

Wärmepumpen mit Direktverdampfung (DX)

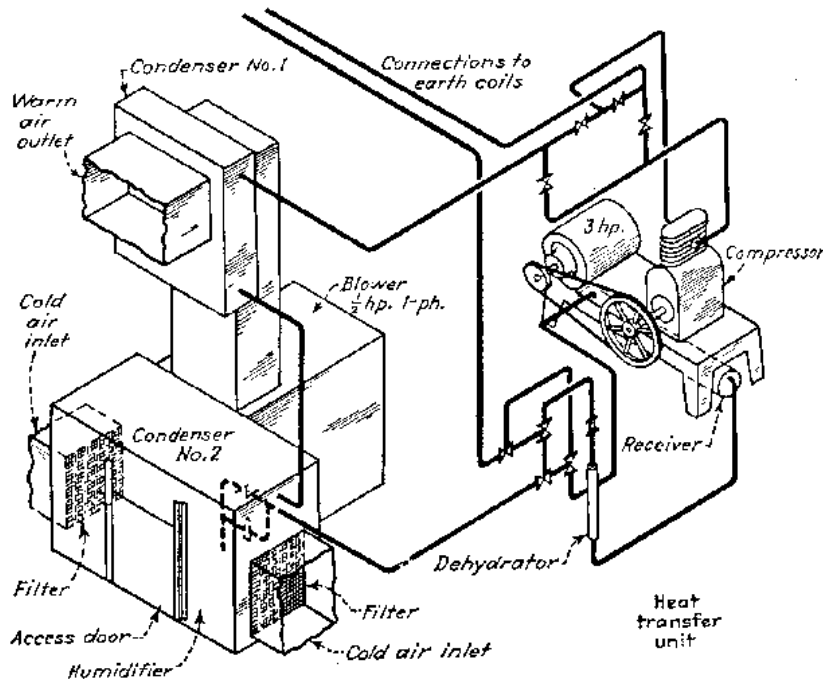
Qualitätssicherung von Absorberkollektoren

Heinrich Huber
Energy Department

Inhalt

- Einführung zur DX-Technologie
- QS des Rohrabsorbermaterials
- Aufbau und Installation einer DX-Wärmepumpenanlage
- Zusammenfassung

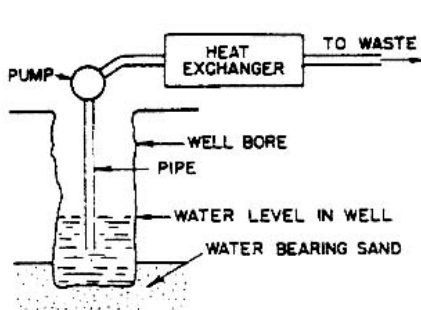
Weltweit erste DX-Wärmepumpe USA 1945



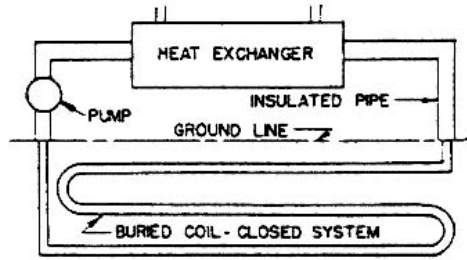
- Robert C. Webber, ein Angestellter von „Indianapolis Power & Light Co
- Wärmepumpe in sein Haus zur Wärmeversorgung
- Erste erdreichgekoppelte Wärmepumpe mit Direktverdampfung
- Antriebsleistung von 2.2 kW
- Wärme wurde durch ein Warmluftsystem verteilt

Quelle: Sanner, 1992

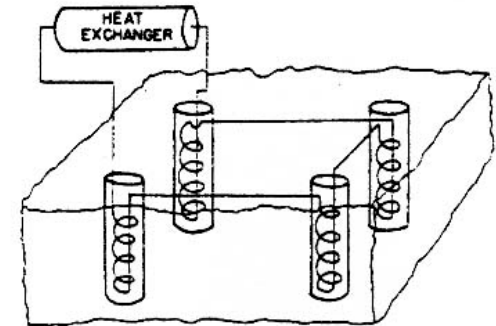
Wärmepumpen-Quellenanlagen USA 1947



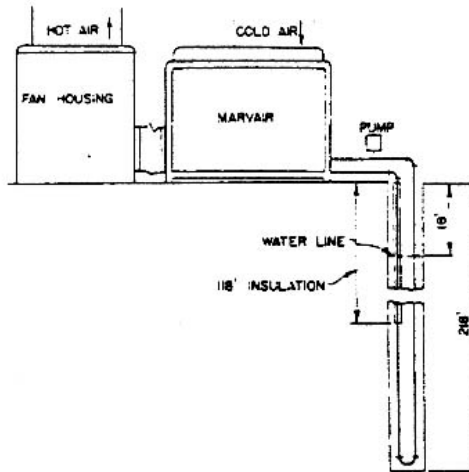
Grundwasser-Wärmepumpe mit einem Brunnen



