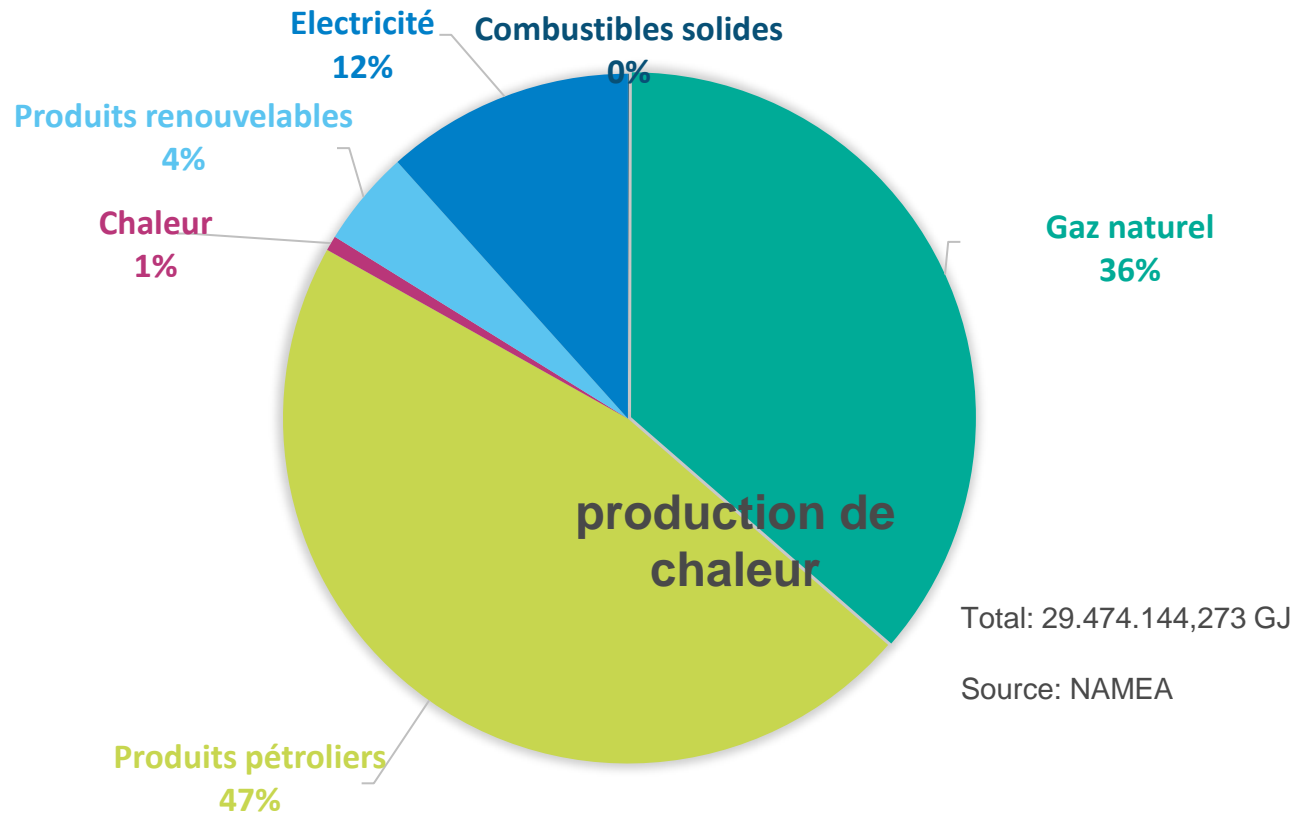


LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de l'Environnement, du Climat  
et de la Biodiversité



# Wärmeerzeugung - Notwendigkeit zur Dekarbonisierung!

## PHYSICAL ENERGY FLOW – MÉNAGES LU 2020



### 83% des Energieverbrauchs von Privathaushalten basiert auf

- fossilen Energieträgern und
- wird quasi ausschließlich für die **Wärmeerzeugung** genutzt.

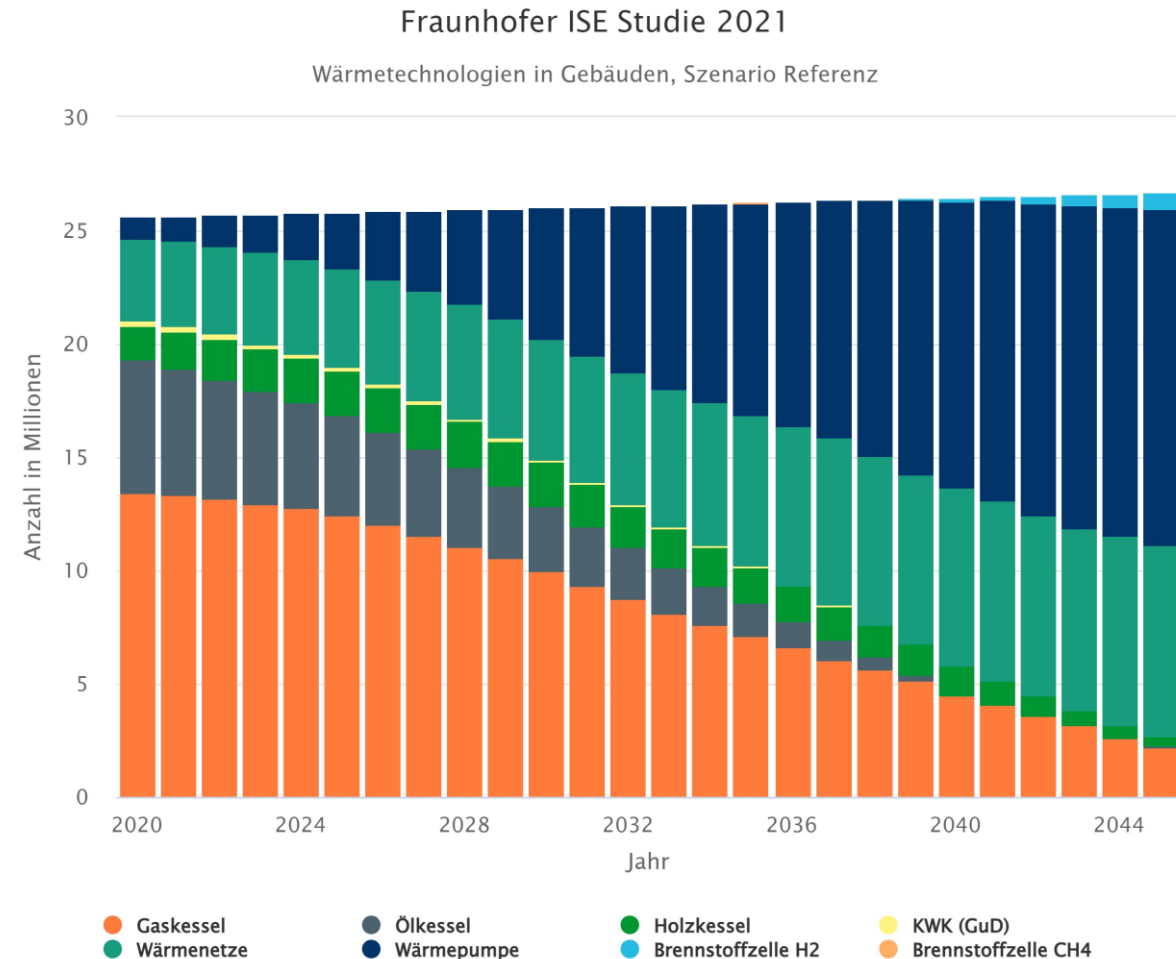
Fernwärme basiert teils auch auf fossilen Energieträgern

### Hauptfragen:

1. Wie kann die Gemeinde „klimaneutral“ mit Wärme versorgt werden?
2. Welche Infrastrukturen sind dafür notwendig?
3. Wie lange dauert das? (Frage seitens der Hausbesitzer)

# Wärmepumpe = Wärmeerzeuger der Zukunft

- Keine Verbrennungsprozesse mehr in neuen Quartieren (weder fossil, noch Biomasse)
- Kein Erdgasnetz in neuen Quartieren (Anforderungen RGD 2021)
- Biomasse = begrenzte Ressource
  - Gezielter Einsatz nur dort, wo keine sonstigen Alternativen (z.B. Wärmepumpen) zu fossilen Energieträgern existieren
  - Biomassepotenzial für Hochtemperaturanwendungen „reservieren“
  - Jeder Neubau, der mit Biomasse beheizt wird, reduziert das Potenzial zur Dekarbonisierung des Gebäudebestands

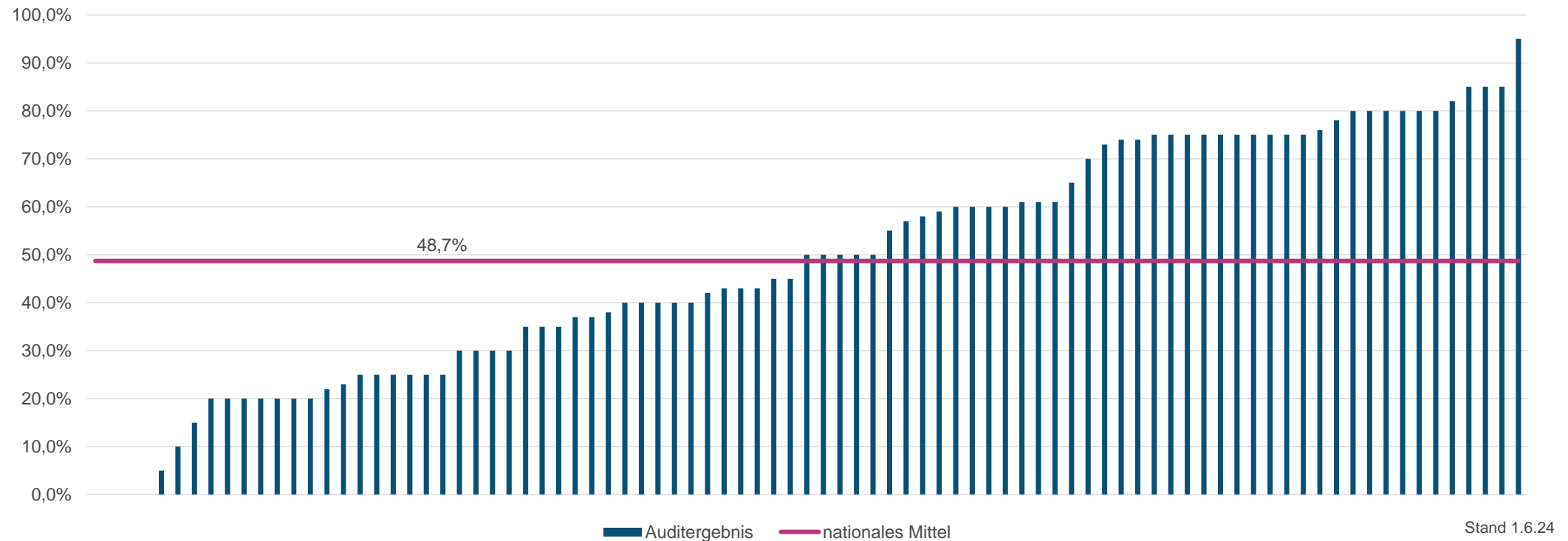


# Wärmepumpe = Wärmeerzeuger der Zukunft

- Wärmepumpe = Wärmeerzeuger der Zukunft
  - Leistungsdaten/Effizienz werden immer besser
  - Einsatzbereich wird immer größer (Temperaturgrenzen)
  - Trend zu Kältemitteln mit niedrigem GWP
- Einbindung diverser Wärmequellen möglich (Luft, Geothermie, Abwärme, etc.)
- Zentrale (über Nahwärmenetz) oder dezentrale Lösung (pro Gebäude) möglich
- Groß-Wärmepumpen werden im Bereich der Wärmenetze eine zentrale Rolle einnehmen
- CO<sub>2</sub>-Bilanz von WP verbessert sich durch den ansteigenden Anteil an EE im Strommix kontinuierlich (CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor vom Strommix wird immer besser)



## Auswertung Klimapakt-Audits - 1.2.1 Energieplanung



- Die Wärmeplanung ist in der **Maßnahme 1.2.1 Energiekonzept** (Energieplanung) verankert.
- Es gibt sehr **starke Unterschiede** in der Energie- resp. Wärmeplanung der Gemeinden.
- Der **Bedarf an Schulung und Austausch** ist durchaus gegeben.



## Etappen zur Erstellung eines Energiekonzepts (1.2.1)



### Ist-Zustand

- Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs und –verbrauchs
- Informationen zu vorhandenen Gebäudetypen und Baualtersklassen
- Versorgungsstruktur Gasnetze und Wärmenetze, Heizzentralen, Speichern
- Erfassung der aktuellen Produktion an Strom und Wärme auf Basis EE

Auf verschiedenen räumlichen Ebenen: Region/Gemeinde/Quartier/PAP  
→ Kartographische Darstellung



### Quellen/Hilfsmittel

- **Spezialisierter Berater für die Renovierung**
- CREOS-Daten (Strom- und Gasverbrauch / Produktion – Gemeindeterritorium (code postal))
- Förderungen Umweltverwaltung (Wärmepumpen - Gemeindeterritorium)
- Enercoach für Gemeindegebäude
- KPI Klimapakt (Installierte PV/ Potenzial in %)
- **Wärmekataster (Wärme – Gemeinde, Quartiere, Straßenzüge)**

# Spezialberater für die energetische Renovierung

Begleitung bei...

- Unterstützung bei der Priorisierung von energetischen Renovierungsprojekten auf der Grundlage der „Enercoach“-Bilanz.
- Unterstützung der Gemeinde bei der Initiierung von Projekten zur Optimierung und/oder Änderung der technischen Ausstattung.
- **Unterstützung bei der nachhaltigen Wärmeplanung mit Hilfe des Wärmekatasters.**
- Begleitung bei der Identifizierung und Vermittlung von Kontakten zu lokalen und regionalen Akteuren.

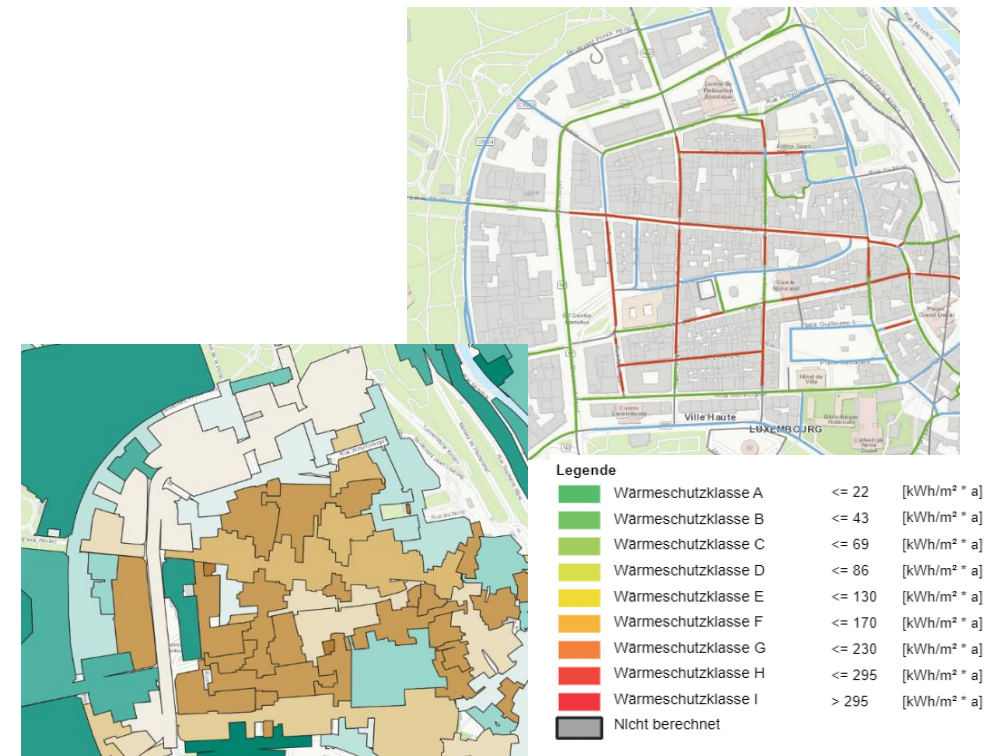


# Nationales Wärmekataster

## Angebot von Daten und Werkzeugen zur Unterstützung bei der Wärmeplanung

- Bestands- und Potenzialanalyse
- Bilanzierung
- Monitoring
- Identifizierung von Projektansätze (z.B. Ausbau von Wärmenetzen, Energetische Quartiersplanung)
- **Keine Detailplanung**

Einheitliche Datengrundlage für alle Gemeinden, individuell anpassbar.





