



LowTEMP2.0

Ison mittakaavan aurinkoenergiajärjestelmät

Vaatimukset, mahdollisuudet ja integrointi kaukolämpöverkkoihin

Lisää etunimi, sukunimi, ammattinimike, organisaatio, tapahtuman nimi jne.



Interreg
Baltic Sea Region



EUROPEAN
REGIONAL
DEVELOPMENT
FUND

EUROPEAN UNION



LowTEMP –koulutuspaketti - YLEISKATSAUS

Johdanto

Johdanto – Ilmastonsuojelupolitiikka ja sen tavoitteet

Johdanto – Energianjakelujärjestelmät ja matalan lämpötilan kaukolämpö

Energianjakelujärjestelmät Itämeren alueella

Energiastrategiat ja pilottiprojektit

Energiastrategioiden kehittämisen metodologia

Pilottienergiastrategiat – tavoitteet ja edellytykset

Pilottienergiastrategiat – esimerkkejä

Pilottitestaustoimet

CO₂- päästölaskenta

Elinkaariarviointilaskenta

Taloudelliset näkökohdat

LTDH-hankkeiden elinkaarikustannukset

Taloudellinen tehokkuus ja rahoitusvajheet

Sopimus- ja hinnoittelumallit

Liiketoimintamallit ja uudet rahoitusrakenteet

Tekniset näkökohdat

Putkistojärjestelmät

Sähkön ja lämmön yhteistuotanto(CHP)

Ison mittakaavan aurinkoenergiajärjestelmät

Hukka- ja ylijäämälämpö

Ison mittakaavan lämpöpumput

Power-2-Heat and Power-2-X -tekniikat

Lämpö-, aurinkoenergia ja faasimuutosmateriaalivarastot

Lämpöpumppujärjestelmät

Matalan lämpötilan järjestelmät ja lattialämmitys

Talousveden tuotanto

Ilmanvaihtojärjestelmät

Hyvä käytäntö

Hyvä käytäntö I

Hyvä käytäntö II



Yleiskatsaus

- **Aurinkosäteily ja lämmön tuotanto**
- **Yleiskatsaus – Aurinkoenergiajärjestelmät & niiden toiminta**
 - Aurinkopaneelien yleinen toimintaperiaate
 - Tyhjiöputkikeräimien yleinen toimintaperiaate
 - Epäsuoran virtauksen tyhjiöputkikeräimien / lämpöputkien periaate
 - Suoran virtauksen tyhjiöputkikeräimet / CPC-keräimet
 - lämmönsiirtonesteen ominaisuudet
- **Asennus- ja suunnitteluvaatimukset**
 - Keräimien sijoitus / asennuskulma & tehokkuus
 - Keräimien asettelu / Keräimien johdotus
 - Tichelmann-periaate
 - Pysähdystilan hallinta



Yleiskatsaus

- **Tekninen & taloudellinen tehokkuus**
 - Keräimien & järjestelmän tuoton välinen ero
 - Vuosituotanto
 - Aurinkoenergian lisääntynyt tuottavuus varastoinnin avulla
 - Keskeisiä kysymyksiä sijoituskustannuksista ja taloudellisesta tehokkuudesta
- **Syöttöperiaatteet**
 - Nestekierron yhdistäminen aurinkokeräimien syöttöön
 - Aurinkoenergian/lämmön yhdistäminen muiden polttoaineiden kanssa
- **LIITTEET & yleiskatsaus pilottiprojekteista**