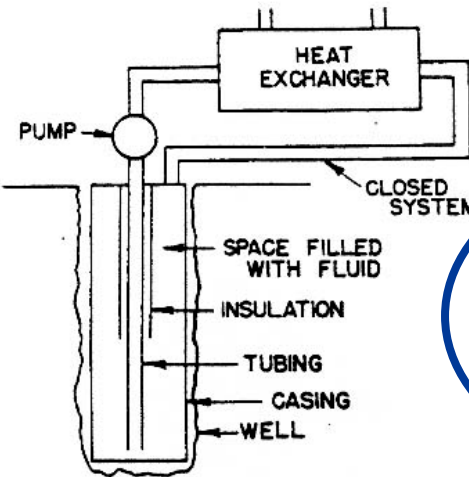
Horizontaler Erreichwärmetauscher (Rohr in Graben)



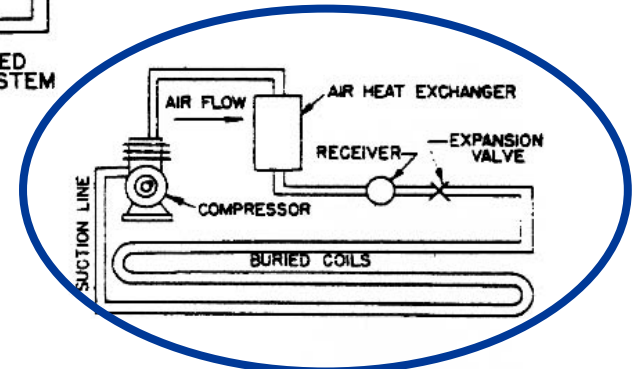
Vertikaler Erreichwärmetauscher, spiralförmig



Vertikaler Erreichwärmetauscher, U-Rohr



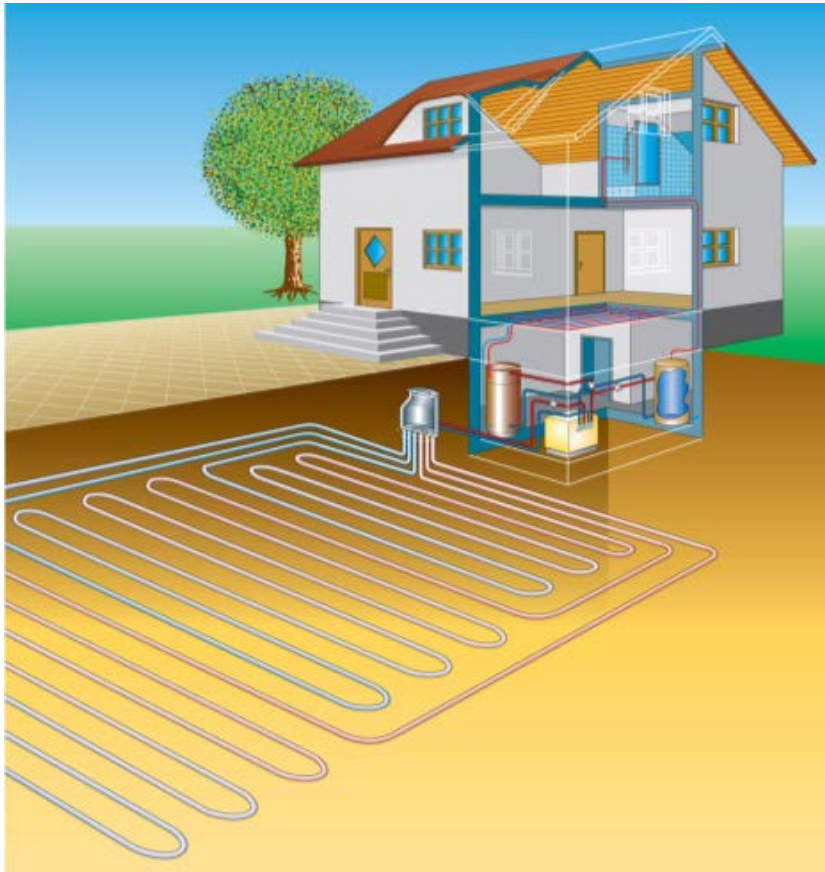
Vertikaler Erreichwärmetauscher, koaxial