# Nationales Wärmekataster - Aufbau

## Intuitiv zu bedienendes Online-Portal:

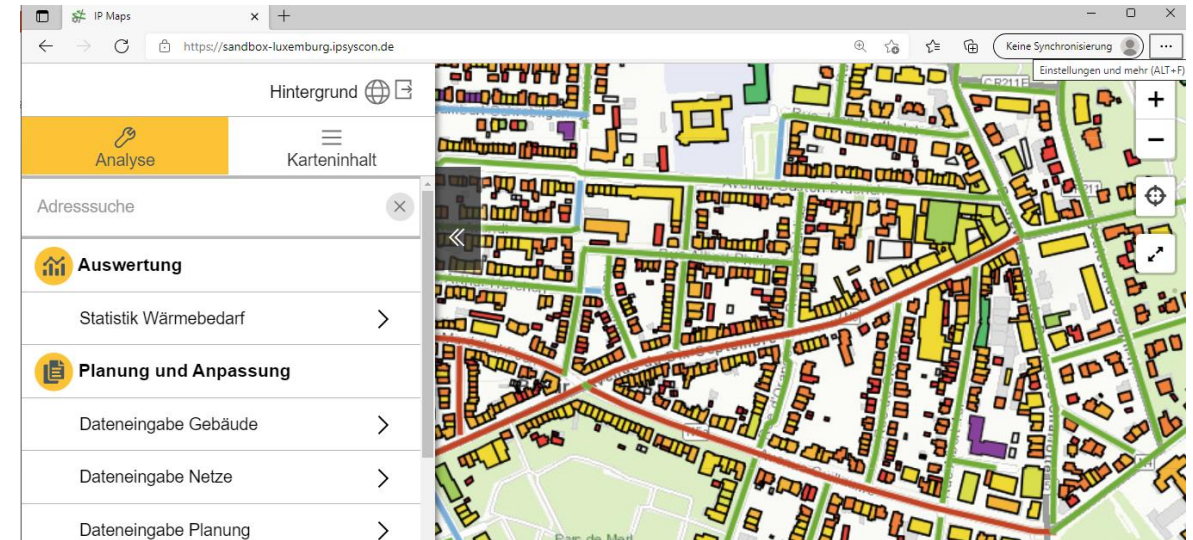
- Kartenanwendung (Ansicht auf gemeindeeigenes Gebiet begrenzt)
- Datenbank-Anwendung
- Analyse-Werkzeuge

## Karteninhalte:

- Gebäude
- Netzinfrastrukturen
- Planungsdaten (Neubaugebiete etc.)
- Unternehmen + Abwärmepotenziale

## Ebenen:

- Gebäude
- Straße bzw. Straßenzug
- Quartier



HQ Lokal					
Gebäudedaten					
Gebäude					
Filter					
Gebäude Id	Baujahr	Anzahl Wohnungen	Anzahl bewohnte Wohnungen	Anzahl Nachbargebäude	
<input type="checkbox"/> 0304_615731775_496 154987	1980	1	1	1	
<input type="checkbox"/> 0304_615686354_496	1980	1	1	2	

## Etappen zur Erstellung eines Energiekonzepts (1.2.1)



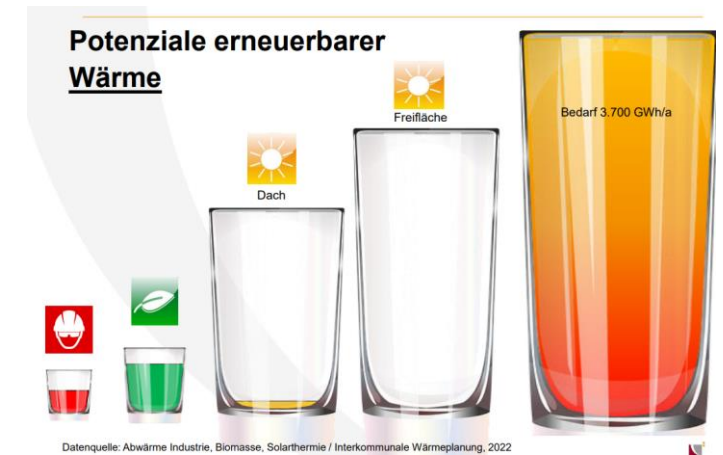
### Potenzial

- Ermittlung der **Potenziale zur Energieeinsparung** (z.B. Quartiersweise nach Baualtersklassen)
- Erhebung der lokal verfügbaren **Potenziale EE Wärme und Strom**
- Bewertung der derzeitigen **Ausnutzung der Potenziale**

Auf verschiedenen räumlichen Ebenen: Region/Gemeinde/Quartier/PAP  
→ Kartographische Darstellung

### Quellen/Hilfsmittel

- Geoportail.lu (Geothermie)
- Solarkataster
- Biomasse (Daten Landwirtschaft/Forst)
- Daten Abwassermengen
- Z.I. Analyse Industriestandorte mit Abwärme / Wärmekataster
- KPI Installierte PV / Potenzial in %



Erneuerbare Wärmepotenziale und ihre Ausnutzung im Landkreis Lörrach (Höhler/Nietz: Landkreis Lörrach, 11/2023)

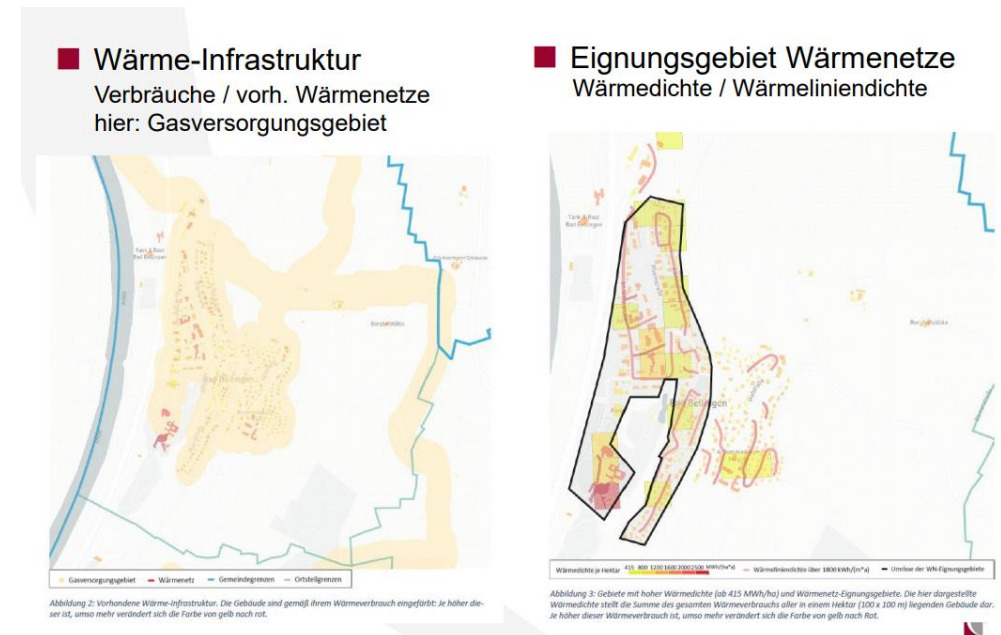
# Etappen zur Erstellung eines Energiekonzepts (1.2.1)



## Maßnahmen

- Entwicklung von Szenarien 2030 / 2050 zur Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs durch EE
- Ermittlung von Vorranggebieten Renovierung
- Ermittlung von Eignungsgebieten für Wärmenetze und Einzelversorgung

Auf verschiedenen räumlichen Ebenen:  
Region/Gemeinde/Quartier/PAP  
→ Kartographische Darstellung



Analyse Eignungsgebiete  
(Höhler/Nietz: Landkreis Lörrach, 11/2023)

## Etappen zur Erstellung eines Energiekonzepts (1.2.1)



### Energiekonzept = Routenplaner

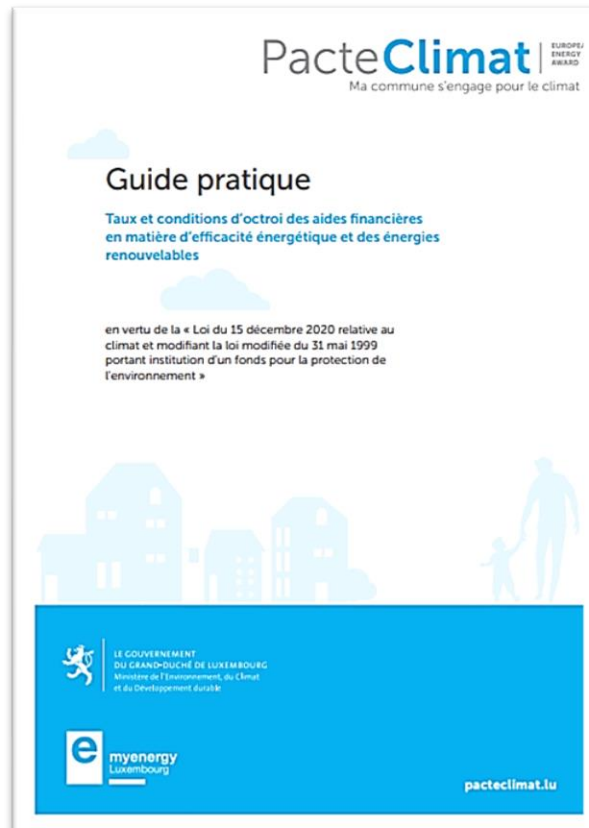
- Diskussion der Maßnahmen mit Stakeholdern (Industrie, Privathaushalte, Syndikate, öffentliche Träger, ...)
- Festlegung von Zeitplan und Verantwortlichkeiten zur Umsetzung der Szenarien 2030 / 2050
- Verabschiedung der Strategie

### Umsetzung !

Überprüfung im Rahmen des Klimapakts (spätestens alle 3 Jahre zur Auditierung)



# Kofinanzierung von Projekten im Rahmen des Klima- und Energiefonds



**Allgemeines Energiekonzept der Gemeinde**

**Fördersatz: 40 %**

**Fernwärmenetz, das durch erneuerbare Energiequellen versorgt wird**

**Fördersatz: 40 %**

**Biomasse-Kraftwerk mit Kraft-Wärme-Kopplung**

**Fördersatz: 30 %**

*Allgemeine Bedingungen und förderfähige Kosten, die im praktischen Leitfaden auf der Website [klima-agence.lu](http://klima-agence.lu) unter der Unterrubrik "Gemeinden" eingesehen werden können.*



# PacteClimat

EUROPEAN  
ENERGY  
AWARD

Ma commune s'engage pour le climat



LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de l'Environnement, du Climat  
et de la Biodiversité



klima  
agence

An Zesummenaarbecht mat:



IMS LUXEMBOURG  
Inspiring More Sustainability



Klima-Bündnis  
Lëtzebuerg

[pacteclimat.lu](https://pacteclimat.lu)

# Présentation sur la géothermie

Yann Trausch, Klima-Agence

Robert Colbach, Service géologique



LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de l'Environnement, du Climat  
et de la Biodiversité



# JOURNEE PACTE CLIMAT

07/07/2024

## Wärmeplanung in den Gemeinden

## Exkurs zur Geothermie

Robert Colbach

Service géologique de l'Etat  
Administration des ponts et chaussées



LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de la Mobilité  
et des Travaux publics

Administration des ponts et chaussées



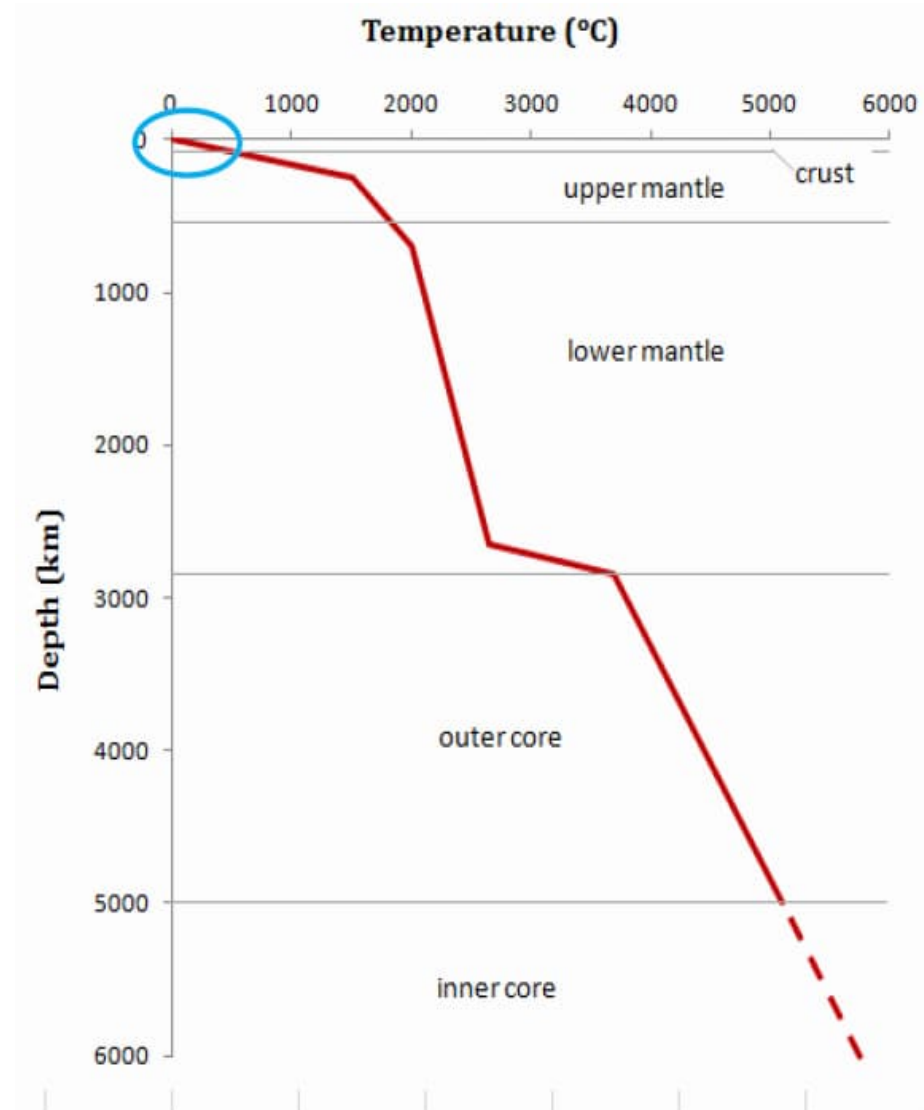
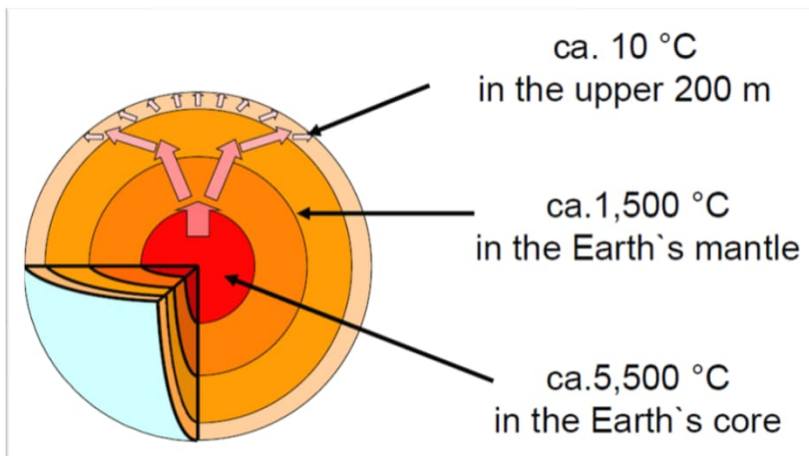
Service géologique  
de l'Etat