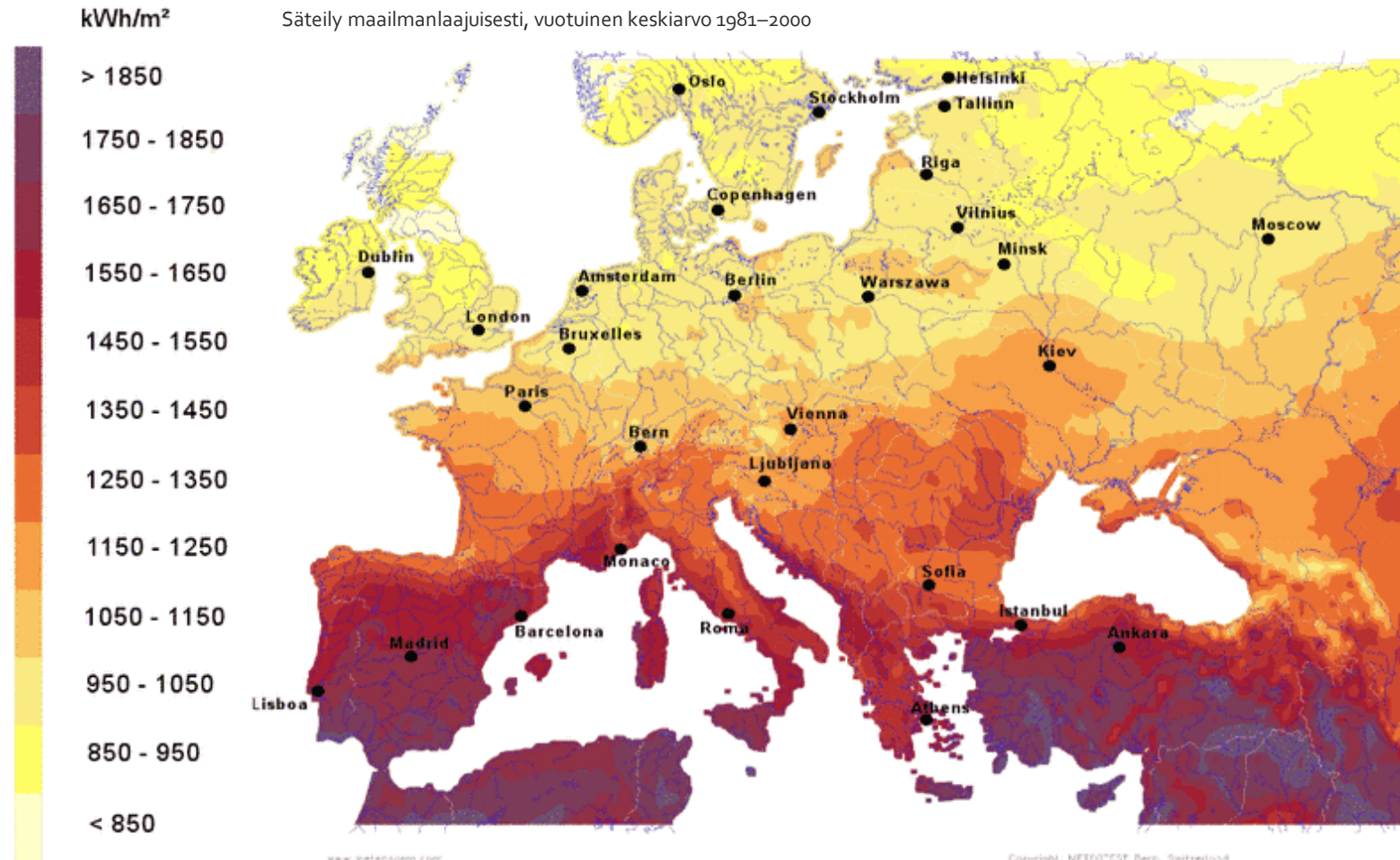


Auringonsäteily & lämmön tuotanto

- **Keskimääräinen auringon säteilyn Keski-Euroopassa keskipäivällä:** +/- 1000 wattia / m² (ihanteellisissa sääolosuhteissa)
- **Keskimääräinen vuosittainen auringon säteilyn määrä Keski-Euroopassa:** +/- 125 W/ m² (noin 1/8 ihanteellisista olosuhteista)
- **Keskimääräinen keräimeen kohdistuva auringon säteilyn määrä:**
 - 1/8 x 24h (3h päivässä)
 - or 1/8 x 8760 h/v = +/- 1100 toimintatuntia /vuosi
 - +/- **1100 kW/h per m²/vuosi**

Esimerkin lähde: Arbeitsgemeinschaft QM Fernwärme [1]

Auringonsäteily & lämmöntuotanto



- Vuosittainen tuotto riippuu monista tekijöistä
 - sää
 - keräintyyppi
 - paikan olosuhteet
 - laitoksen koko ja energiankäyttö
 - asennuskulma
 - jne...

Lähde: Meteonorm 2008 [2]

Yleiskatsaus – Aurinkoenergiajärjestelmät ja niiden toiminta

- **Minne aurinkokeräimet tulisi sijoittaa?**

- Maassa olevat aurinkokeräimet

(halvin ratkaisu; riippuen maan hinnasta, etäisyydestä olemassaolevaan putkistojärjestelmään tai kuluttajaan, lämmön yleiskäytöstä, varastoista & monista muista asioista)

- Katolla olevat aurinkokeräimet (kiinnostava vaihtoehto isoille ja tasaisille katoille)

- **Mitkä ovat tavallisimmat markkinoilla olevat keräintyyppit?**

- Aurinkopaneelit
- Tyhjiöputkikeräimet



Lähde: Ritter XL Solar [3]

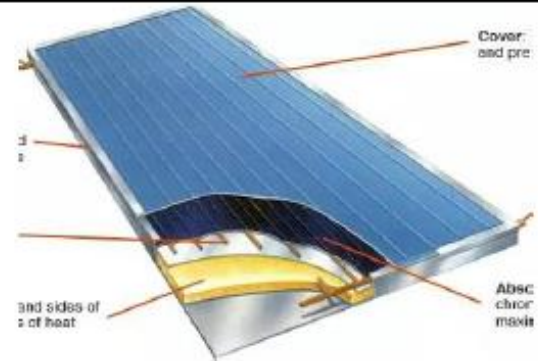





Lähde: Ritter XL Solar [3]



Lähde & copyright: LowTEMP. Stefan Simonides [4]