Direktverdampfung in horizontalen Rohren im Erreich

Quelle: Kemler, 1947

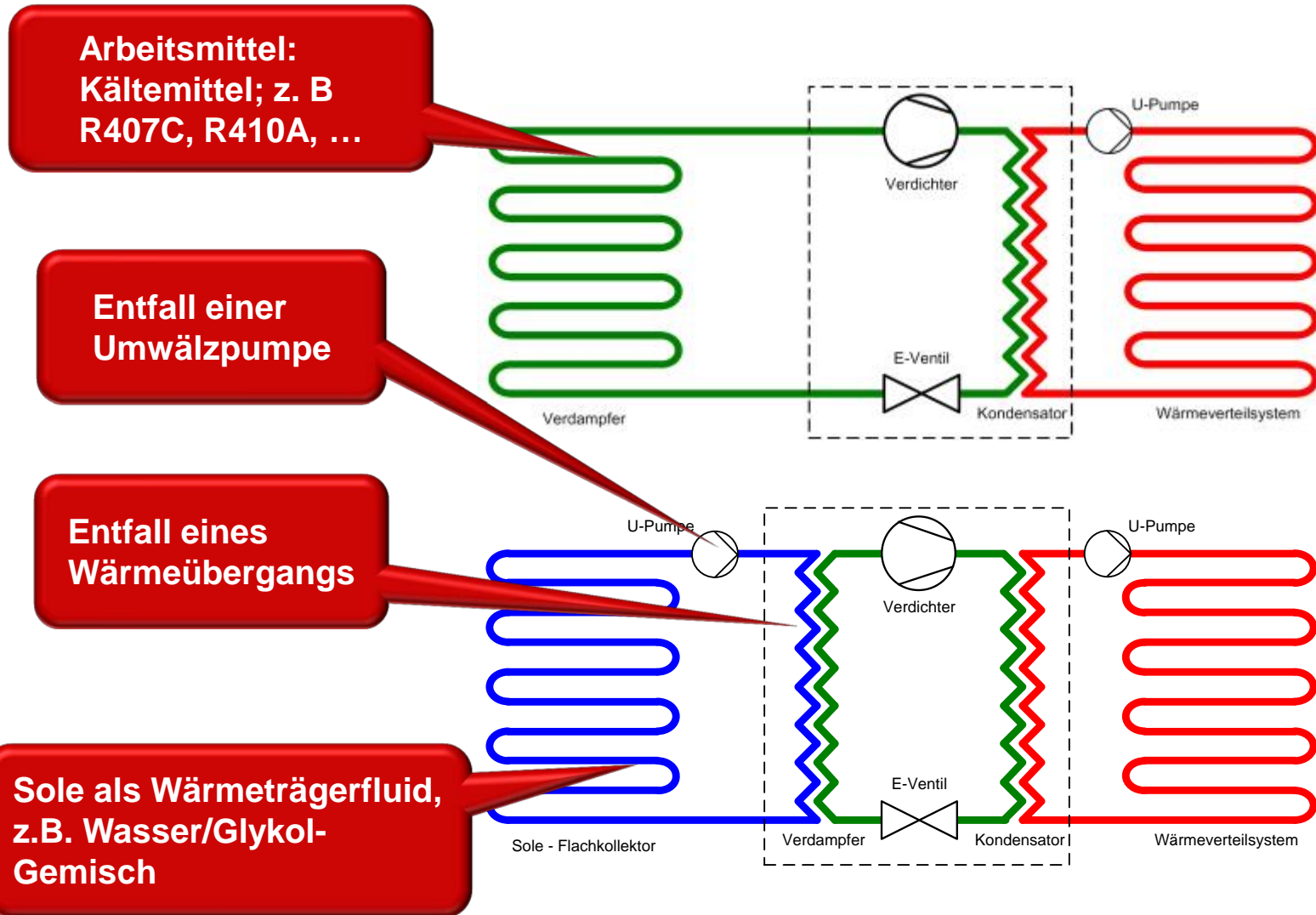
Erdreichgekoppelte Wärmequellenanlage



Quelle: Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V.

- Einsatzgebiet:
 - Einfamilien- bzw. Zweifamilienhäuser
 - Heizen und Warmwasserbereitung
 - Heizleistungen 6 – 34 kW