- Allgemeines zur Geothermie
  
- Verschiedene Arten der Nutzung der Erdwärme - Situation in Luxemburg  
Herausforderungen und Perspektiven
  - 'Oberflächliche' Geothermie
  - Oberflächennahe Geothermie
  - Mitteltiefe Geothermie
  - (Tiefe Geothermie)



- Ursprung der Erdwärme
- Geothermie-Nutzung:  
t°: 5-200°C  
Tiefen: 0 bis ~6000 m
- Zugang hauptsächlich durch Bohrungen
- Regenerative Energie  
(Risiko lokaler Abkühlung)

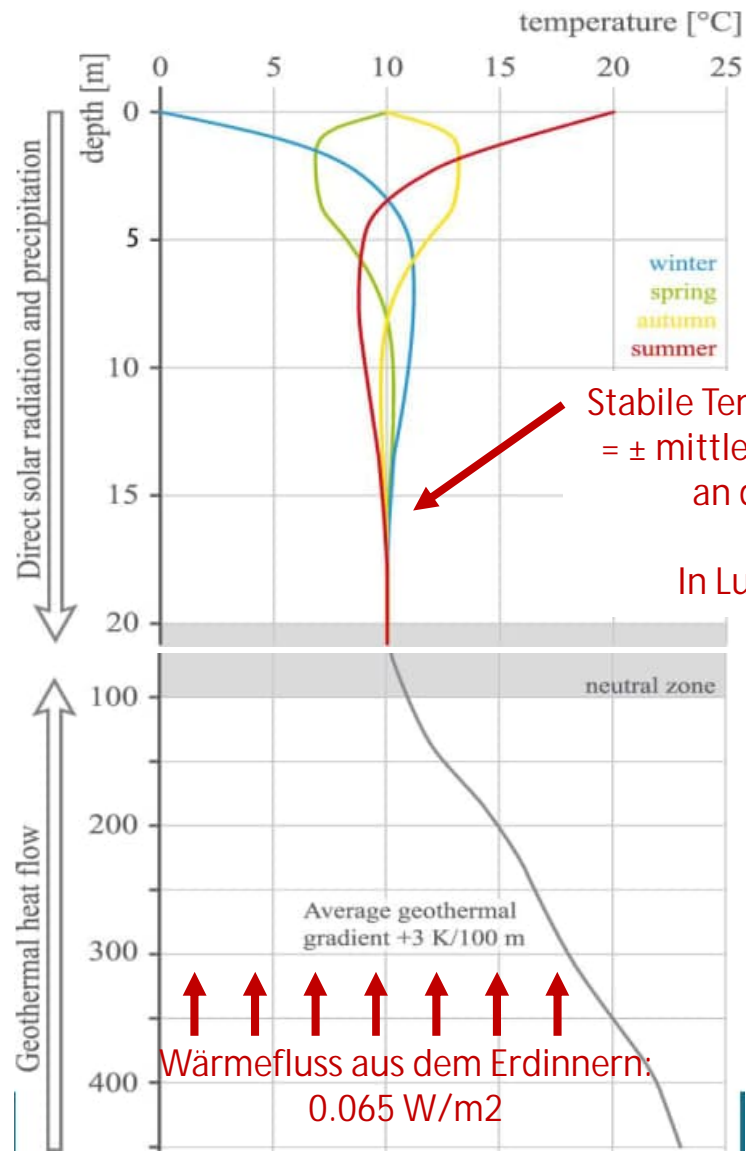


Source: <https://www.e-education.psu.edu/eme807/node/712>

# Erdwärme - Geothermie

- Energiebilanz nahe der Erdoberfläche

Sonneneinstrahlung:  
160 W/m<sup>2</sup> (Mittelwert global)



- Mittlerer Temperatur-Gradient: 3°/ 100m

# Erdwärme - Geothermie

➤ Nutzung zum Heizen

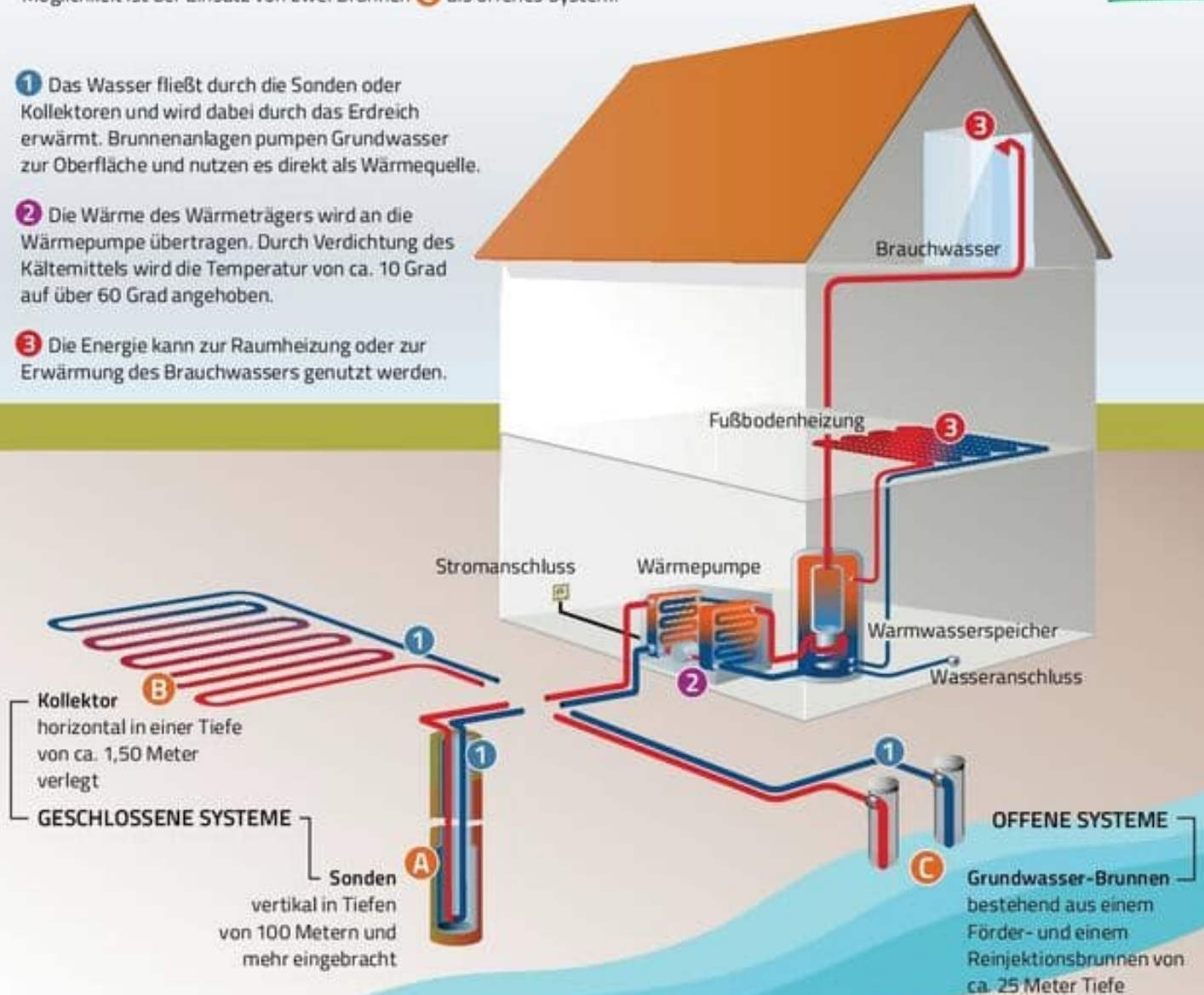
➤ Nutzung zum Kühlen

➤ Nutzung als Energiespeicher

Erdwärme kann in geschlossenen Systemen mit Sonden **A** oder horizontalen Kollektoren **B** genutzt werden. Eine andere Möglichkeit ist der Einsatz von zwei Brunnen **C** als offenes System.

- 1 Das Wasser fließt durch die Sonden oder Kollektoren und wird dabei durch das Erdreich erwärmt. Brunnenanlagen pumpen Grundwasser zur Oberfläche und nutzen es direkt als Wärmequelle.
- 2 Die Wärme des Wärmeträgers wird an die Wärmepumpe übertragen. Durch Verdichtung des Kältemittels wird die Temperatur von ca. 10 Grad auf über 60 Grad angehoben.
- 3 Die Energie kann zur Raumheizung oder zur Erwärmung des Brauchwassers genutzt werden.

Boden  
Grundwasser  
Gestein



# Verschiedene Arten der Nutzung der Erdwärme: Überblick



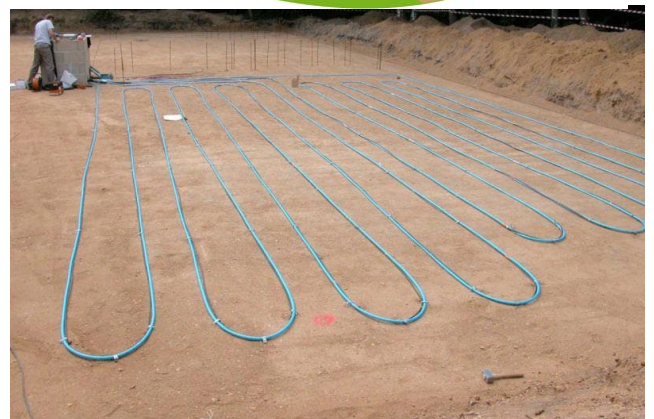
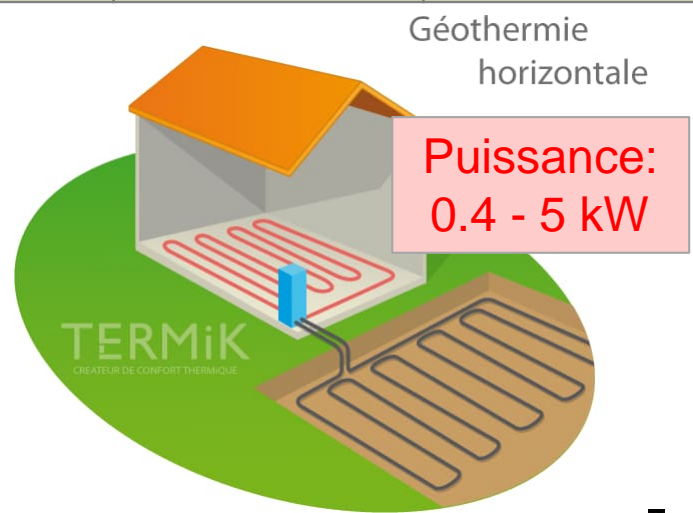
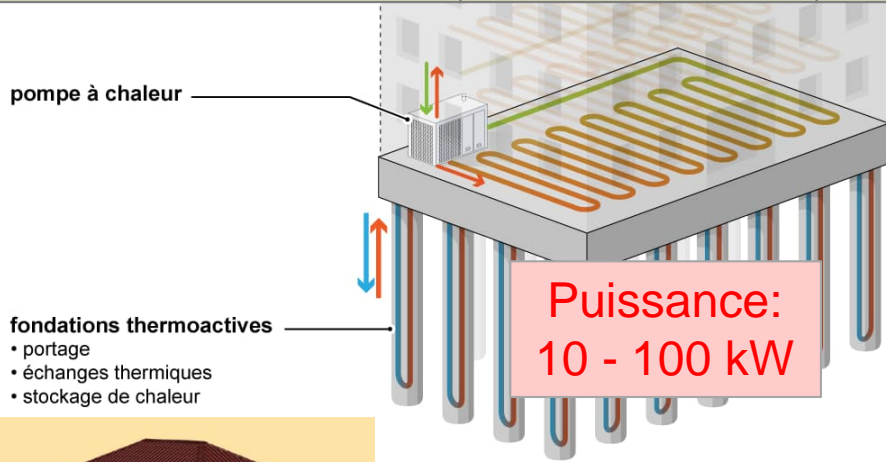
Type Typ	Eléments Elemente	Utilisation Verwendung	Temp.	Profondeurs Tiefen	Puissances Leistung
Géothermie de subsurface	- Collecteurs thermiques horizontaux (Erdkollektoren)	Système fermé	9-12 °C	1-3m	0.4 - 5 kW
Oberflächliche Geothermie	- 'Pieux énergétiques' (Energiekörbe / -pfähle)	Valorisation par pompe à chaleur	9-14 °C	10-25m	10-100 kW
Géothermie peu profonde	Sonde géothermique: boucle(s) dans le même forage (Erdwärmesonde)	Système fermé  Valorisation par pompe à chaleur	9-18 °C <20 °C	80-150 m usuellement, max . ± 400 m	Ø 8 kW (forage 100 m)
Géothermie de moyenne profondeur	Forages dans un aquifère: 1 pour le pompage (chaud), 1 pour la réinjection (froid) → doublet géothermique (hydrothermale Dublette)	Système ouvert  Valorisation directe de la chaleur	(20) 40 - 150 °C	20 - 2000 m	20 kW - 25 MW
Géothermie profonde  Tiefe Geothermie	Forages dans une roche compacte + fracturation hydraulique : 1 pour le pompage (chaud), 1 pour la reinjection (froid) (pétrothermale Systeme)	Système ouvert  Utilisation directe de la chaleur + production d'électricité	150 - 200 °C	2000 - 5000 m	20 - 25 MW

Pas prévu au Luxembourg pour le moment, potentiel probablement limité.



# A. Géothermie de subsurface / Oberflächliche Geothermie

Type Typ	Eléments Elemente	Utilisation Verwendung	Temp.	Profondeurs Tiefen	Puissances Leistung
Géothermie de subsurface	- Collecteurs thermiques horizontaux (Erdkollektoren)	Système fermé	9-12 °C	1-3m	0.4 - 5 kW
Oberflächliche Geothermie	- 'Pieux énergétiques' (Energiekörbe / -pfähle)	Valorisation par pompe à chaleur	9-14 °C	10-25m	10-100 kW