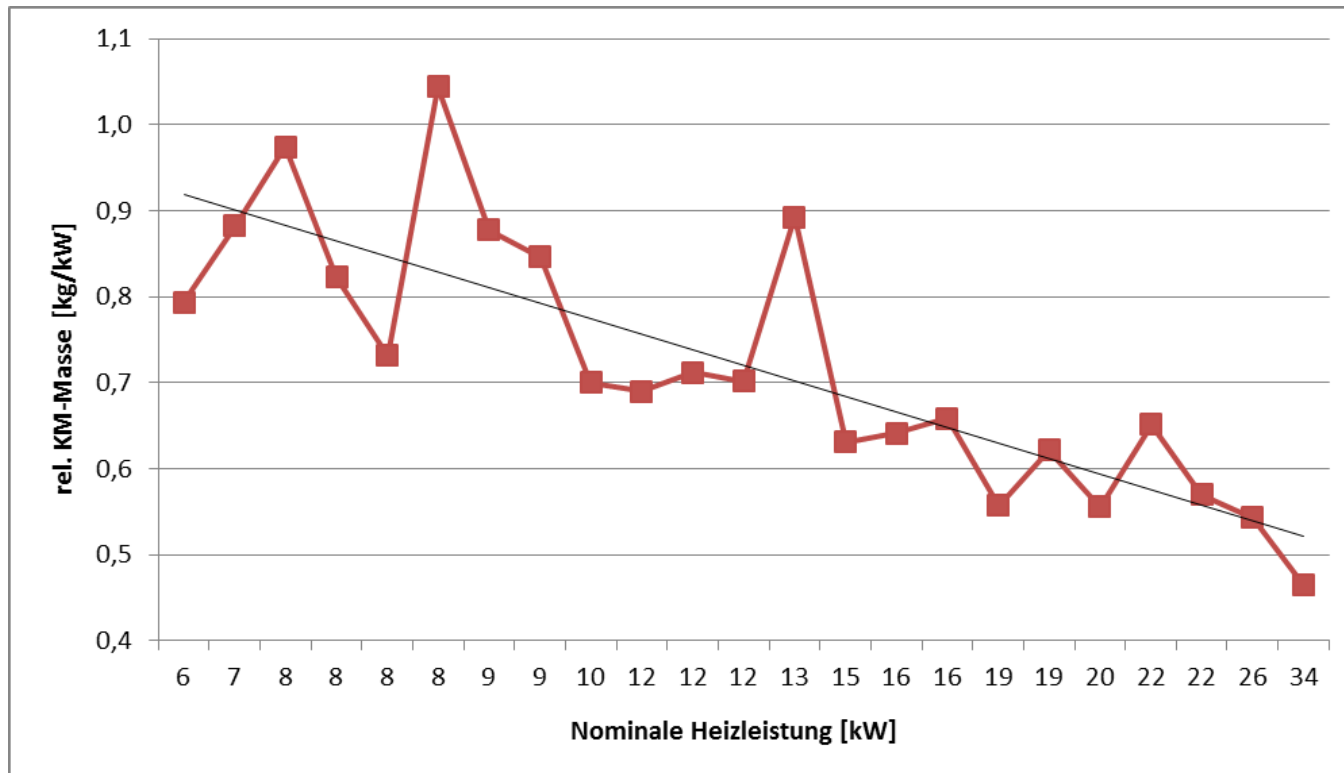
Systematik der DX- vs. Sole-Technologie



DX-Technologie

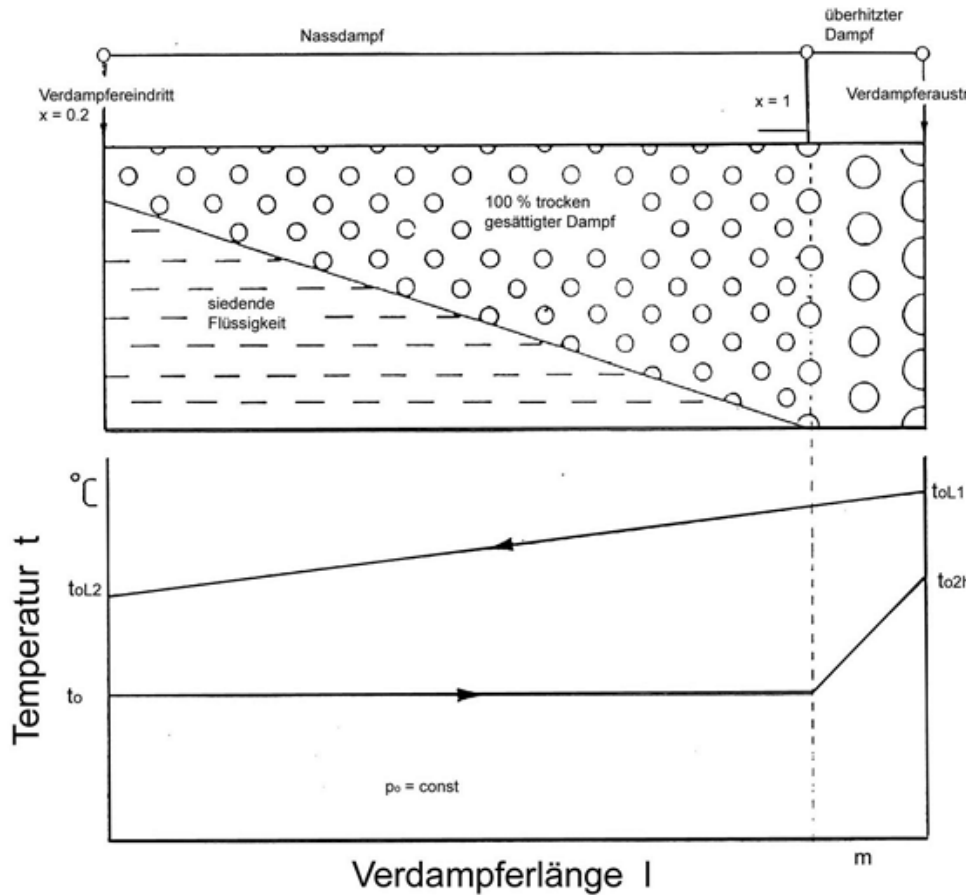
Sole-Technologie

Kältemittelmengen von DX-Wärmepumpenanlagen

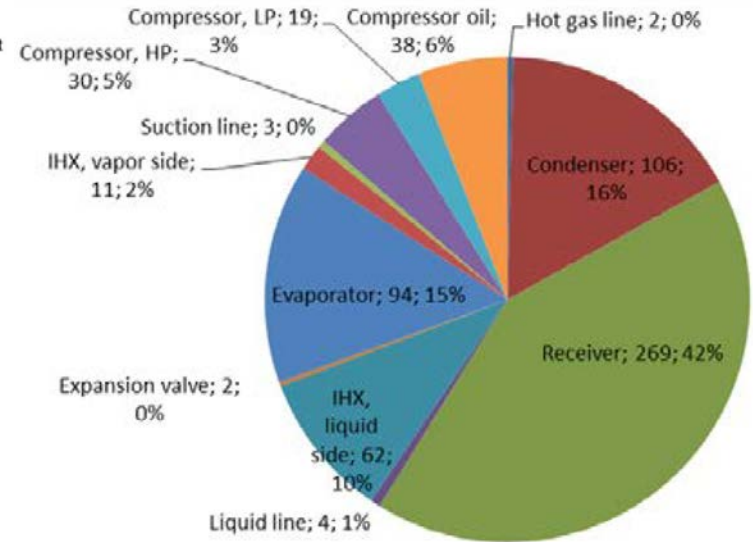


Für den Heizleistungsbereich von 6 bis 34 kW betragen die Kältemittelfüllmengen zwischen 5 – 16 kg.