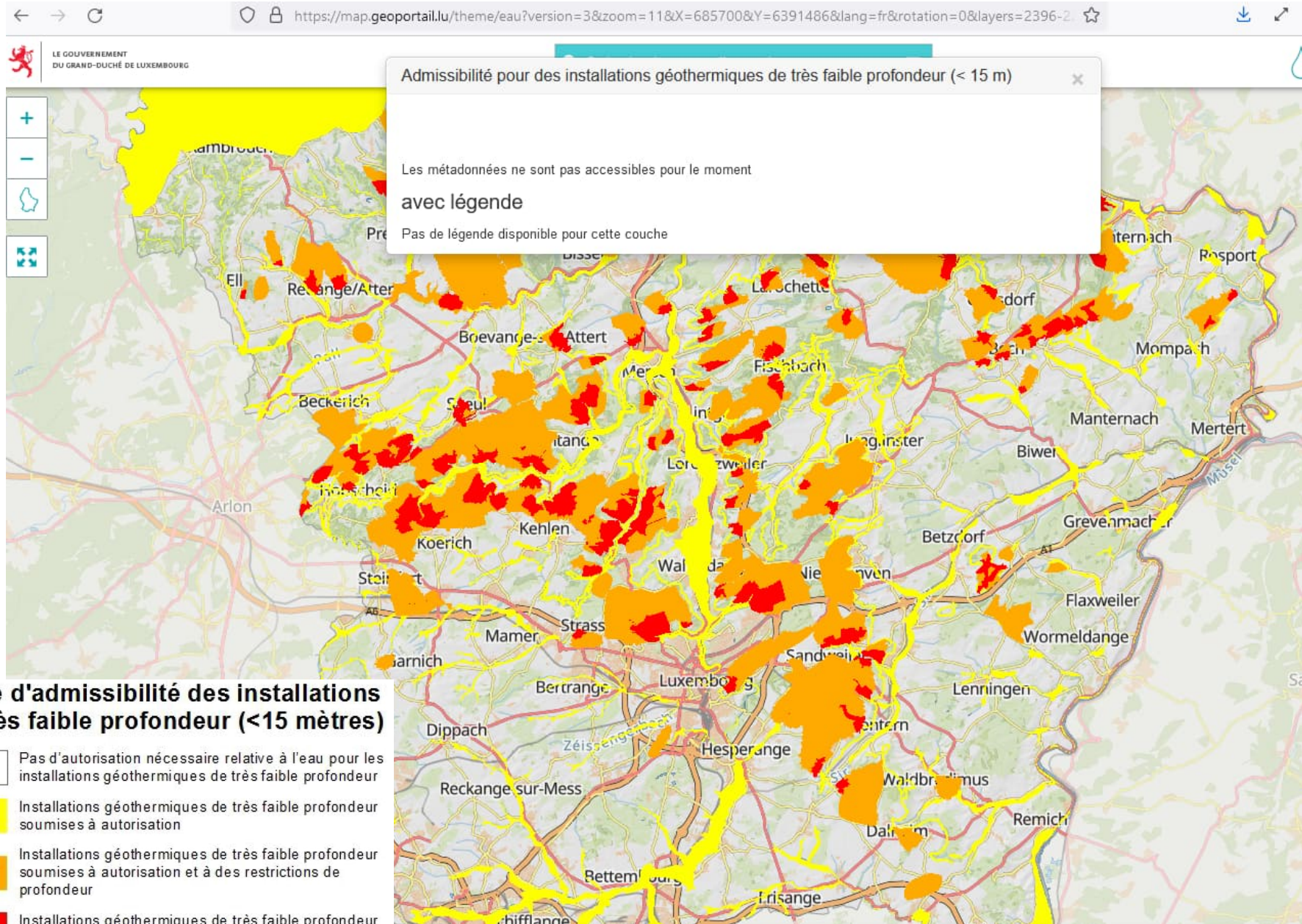


Spécificités et situation actuelle	Obstacles, défis et perspectives
<p><u>Collecteurs thermiques (système fermé):</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Nécessite souvent une grande surface</li><li>- Intéressant en general dans les sediments meubles et les roches altérées proche de la surface<ul style="list-style-type: none"><li>- ne nécessite pas de forage (terrassment)</li><li>- au Lux. : alluvions des vallées (&lt;10m)</li></ul></li><li>- Efficacité fonction des conductivités thermiques des couches proches de la surface et de la presence d'eau</li><li>- Nécessite toujours une <u>pompe à chaleur</u></li><li>- Peut être combine avec des fonctions statiques (pieux forés énergétiques)</li></ul> <p>Régime d'autorisations moins contraignant que pour la géothermie peu profonde (sondes).</p> <p><b>Puissance: 0.4 - 5 kW</b></p>	<p>Facile à réaliser, mais puissances relativement faibles</p> <p>Surface intéressante au Luxembourg (fonds de vallée) relativement réduite, et souvent déjà urbanisée.</p> <p>Concevoir dès le depart → genie civil</p> <p>Systèmes fermés: Impact sur les eaux souterraines:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Risque de contamination relativement faible (technique proche de la surface peu complexe)</li><li>- Peu/pas d'exploitations d'eaux potables dans les alluvions</li></ul>



# A. Géothermie de subsurface / Oberflächliche Geothermie: Protection des ressources en eau souterraine

<https://eau.geoportail.lu>

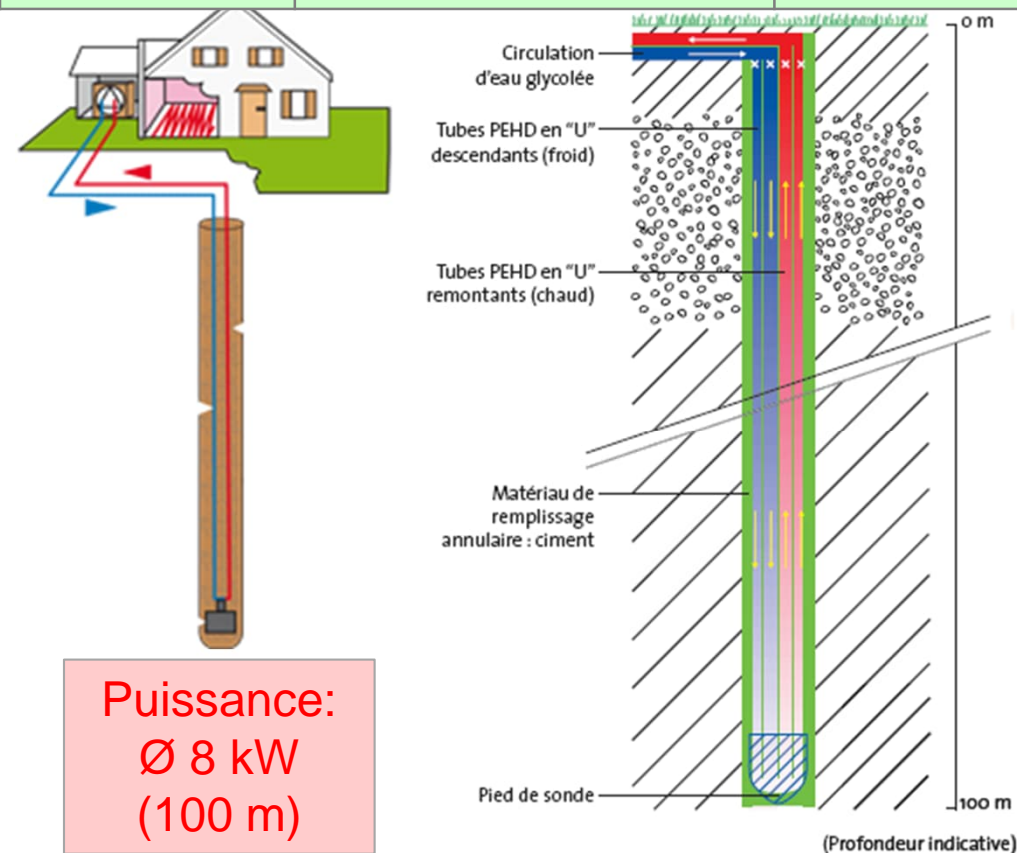




## B. Géothermie peu profonde / Oberflächennahe Geothermie




Type Typ	Eléments Elemente	Utilisation Verwendung	Temp.	Profondeurs Tiefen	Puissances Leistung
Géothermie peu profonde  Oberflächennahe Geothermie	Sonde géothermique: boucle(s) dans le même forage <u>(Erdwärmesonde)</u>	Système fermé  Valorisation par pompe à chaleur	9-18 °C <20 °C	80-150 m usuellement, max . ± 400 m	Ø 8 kW (forage 100 m) 100kW-1MW (champ de sondes)





Spécificités et situation actuelle	Obstacles, défis et perspectives
<p>Sonde géothermique à système fermé: boucle dans un forage + <u>pompe à chaleur</u> (apport d'énergie électrique)</p> <p>1 à 3 forages par maison unifamiliale (80-120m)</p> <p><b>Puissance par forage (100 m): Ø 8 kW</b></p> <p>Grand bâtiments: Champ de sondes, parfois nombre très élevé &gt; 100?</p> <p><b>Puiss. totale (champ de sondes): 100 – 1MW</b></p>	<p>Système éprouvé Nécessite entreprise spécialisée de forage</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Efficacité variable: Souvent dimensionnées sur base de valeurs standard, sans étude géologique</li><li>- pas d'évaluation de l'efficacité au projet</li><li>- pas de suivi de l'efficacité à long terme</li><li>- pas d'évaluation des influences d'une installation sur l'autre (gel du sol → baisse importante de l'efficacité)</li></ul> <p>→ certains cas , surtout les grandes installations, nécessitent une modélisation géothermique pour le dimensionnement, le choix des composants, leur espacement et le mode de fonctionnement.</p>



Spécificités et situation actuelle	Obstacles, défis et perspectives
<p>Différents fluides caloporteurs possibles, plus ou moins nuisibles pour l'environnement (eau, glycol, ...)</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Impacts possibles sur les eaux souterraines:<ul style="list-style-type: none"><li>- Risques de <u>pollution par les chantiers de forage</u></li><li>- Risques de <u>mise en communication de plusieurs aquifères</u></li><li>- Risque de fuites du fluide caloporteur (rare)</li></ul></li></ul> <p>Risques <u>assez dispersés (grand nombre de sites /forages), donc difficilement maitrisable</u></p> <p><u>Beaucoup d'acteurs, de qualité variable</u></p> <p>→ Réglementation spécifique dans les zones de protection des captages d'eau potable</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Risques géotechniques (gonflements de sol) peu connus mais réels.</li></ul> 

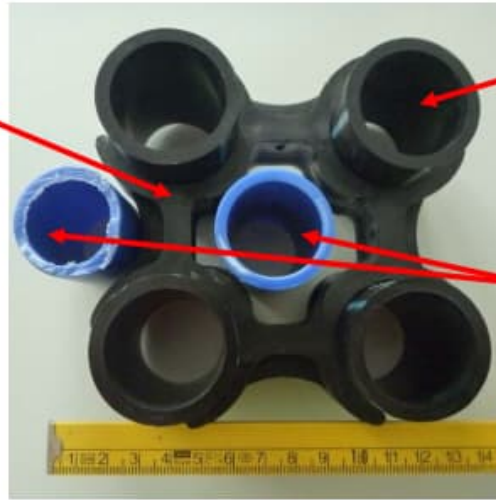


## B. Géothermie peu profonde / Oberflächennahe Geothermie: Exemple

### Extension of the KAD Building

### Installation of borehole heat exchangers (BHE)

Spacer



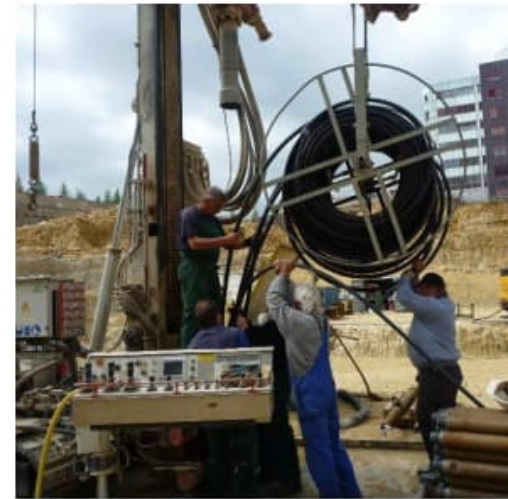
BHE

Grouting  
pipes

Bâtiment K. Adenauer,  
Lux.-Kirchberg

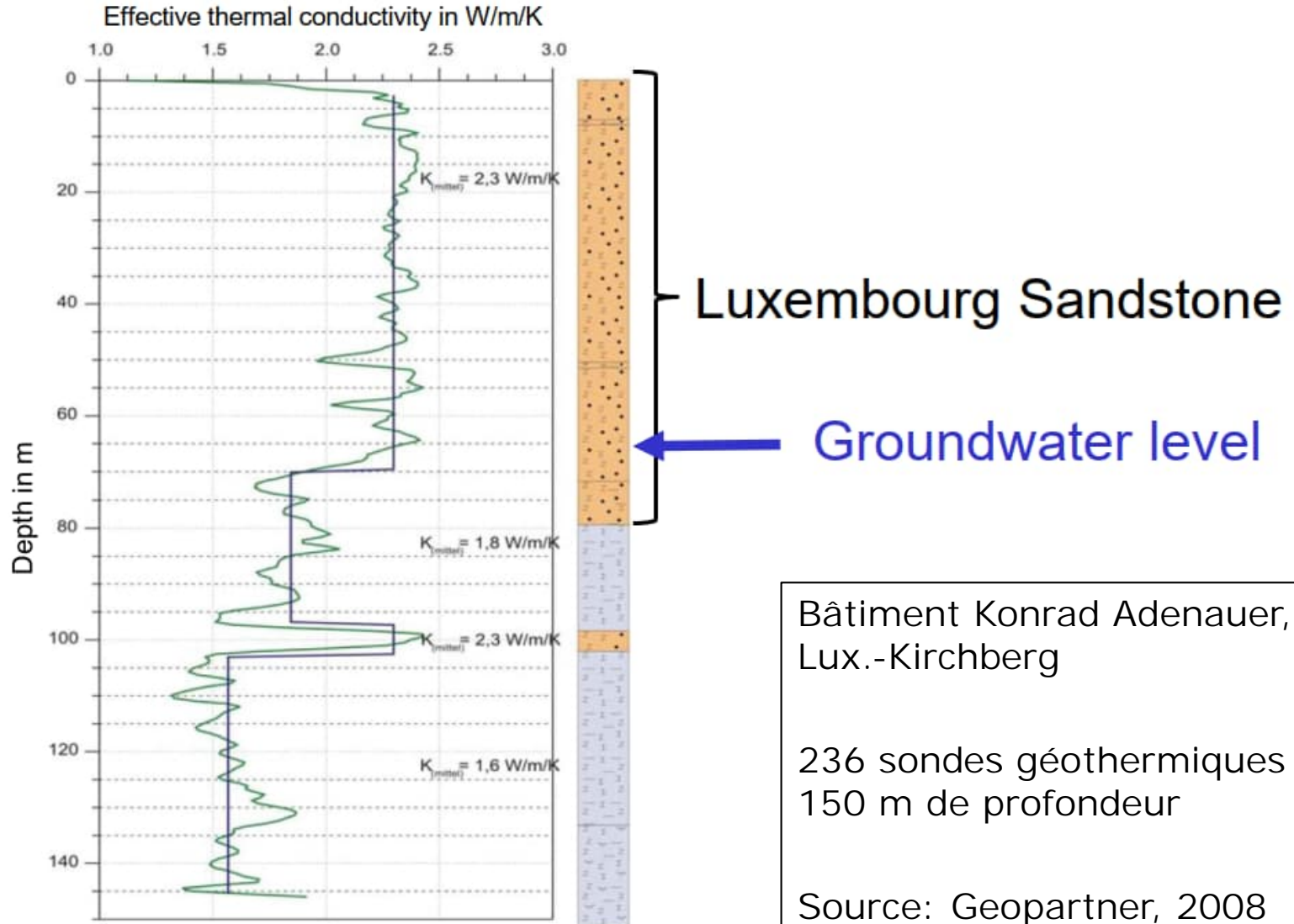
236 sondes géotherm.  
150 m de profondeur

Source: Geopartner, 2008



April, 3<sup>rd</sup> 2015

## Extension of the KAD Building





## B. Géothermie peu profonde / Oberflächennahe Geothermie: Outil de planification

### ➤ Outil de 'Forage virtuel':

#### Procédure:

- afficher la couche 'demande\_forage\_virtuel'
- cliquer un point sur la carte
- indiquer l'adresse email pour l'envoi du rapport

### INFOS

**pch\_sgl\_demande\_fora**

Ici vous pouvez commander le rapport relatif au forage virtuel

Adresse Email

<https://map.geoportail.lu>

LE GOUVERNEMENT DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

Recherche adresse, parcelles, couches

## COUCHES

MES COUCHES CATALOGUE

THÈME: GEOSCIENCES

### GÉOLOGIE

- Carte géologique harmonisée
- Carte géologique harmonisée découverte
- Carte géol. détaillées 1:25k, 1971-2021
- Carte géol. générale 1:100k, 1992
- Carte géologique simplifiée
- Carte géologique simplifiée découverte

Cartes géologiques historiques +

- Coupes géologiques
- Epaisseurs des unités géol.