Kältemittelverteilung im DX-Kreislauf



Distribution of charge under nominal conditions



Quelle: B. Palm, KTH

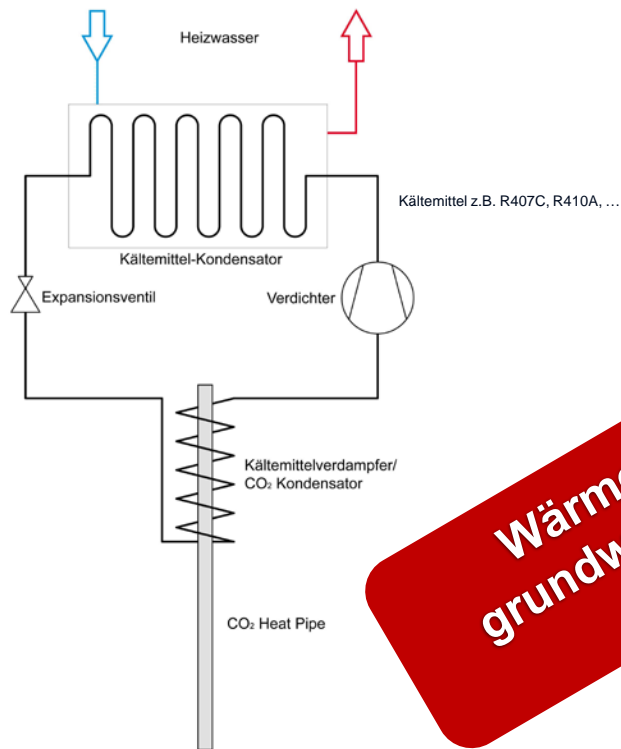
Diverse Untersuchungen ergeben, dass sich 15 – 30 % der gesamten Kältemittelmasse im Verdampfer befinden.

Betriebsmittel

- Kältemittel
 - FKW/HFKW-Kältemittel: R407C, R410A → WGK1
 - Kohlenwasserstoffe: R290 (Propan), R32, R744 (CO₂) → nicht wassergefährdend

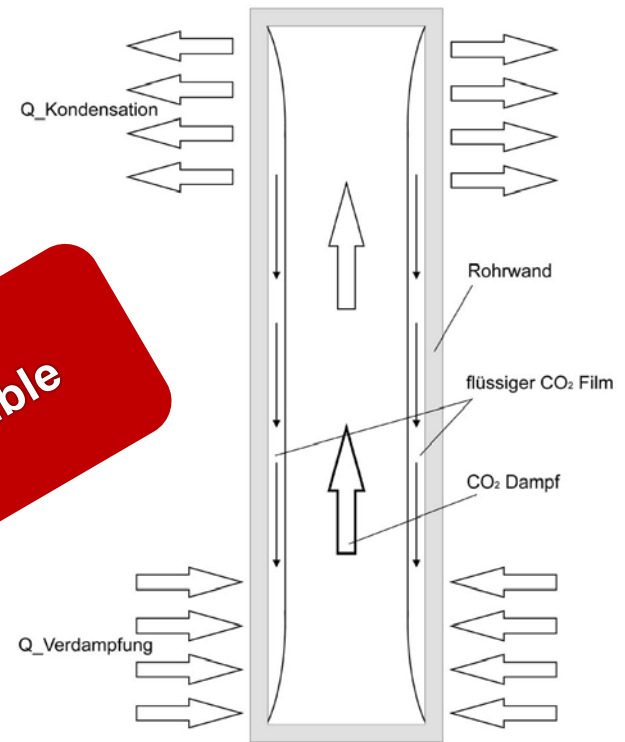
- Kältemaschinenöle
 - Vollsynthetische Kältemaschinenöle auf Polyolesterbasis (POE) → WGK 1
 - Eingesetzt in Anlagen mit FKW/HFKW und KW

Heat Pipe - Wärmerohr



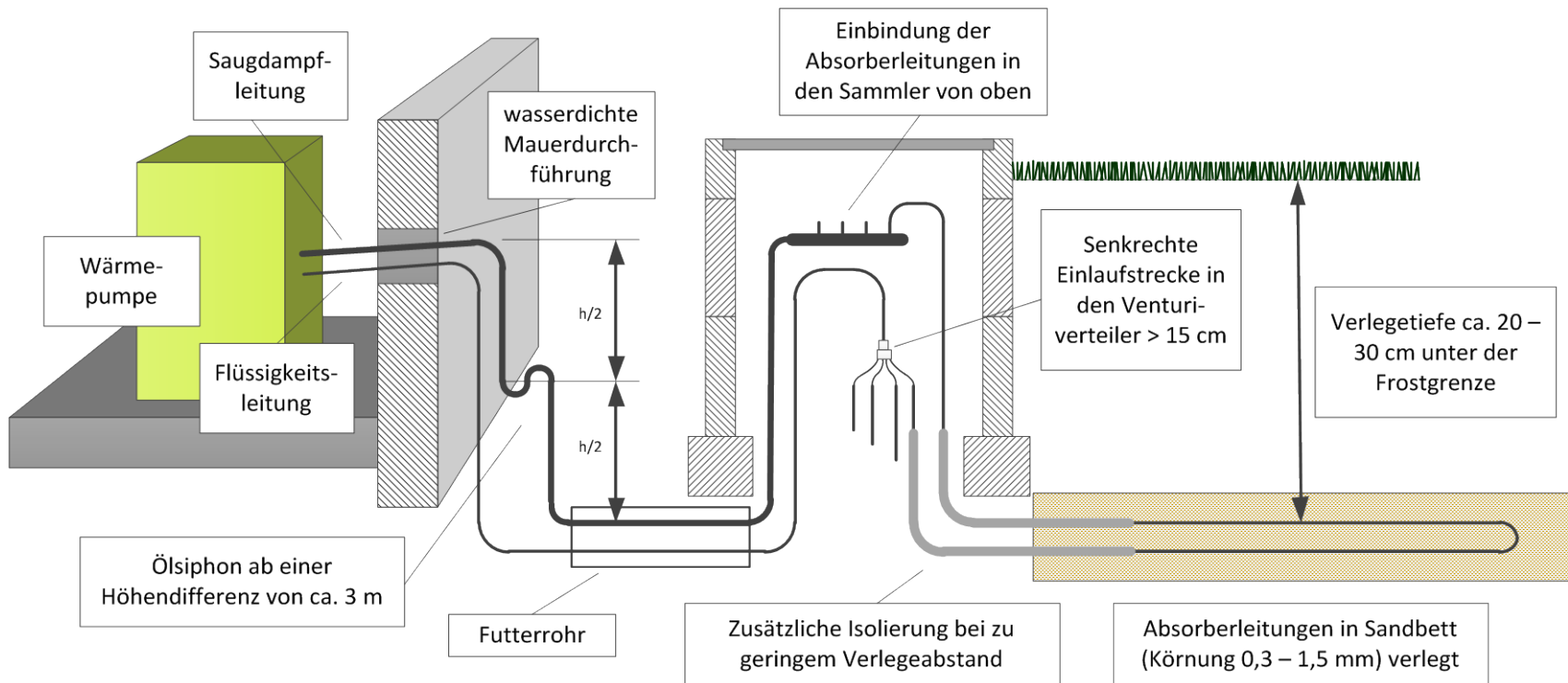
Quelle: AIT

Wärmequelle für grundwassersensible Zonen



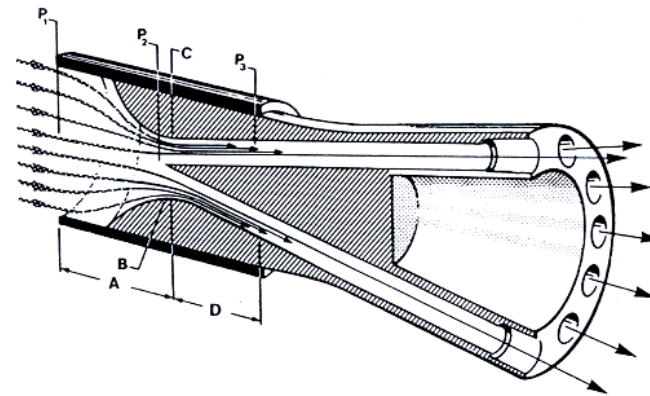
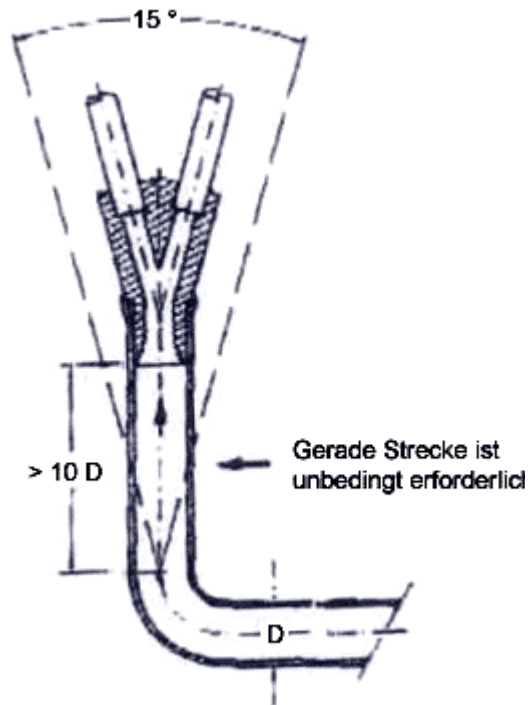
Quelle: AIT