Forages -

- Forages de référence
- Forages hydrogéologiques
- pch\_sgl\_demande\_forage\_virtuel

# B. Géothermie peu profonde / Oberflächennahe Geothermie: Outil de planification

## ➤ Outil de 'Forage virtuel':

### Résultats fournis:

- Fichier XLSX et PDF
- Extrait de la carte géologique
- Coupe géologique verticale (jusqu'au dévonien)

### Prévu:

- Paramètres géothermiques des différentes formations traversées
- Prédimensionnement d'une sonde géothermique (calcul des paramètres moyens sur un forage d'une profondeur x)

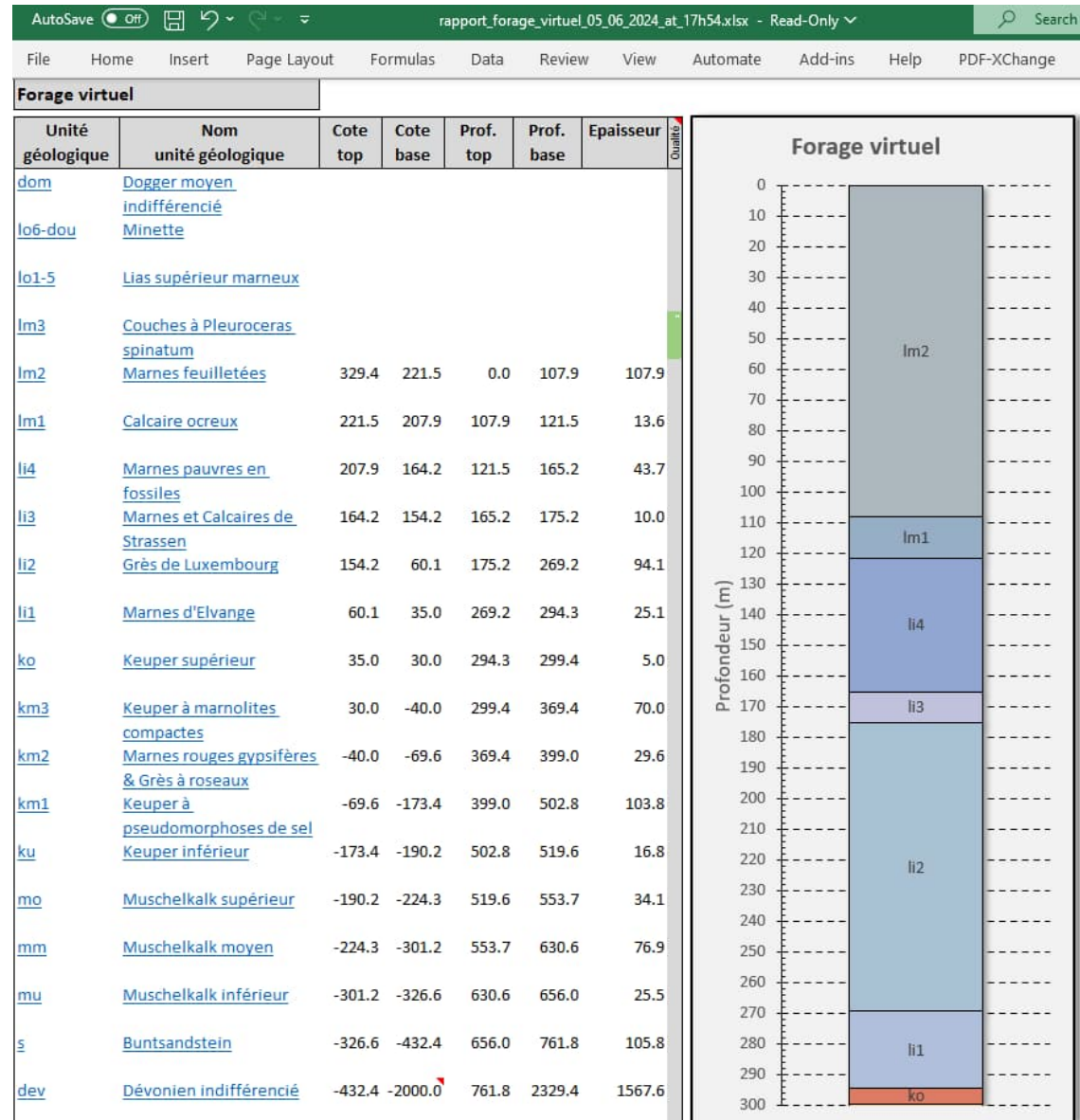


LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de la Mobilité  
et des Travaux publics

Administration des ponts et chaussées



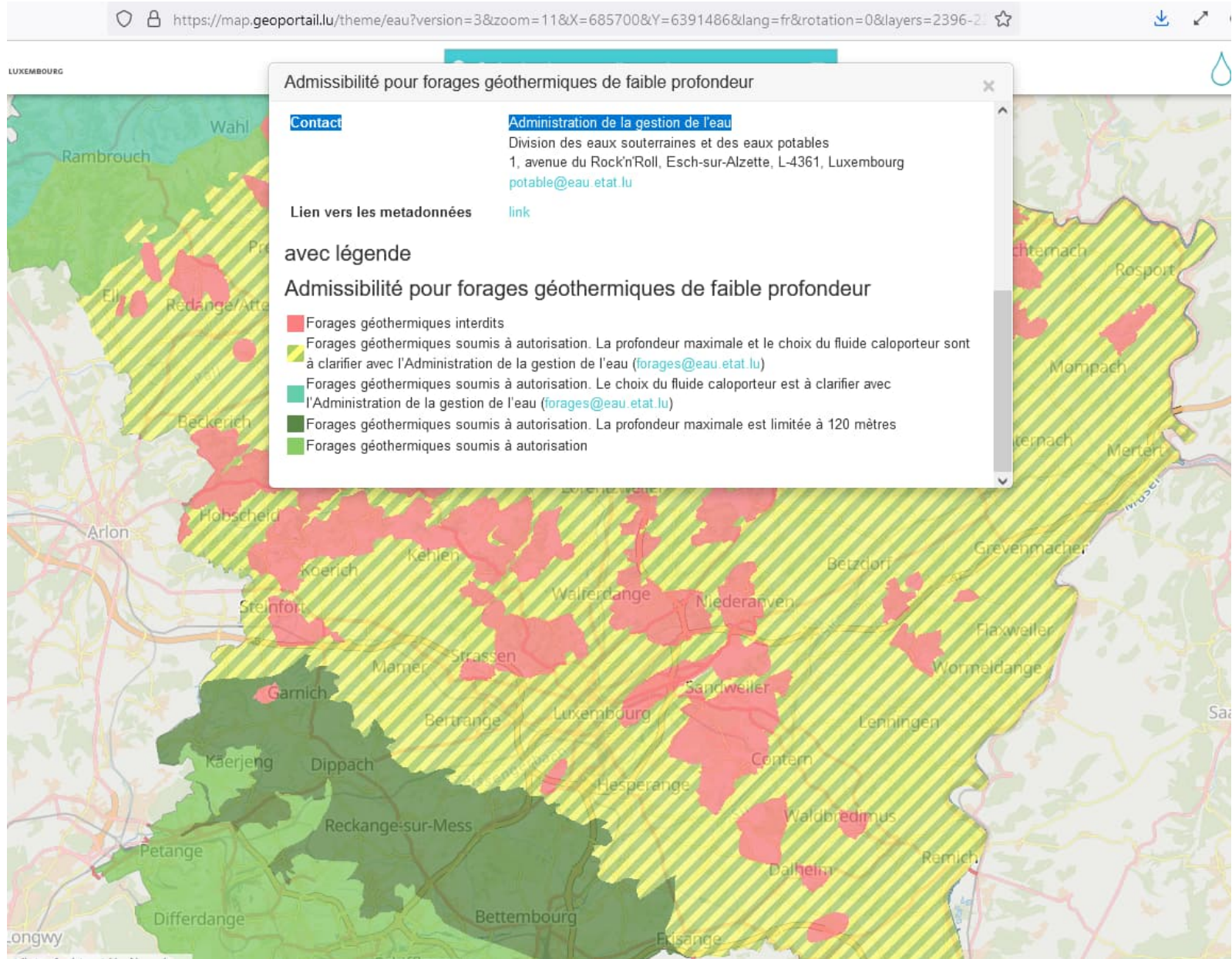
Service géologique  
de l'Etat





## B. Géothermie de subsurface / Oberflächliche Geothermie: Protection des ressources en eau souterraine

<https://eau.geoportail.lu>

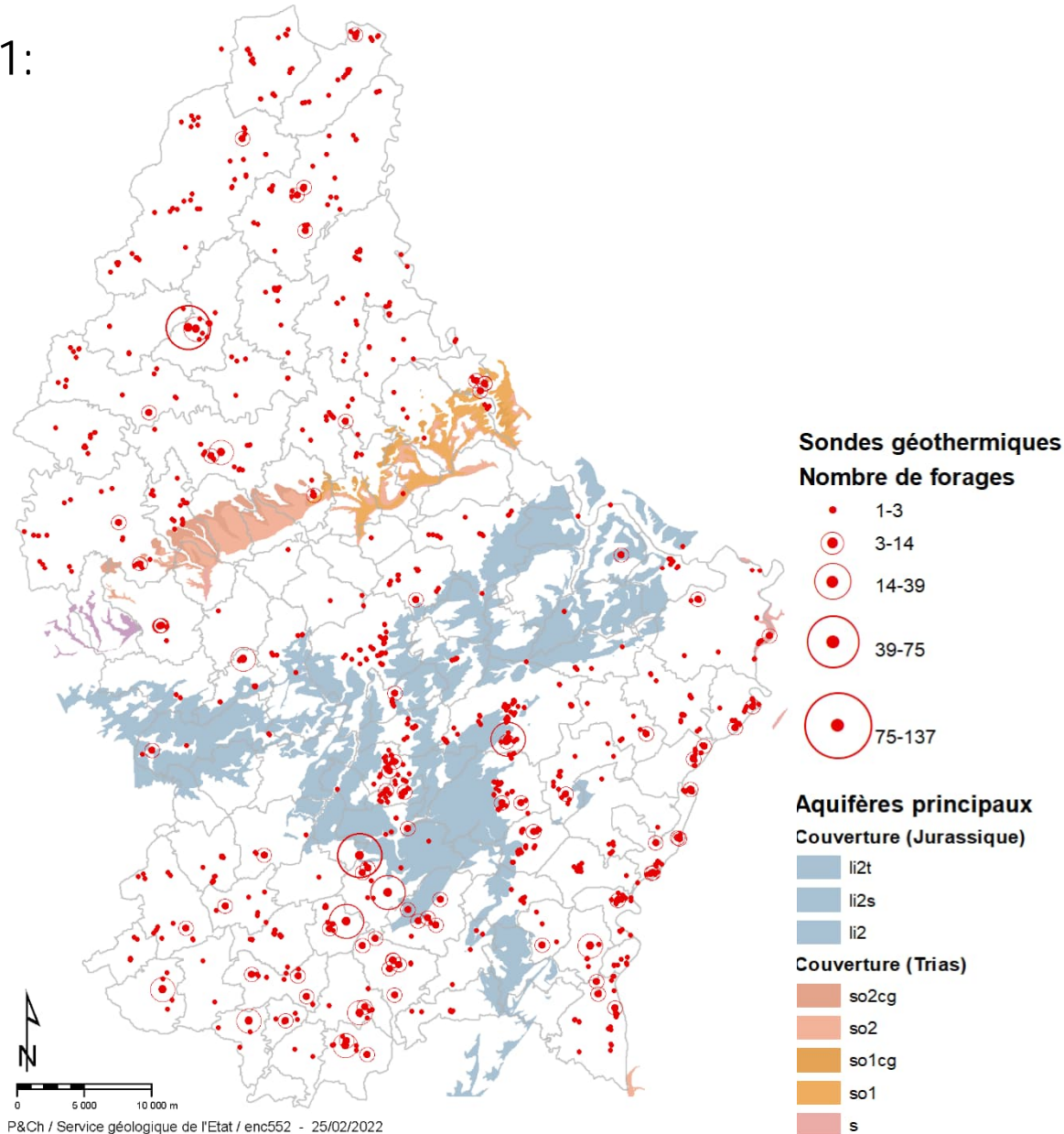
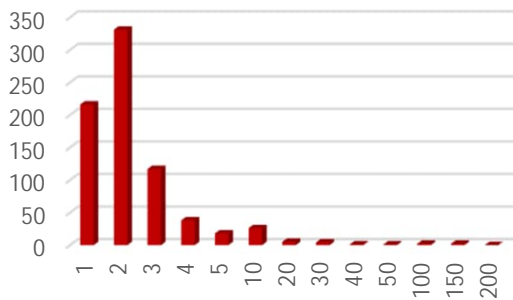


## B. Géothermie peu profonde / Oberflächennahe Geothermie: Statistiques

### ➤ Statistiques entre 2011 et 2021:

- 1215 installations autorisées
- ± 3000 forages
- ± 3.1 forages / installation
  
- 17 installations avec 10 à 100 forages
- 3 installations avec >130 forages

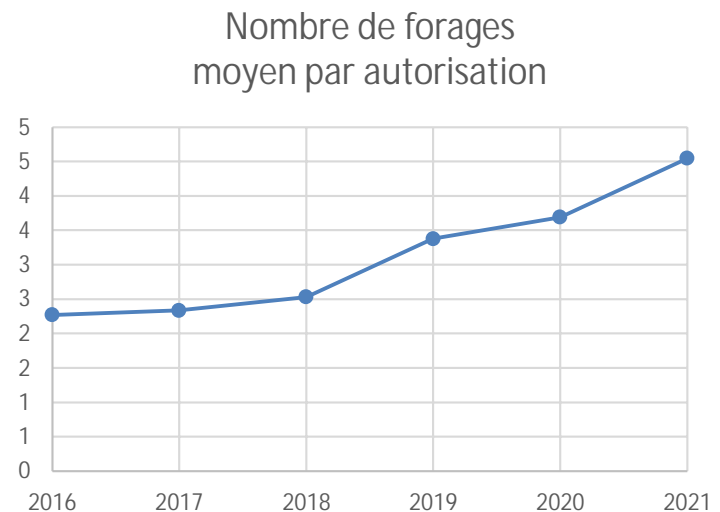
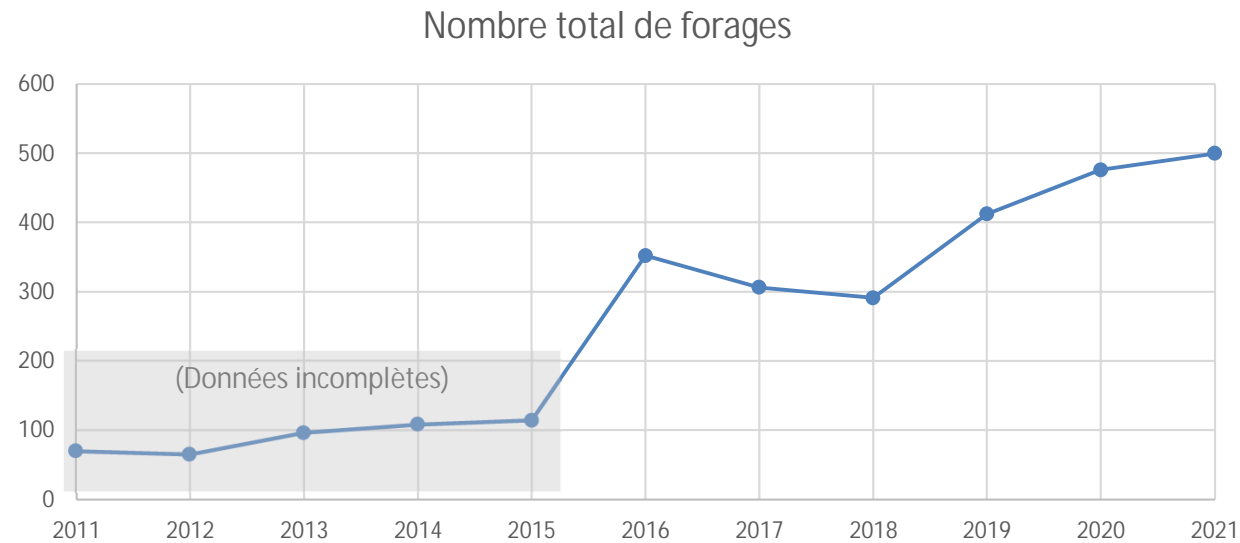
Nombre de forages par autorisation  
Données 2016-2021