Aufbau einer DX-Wärmequellenanlage



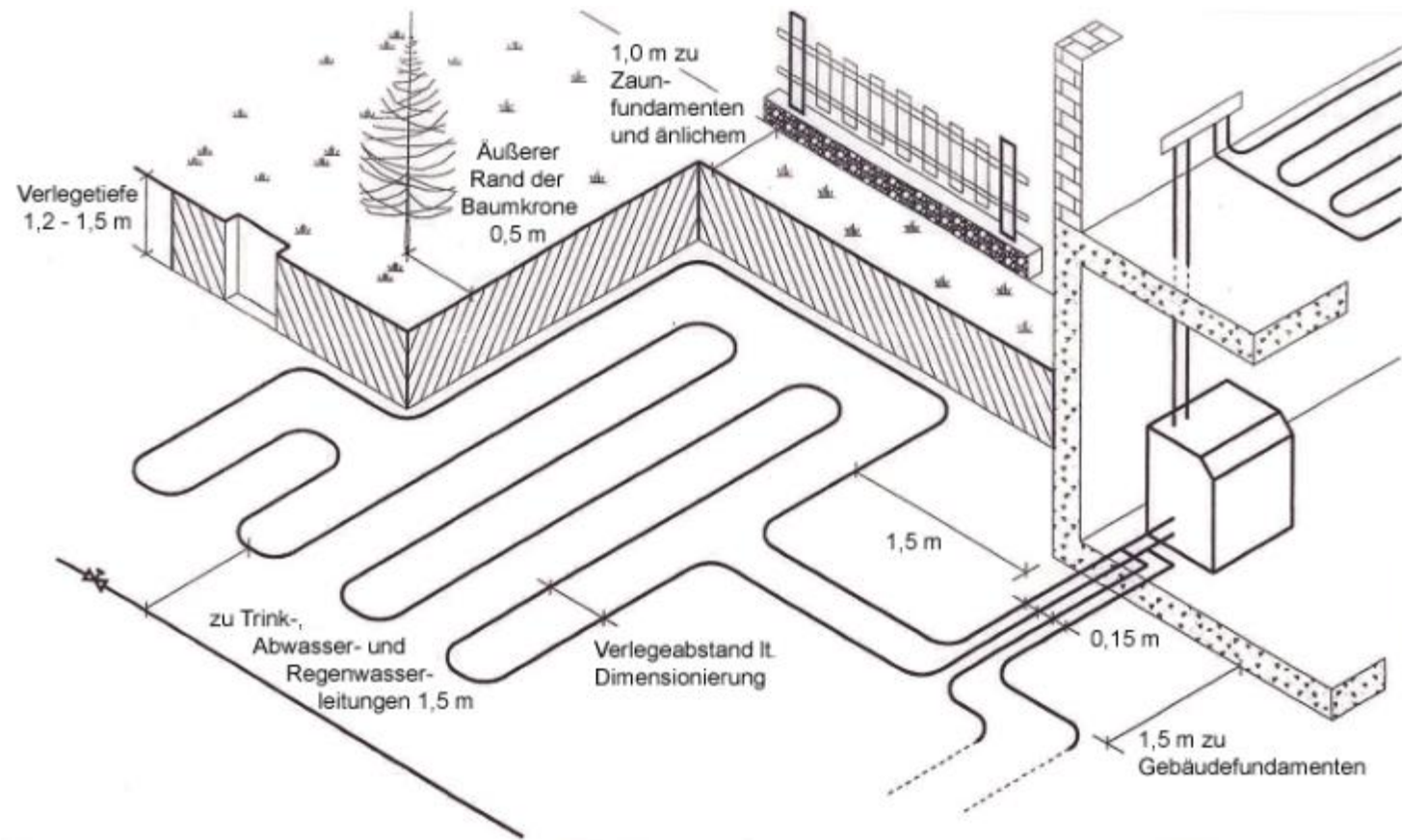
Quelle: AIT

DX-Einspritzverteiler - Venturiverteiler

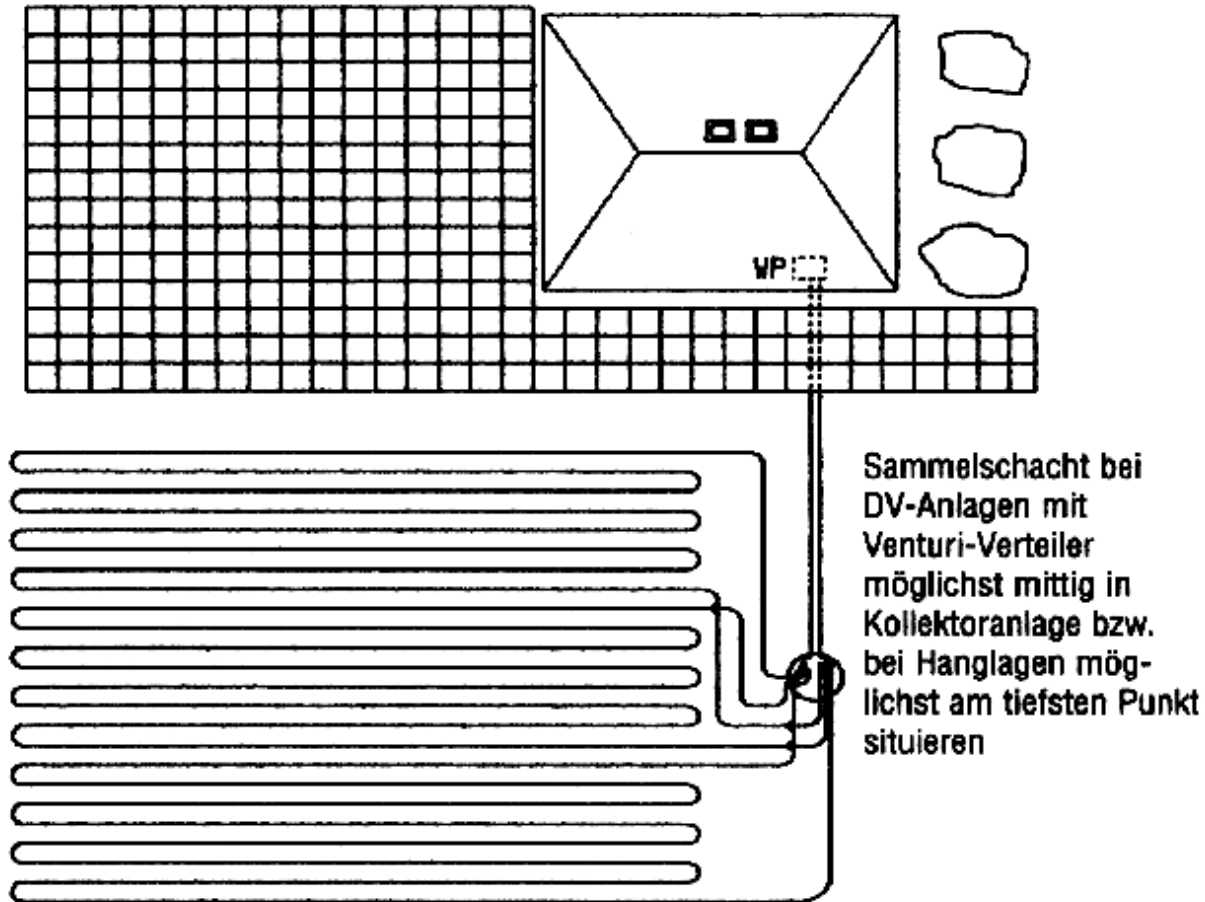


Quelle: Danfoss

Sicherheitsabstände



DX – Kollektorverlegung bei Hanglagen



DX – Absorberrohr

- Kupferrohr EN 12735-2, EN 13160-7
 - Kupfermaterial
 - Abmessungen \varnothing 10 - 14 mm, Länge 60 - 75 m
 - Kältequalität
 - Wirbelstromgeprüft
- LLD-PE – Mantel
 - Hält den max. Verdampfungsdruck stand, wenn in Anlehnung an die EN 13160-7 geprüft (TÜV)
 - Isolationsgeprüft



Qualitätssicherung des DX-Absorbermaterials

Druckprüfung



Quelle: KME

Durchgangsprüfung



Quelle: KME

Anforderungen an die Wärmepumpe

- Pump-Down
 - Vor Arbeiten im Kollektorbereich kann präventiv das Kältemittel in der Niederdruckseite abgesaugt werden
 - Dazu ist ein entsprechend groß dimensionierter Kältemittelsammler notwendig
- Leckagededektion
 - Falls der Druck in der Niederdruckseite unter den vorgesehenen Verdampfungsdruck fällt, wird automatisch das Kältemittel in den Sammler abgesaugt, bis sich der Umgebungsdruck im Verdampfer einstellt.
 - Schutz vor Eindringen von Luft, Schmutz und Feuchtigkeit

Verteiler einer DX-Wärmepumpenanlage



Quelle: Heliotherm



Quelle: Heliotherm

DX-Verteilerschacht



Quelle: Seifried



Quelle: <http://alt.fachinstallateur.at>

Anforderungen an den Untergrund