## B. Géothermie peu profonde / Oberflächennahe Geothermie : Statistiques

### ➤ Statistiques entre 2011 et 2021:

- Croissance moyenne de 30 % par an
- Installations devenant plus grandes



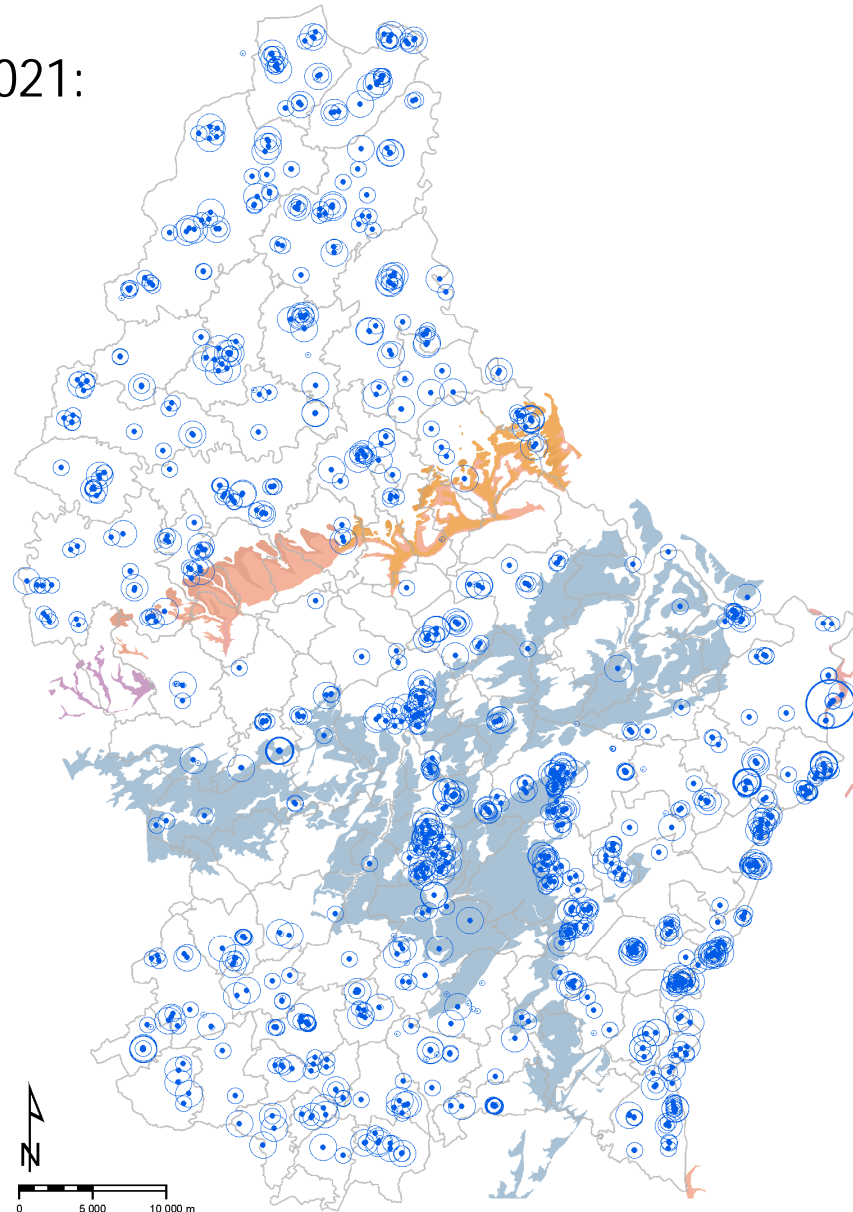
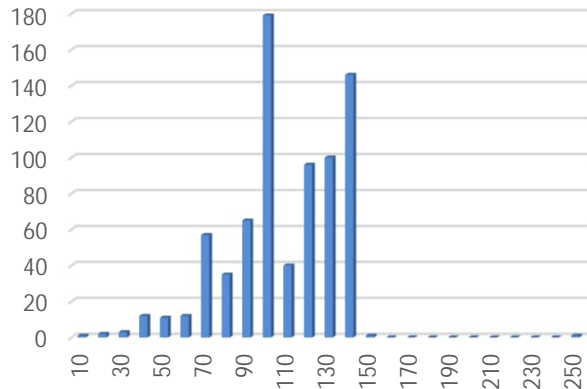


## B. Géothermie peu profonde / Oberflächennahe Geothermie : Statistiques

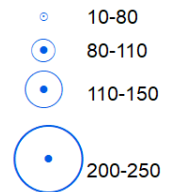
### ➤ Statistiques entre 2011 et 2021:

- Profondeur moyenne 107 m
- Maximum à 100 m  
> Régime d'autorisation D ?  
Maximum à 140 m  
> Capacité de forage
- Profondeur cumulée  $\pm 300'000$  m !

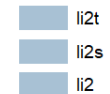
Profondeurs des forages  
Données 2016-2021



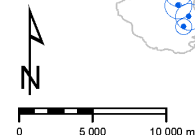
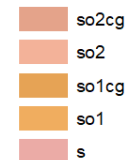
#### Sondes géothermiques Profondeur autorisée (m)



#### Aquifères principaux Couverture (Jurassique)



#### Couverture (Trias)



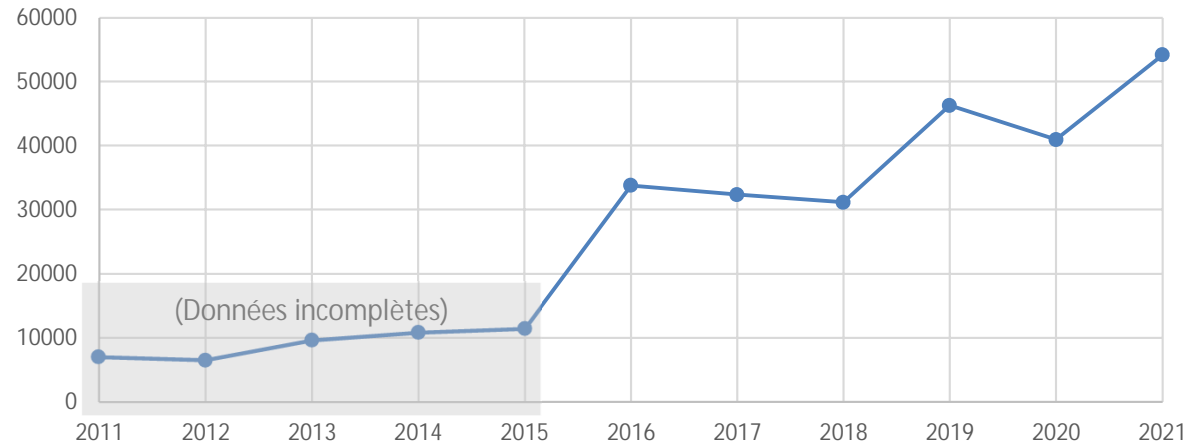
P&Ch / Service géologique de l'Etat / enc552 - 25/02/2022

## B. Géothermie peu profonde / Oberflächennahe Geothermie : Statistiques

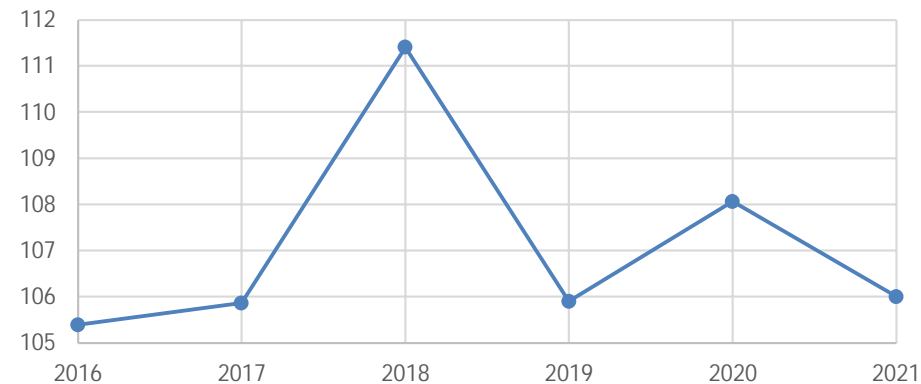
### ➤ Statistiques entre 2011 et 2021:

- Croissance de 30% par an en moyenne, mais assez variable

Profondeur cumulée des forages (m)



Profondeur moyenne autorisée (m)

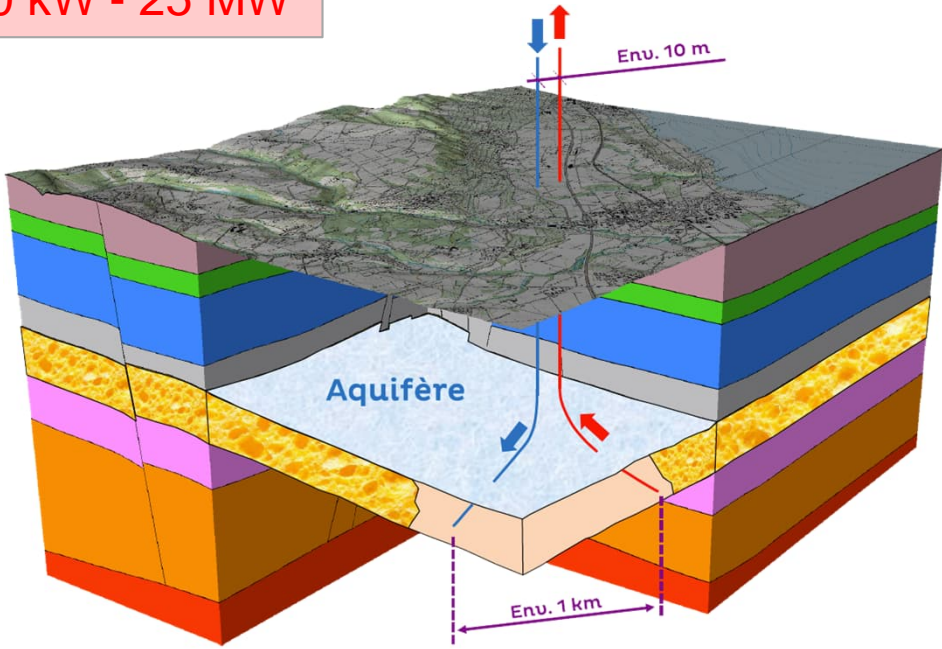
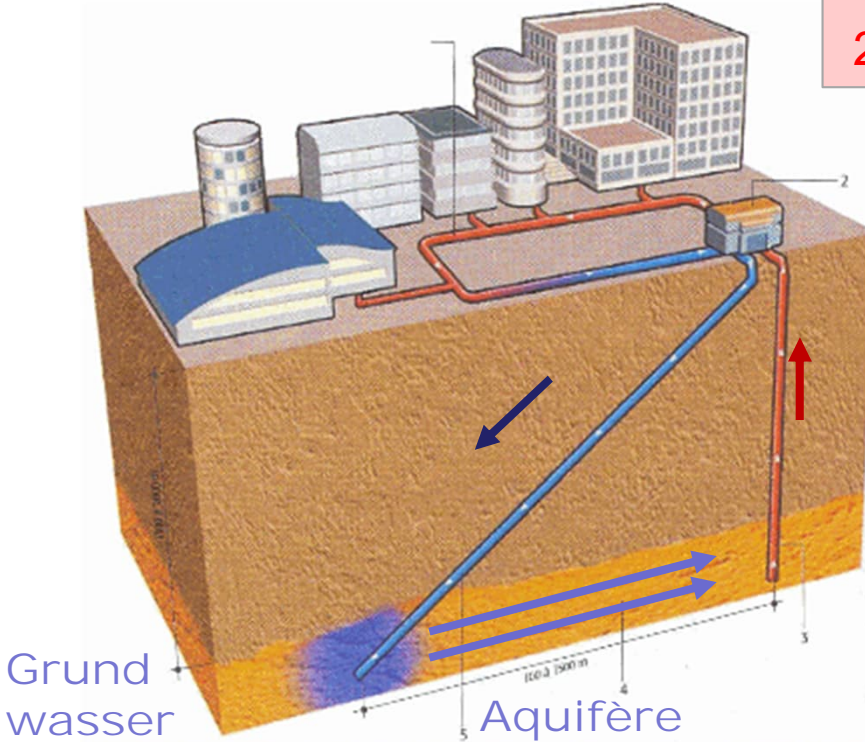


# C. Géothermie moyennement profonde / Mitteltiefe Geothermie



Type Typ	Eléments Elemente	Utilisation Verwendung	Temp.	Profondeurs Tiefen	Puissances Leistung
Géothermie de moyenne profondeur  Mitteltiefe Geothermie	Forages dans un aquifère: 1 pour le pompage (chaud), 1 pour la reinjection (froid) → doublet géothermique Hydrothermale Dublette	Système ouvert  Valorisation directe de la chaleur	(20) 40 - 150 °C	20 - 2000 m	20 kW - 25 MW

Puissance:  
20 kW - 25 MW







Spécificités et situation actuelle	Obstacles, défis et perspectives
<p>=Géothermie 'hydrothermale':</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Forages dans un aquifère: (au moins) 1 pour le pompage (chaud), (au moins) 1 pour la reinjection (froid) (=doublet)</li><li>• Paramètres déterminants:<ul style="list-style-type: none"><li>- température</li><li>- débit !</li></ul></li></ul> <p>Valorisation directe et localisée de la chaleur en grande quantité: - plus efficace mais: - seulement utile pour un réseau de chaleur ou un grand consommateur</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Actuellement, aucun système au Luxembourg</li></ul>	<p>Rentabilité élevée, mais nécessite une roche perméable et donc une connaissance plus détaillée du sous-sol, surtout de l'hydrogéologie: géométrie des couches, conductivités thermiques, propriétés hydrauliques, ...</p> <ul style="list-style-type: none"><li>→ améliorer les connaissances par des études de prospection</li><li>→ améliorer les connaissances par une meilleure collecte des informations de forages anciens (géothermiques ou autres)</li></ul> <p>- Risques financiers plus élevés (coûts des forages)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Projets pilotes: Neischmelz Dudelange, ...</li></ul>

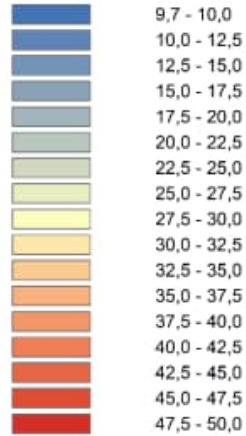


Spécificités et situation actuelle	Obstacles, défis et perspectives
<p>Systeme <u>ouvert</u>: pompage et réinjection directe dans un aquifère.</p> <p>→ se fait très souvent dans les aquifères avec eaux impropres à la consommation (aquifères profonds avec eaux salées)</p>	<p>Impact potentiel très grand sur les eaux souterraines:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- risque de pollution plus élevé</li><li>- risque de mise en communication d'aquifères</li><li>- risque de perturbations des écoulements souterrains</li><li>- protection nécessaire des unités aquifères sus-jacentes traversées</li></ul> <p><u>Peu d'acteurs, projets d'envergure</u></p>

## C. Géothermie moyennement profonde / Mitteltiefe Geothermie

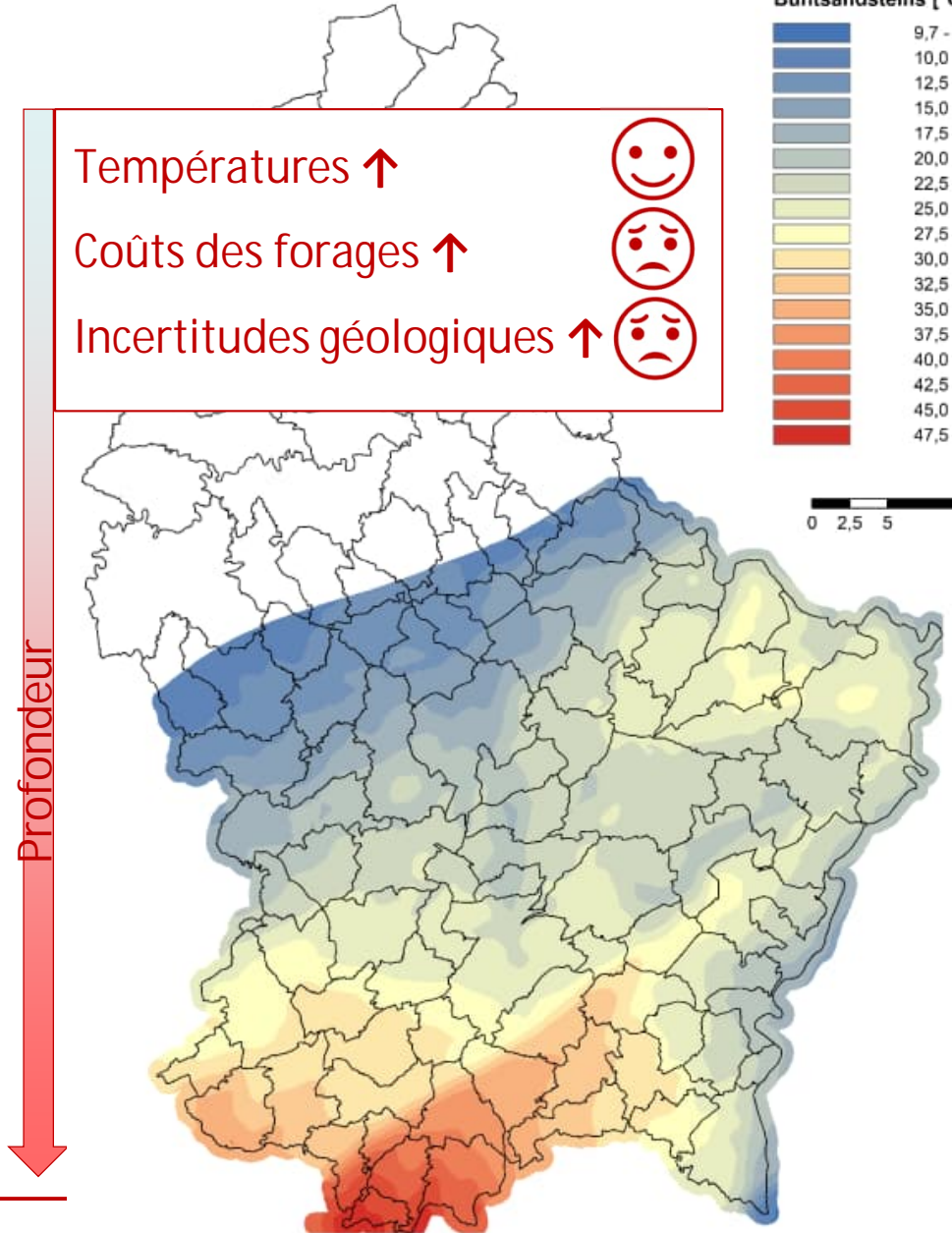
Buntsandstein

Geschätzte Temperatur  
an der Basis des  
Buntsandsteins [°C]



0 2,5 5 10 km

Profondeur



- Nécessité de réunir températures (=profondeur) et débit élevés
- Aquifères profonds du Guttland non utilisés pour la production d'eau potable (eaux trop minéralisées):
  - Grès de Lux. (région de la Minette)  
Profondeur : 200 à 500 m  
Températures : 18 à 30 °C
  - Muschelkalk supérieur  
Profondeur : 200 à 700 m  
Températures : 18 à 35 °C ?
  - Buntsandstein  
Profondeur : 700 à 1100 m ?  
Températures : 40 à 60 °C ?
  - Permien (Rotliegend) ?  
Profondeur : 1100 à 2200 m ?  
Températures : 50 à 80 °C ?

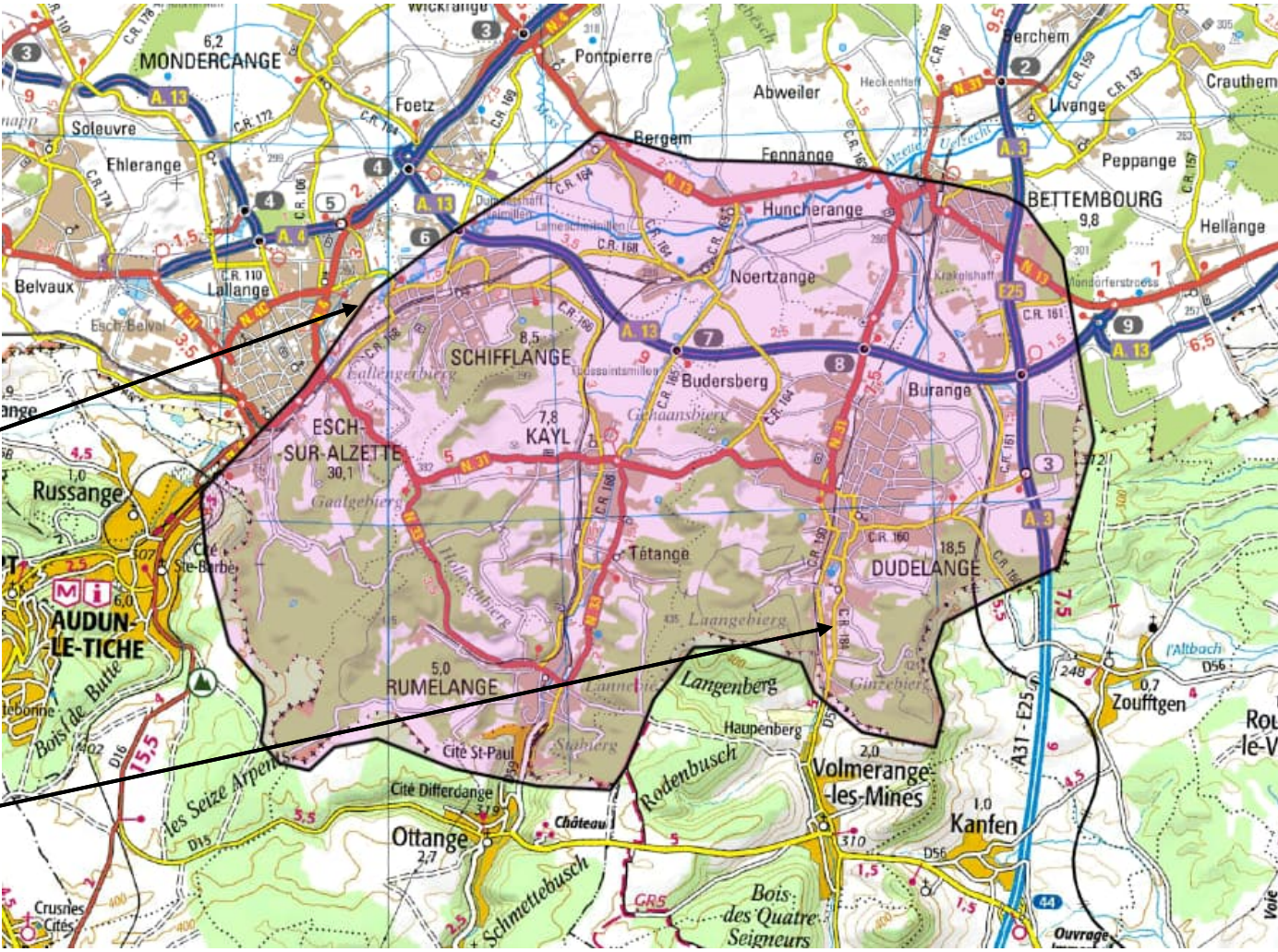


# C. Géothermie moyennement profonde / Mitteltiefe Geothermie



➤ Site à l'étude :  
Neischmelz, Dudelange

Région Esch-  
Dudelange



Esch-Schiffflange  
(Metzeschmelz)

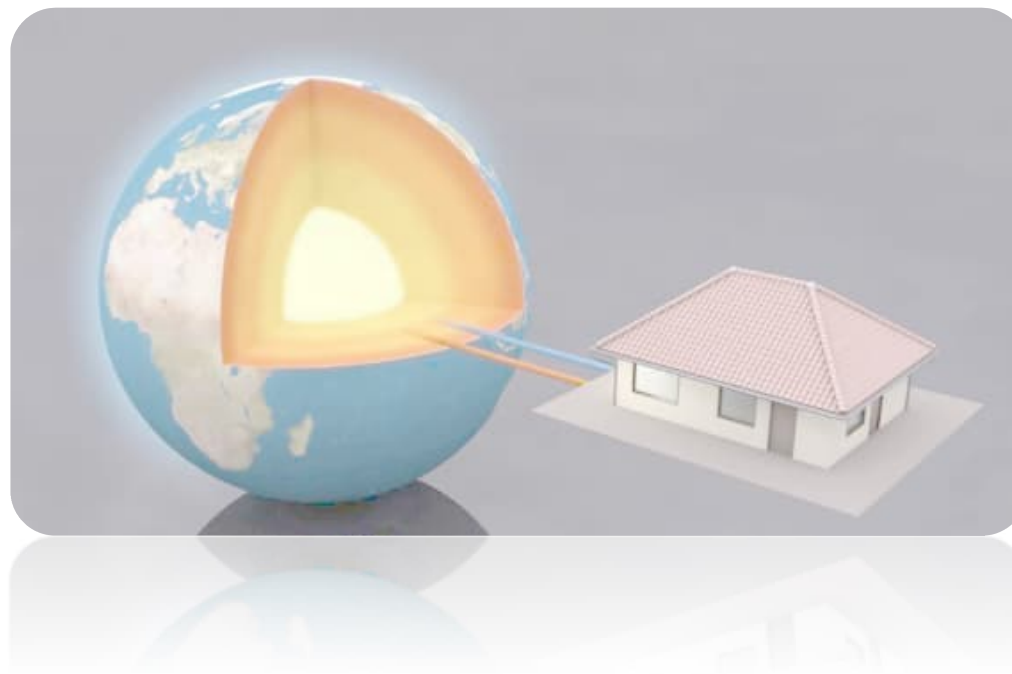
Dudelange  
(Neischmelz)





## CAMPAGNE SISMIQUE 2D - LUXEMBOURG Reconnaissance du bassin Minier Novembre 2023





**Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

**Merci pour votre attention**

# Wärmeplanung in den Gemeinden

## Exkurs zur Geothermie

Klimapakt-Dag 2024

# Wärmeplanung in den Gemeinden

## Exkurs zur Geothermie



### Ziele der verschiedenen Studien:

- Konsolidierung bestehender Datenbanken und Auswertung der Daten
- Bewertung des geothermischen Potenzials in Luxemburg
- Visualisierung und Veröffentlichung von Daten, um den verschiedenen Projektträgern die Entscheidungsfindung zu erleichtern
- Empfehlungen für die Förderung von mitteltiefer und oberflächennaher Geothermie
- Analyse der Kosten von Bohrungen, um einen möglichen Rahmen für finanzielle Unterstützung festzulegen
- Qualitätssicherung zur Vereinfachung der geltenden Verfahren



# Exkurs zur Geothermie

## Studie Universität Göttingen/LIAG



### geothermLUX

Analyse des geothermischen Potenzials in Luxemburg :

- Kategorisierung auf der Grundlage eines wissenschaftlich anerkannten Ansatzes (« Play Type »)
- Analyse der Geologie und möglicher Risiken
- erste Überlegungen zu einer speziellen finanziellen Unterstützung für Tiefbohrungen
- Austausch mit verschiedenen Pilotprojekten

Geowissenschaftliches Zentrum der Georg-August-Universität  
Göttingen  
&  
Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik (LIAG)  
Hannover

Forschungsvorhaben „geothermLUX“

Quantifizierung des geothermischen Potentials Luxemburgs und  
Identifizierung ressourcenspezifischer Nutzungstypen auf Basis  
des Play Type Konzepts

– Endbericht – Teil 1 –

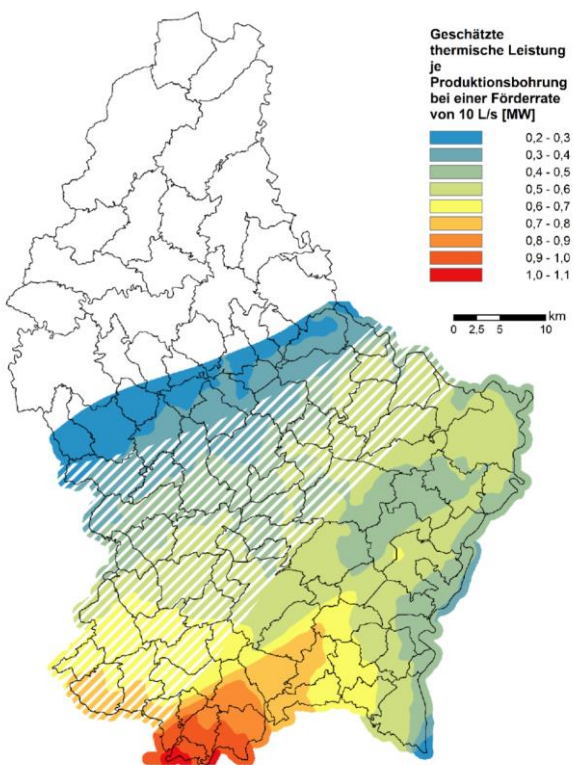
Berichtszeitraum  
01.07.2020 – 31.10.2021