- Gewachsener Boden und nicht einseitig aufgeschüttet sein
- Flächen sollten unbebaut bleiben – keine Fundamentplatte
- Feuchtigkeitsgehalt – keine versiegelte Oberfläche
- Vermeidung von Wasserstau und Überflutungen - Drainagen
- Lage des Kollektors nicht im Grundwasserschwankungsbereich
- Dimensionierung lt. VDI 4640-2
- Verlegeabstand nicht kleiner als 40 cm
 - notwendige Verlegefläche
 - Anlagenort
 - Qualität des Untergrunds
 - Kälteleistung der Wärmepumpe

Nicht DX-Spezifisch!!!

DX-Absorberfeld (1)



Quelle: <http://alt.fachinstallateur.at>



Quelle: <http://alt.fachinstallateur.at>

DX-Absorberfeld (2)



Quelle: Seifried



Quelle: Seifried

DX-Absorberfeld – Künettenvariante (3)



DX-Absorberkollektor vorgefertigt



Quelle: Neura

Dokumentation des Absorbers

- Rohrleitungen sind einzumessen und zu dokumentieren
- Warnband über bzw. am Rand der Absorberfläche verlegen
- Verlegeplan mit eingezeichneten Sperrmaßen
- Foto-Dokumentation anlegen



Quelle: Ochsner

Zusammenfassung

- DX-Wärmepumpensysteme
 - haben eine lange Tradition
 - sind effizient
- An das Absorberrohr werden hohe Anforderungen gestellt
- Monteure müssen besonders geschult sein (Zertifiziert gem. F-Gas-VO)

AIT Austrian Institute of Technology

your ingenious partner

Ing. Heinrich Huber, MSc.
AIT Austrian Institute of Technology
Energy Department
heinrich.huber@ait.ac.at