# Exkurs zur Geothermie

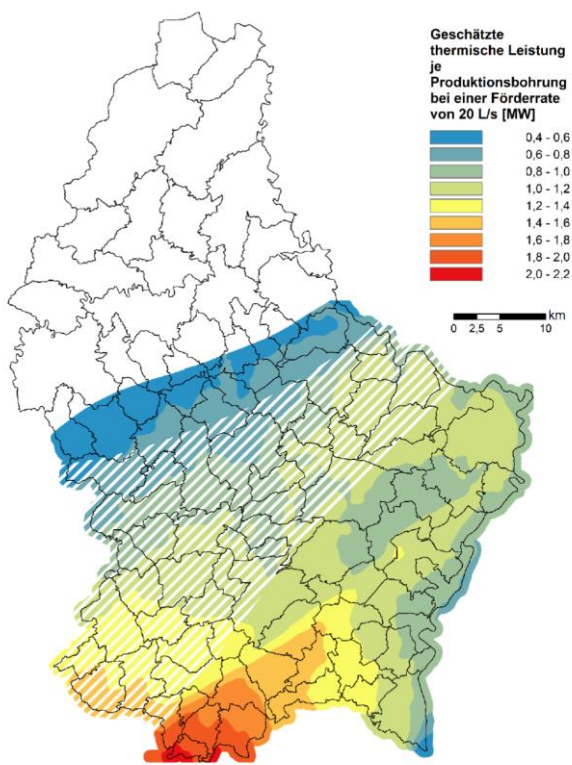
## Studie Universität Göttingen/LIAG

## Einschätzung des Potenzials

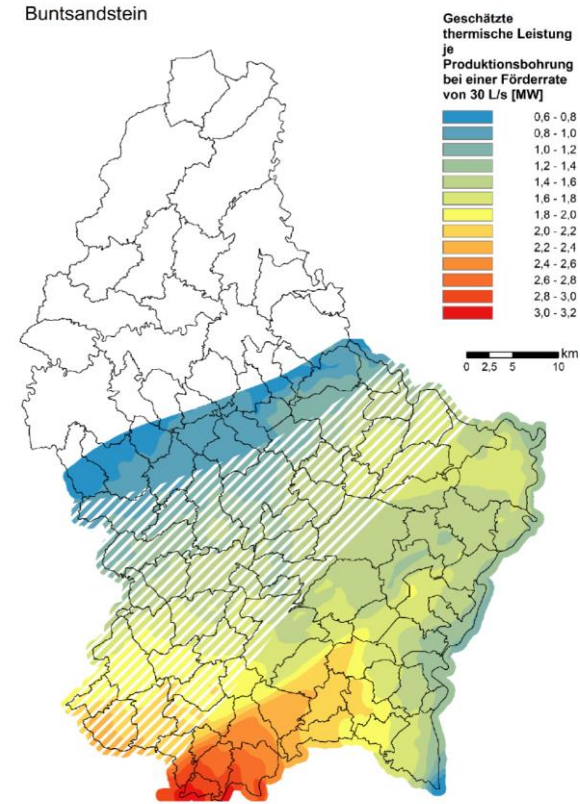
Buntsandstein



Buntsandstein



Buntsandstein



# Exkurs zur Geothermie

## Studie Fraunhofer IEG

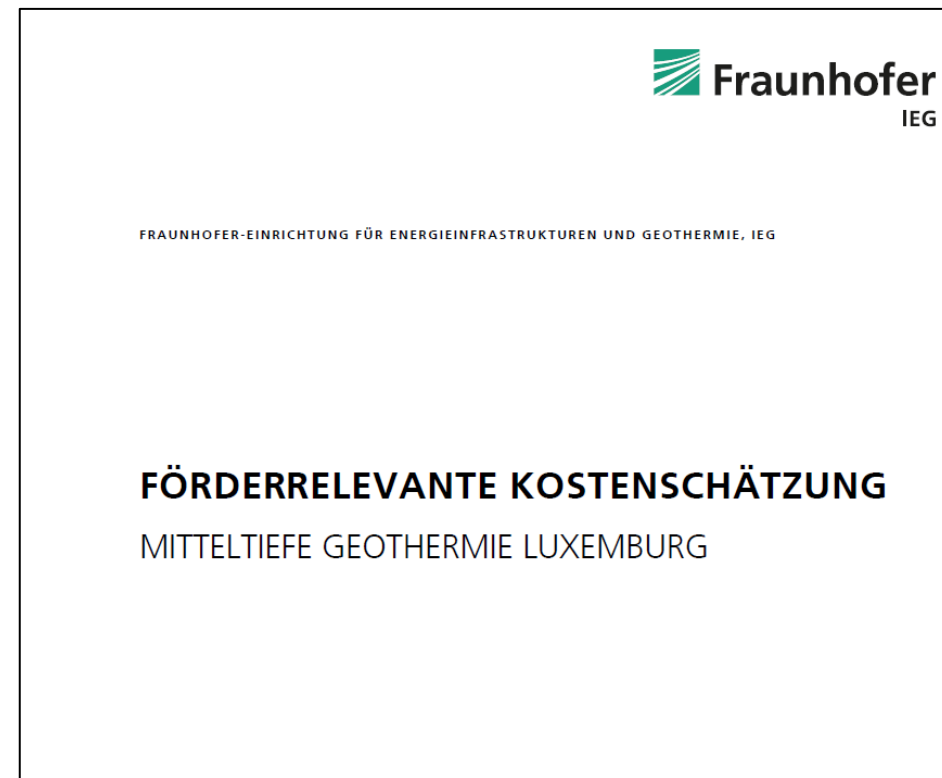


### Kostenanalyse mitteltiefer geothermischer Bohrungen anhand von 4 Fallbeispielen:

- Dudelange A
  - Dudelange B
  - Echternach
  - Mondorf
- Überblick über die verschiedenen Kosten zur Festlegung eines gezielten Förderprogramms für Pilotprojekte

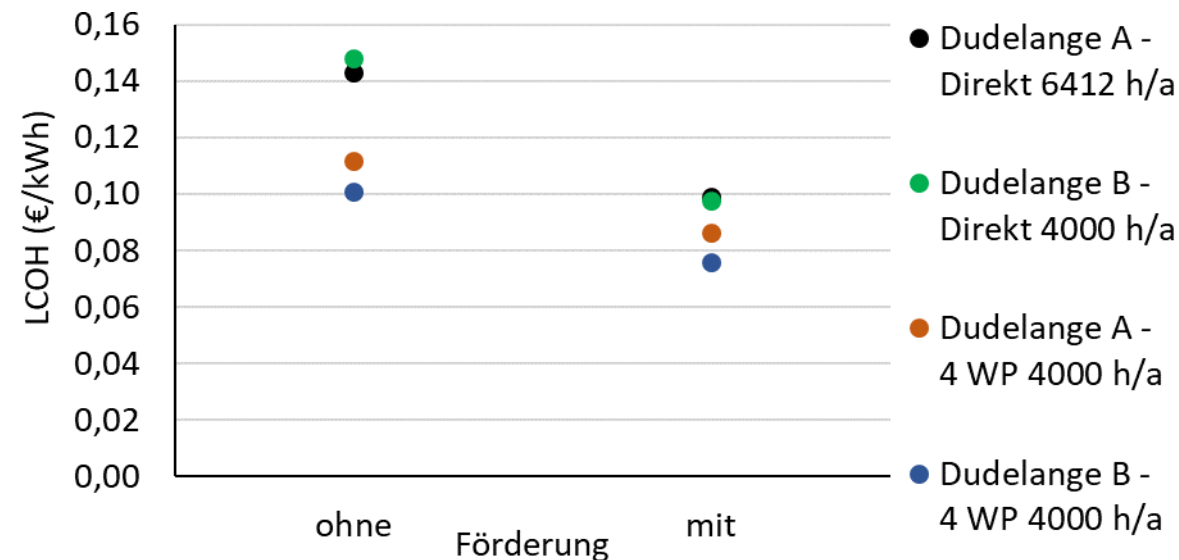
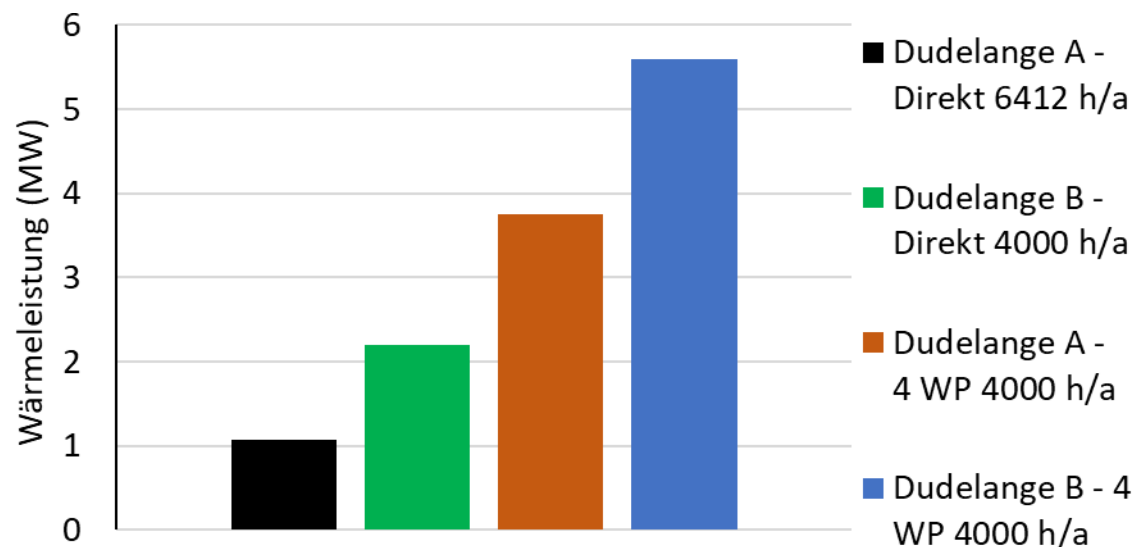
### Zusatz:

Berechnungen der Kosten für die Wärmeerzeugung



# Exkurs zur Geothermie

## Studie Fraunhofer IEG



	Dudelange A P50 4 Wärmepumpen	Dudelange B P50 4 Wärmepumpen	Dudelange A P50 Direkt	Dudelange B P50 Direkt
Reservoir	P50	P50	P50	P50
Betriebsmodus	Indirekt/4 WP	Indirekt/4 WP	Direkt	Direkt
Betriebsstunden [h/a]	4.000	4.000	6.412	4.000
Strompreis [€/MWh]	150	150	150	150
VL-Temperatur [°C]	70	70	40	54
Nominal, Inflation, Betriebskostensteigerung	5 %, 2 %, 2%	5 %, 2 %, 2%	5 %, 2 %, 2%	5 %, 2 %, 2%

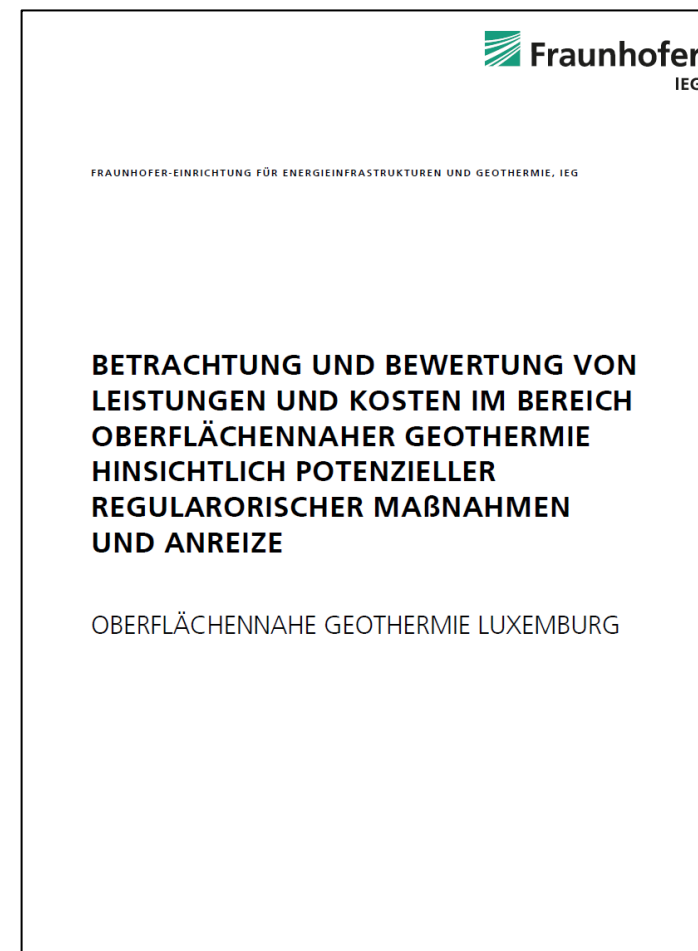
# Exkurs zur Geothermie

## Studie Fraunhofer IEG



### Analyse der spezifischen Kosten im Zusammenhang mit oberflächennaher Geothermiebohrungen:

- Analysen der mit Bohrungen verbundenen Kosten
- Interviews mit in Luxemburg tätigen Bohrfirmen
- Analyse der zusätzlichen Kosten von (Enhanced) Geothermal Response Test
- Empfehlung für die Förderung der Optimierung von Geothermieanlagen bzw. Wärmepumpen



# Exkurs zur Geothermie

## Studie Fraunhofer IEG



### Zusatz Qualitätssicherung

Zusammenfassung und Analyse verschiedener Methoden der Qualitätssicherung:

- Überblick der verschiedenen Möglichkeiten der Qualitätssicherung in Bezug auf die geothermischen Bohrungen
- Expertenmeinung zur Durchführbarkeit der verschiedenen Mittel und Vorgehensweisen
- Diskussionen und Austausch mit u.a. der Wasserwirtschaftsamt

### Vorgestellte Ansätze

- Versicherung des Bohrlochs
- Zertifizierung des Bohrunternehmens
- Ausführung der Arbeiten nach DVGW W120-2 oder ähnlichem
- Begleitung durch private Experten für Wassermanagement (« PSW »)
- Erarbeitung eines Leitfadens zur Qualitätssicherung« EWS »



# Exkurs zur Geothermie

## Ausblick



### Follow Up der verschiedenen Studien:

- Bündelung von Kompetenzen und erste Erfahrungswerte um Projekte in LU voranzutreiben  
→ Bsp. Seismik Minettebecken, „Neischmelz“
- Identifikation von prioritären Instrumenten zur Qualitätssicherung (auch im Hinblick auf eventuelle prozedurale Vereinfachungen)
- Fachlicher Austausch mit relevanten professionellen Akteuren (u.a. Baubranche, Planungsbüros und Projektentwickler) zur der Geothermienutzung in LU

**Yann Trausch**

T. +352 40 66 58 -48

yann.trausch@klima-agence.lu

klima-agence.lu

Klima-Agence G.I.E.  
R.C.S. Luxembourg C84



LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG



# Présentation du cadre juridique actuel concernant la réalisation des réseaux de chaleur

Georges Reding, MECO





# Les reseaux de chaleur État des lieux

Georges Reding

07.06.2024



## Planification:

### Quel rôle pour la commune/le secteur privé (promoteur)?

- Quartier existant/nouveau
- Vérifier disponibilité chaleur/froid fatals, planifier des possibles extensions
- Cadastre de la chaleur /du froid

## Exécution des travaux:

### Quel rôle pour la commune/le secteur privé?

- Commune peut être le maître d'ouvrage (devient le propriétaire)
- Commune peut mandater une entreprise: nécessité d'une convention avec la commune (utilisation du domaine public est précaire, c-à-d à durée déterminée)
  - Ex: Nouveau PAP: généralement promoteur développe et conditionne la construction des immeubles au raccordement au réseau



## Quelles aides?

- Cadastre de chaleur constitue un point de départ
- Ministère de l'Économie:
  - Aides pour les entreprises
  - Conditions à respecter par les réseaux: RES ou fatal  $\geq 85\%$ , ou 100 % à partir de 2050
  - Klima-Agence et Luxinnovation
- Fonds climat et énergie
  - Vise les réseaux « publics » (communes, un syndicat de communes, un établissement public ou un établissement d'utilité publique)
  - Guide pratique
  - Conditions à respecter par les réseaux: RES ou fatal  $\geq 75\%$  → en révision

<sup>1</sup>Projet de loi ayant pour objet le renouvellement du régime d'aides à la protection de l'environnement et du climat (ChD: n°8386)

<sup>2</sup>[https://www.klima-agence.lu/sites/default/files/2022-05/FCE\\_Guide\\_pratique%20%281%29.pdf](https://www.klima-agence.lu/sites/default/files/2022-05/FCE_Guide_pratique%20%281%29.pdf)





- Réunions avec les opérateurs et recensement de la situation (très hétérogène!) à l'aide d'un questionnaire
- APL en cours d'élaboration
- Objectifs:
  - Création d'un cadre réglementé obligatoire pour les nouveaux réseaux (facultatif pour les réseaux existants)
  - Analyses juridiques poussées nécessaires
  - Promouvoir les réseaux efficaces
  - Utilisation gratuite du domaine public
  - Accorder une sécurité de planification aux investisseurs
  - Protéger les consommateurs
  - Décarboner des quartiers existants (difficiles à décarboner par des pompes à chaleur)



- Respect des exigences en matière de performance énergétique des habitations
- Nouveaux réseaux: part renouvelable ou fatale > 85 %
  - (N.B.: Cette condition est également valable pour se voir accorder une aide à l'investissement)
- Droits et obligations d'utilité publique
  - Utilisation du domaine public
  - Transparence des prix, formule de calcul règlementée (à clarifier)
  - Sécurité d'approvisionnement



- Nombre de raccordements et puissances nécessaires pour le dimensionnement du réseau et de l'unité de production
- Opération économique / calcul du "Business-case" difficile dans les quartiers existants – insécurité nb connexions
- Réflexions sur une obligation de raccordement et son implémentation
  - Variante 1: Seulement en cas de renouvellement du système de chauffage
  - Variante 2: Garantie d'un tarif inférieur par rapport au tarif actuel
  - ...
- Réflexions sur la désignation de zones de desserte (PAG?)
  - Permettrait l'extension du réseau dans cette zone



- Réflexions sur la création d'une éventuelle entité nationale (programme gouvernemental)
- Objectifs possibles
  - Fourniture de derniers recours pour assurer le chauffage en cas de défaillance de l'opérateur
  - Investissements dans des réseaux dans les quartiers existants (haut risque)
  - Opérateur pour les entités (semi-) publiques qui opèrent actuellement des réseaux (Fonds du Logement, SNHBM,...)

## Question & réponses

**Merci pour votre attention!**



LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de l'Environnement, du Climat  
et de la Biodiversité



[www.pacteclimat.lu](http://www.pacteclimat.lu)



# PacteClimat

EUROPEAN  
ENERGY  
AWARD

Ma commune s'engage pour le climat

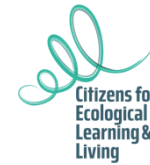


LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de l'Environnement, du Climat  
et de la Biodiversité



klima  
agence

An Zesummenaarbecht mat:



IMS LUXEMBOURG  
Inspiring More Sustainability



Klima-Bündnis  
Lëtzebuerg

[pacteclimat.lu](https://pacteclimat.lu)