Yleiskatsaus – Aurinkoenergiajärjestelmät ja niiden toiminta

tyypit	Aurinkopaneelit	Tyhjiöputkikeräimet		
	Perinteiset/ Erittäin tehokkaat keräimet	Epäsuora virtaus	Suora virtaus	
	 <p>Lähde : sunpower</p>	<p>Lämpöputkiperiaate</p>  <p>Lähde : baunetz_wissen</p>	<p>Tyhjiöputki</p> 	<p>CPC-keräin</p> 

Lähde: sunpower & baunetz_wissen ; adjusted by AGFW-Project GmbH [5]

Aurinkopaneelien yleinen toimintaperiaate

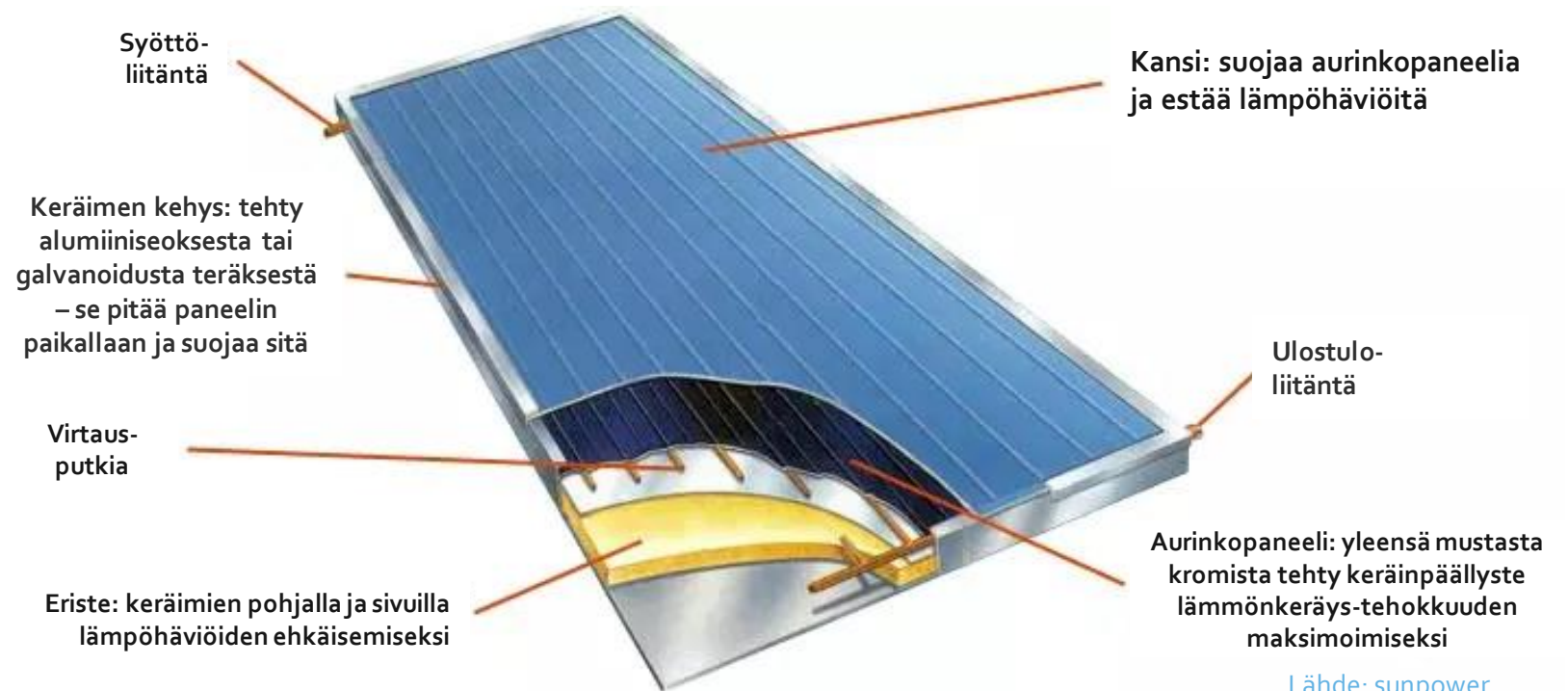
- Aurinkopaneeleissa käytetään litteää keräinlevyä, joka on eristetty mineraalivillalla, polyuretaanivaahdolla tai muulla materiaalilla
- Tällainen eriste ei ole yhtä tehokas kuin tyhjiö, jota tyhjiöputkikeräimissä käytetään eristeenä
- Korkean tehokkuuden aurinkopaneelit toimivat kupariabsorbaattoreilla



Lähde & copyright: Stefan Simonides

Aurinkopaneelien yleinen toimintaperiaate

- Vuosituotto on noin 500-550 kWh per keräin
- Käyttölämpötila voi olla 30–80 °C
- Voi kestää jopa 150-200 °C, jos järjestelmä on hyvin suunniteltu
- Voidaan asentaa sarjaan tai rinnakkain
- Kallistuskulma voi vaihdella
- Aurinkopaneeleissa käytetään yleensä väliainetta, jossa on vettä ja jäätymisenestoainetta



Tyhjiöputkikeräimien yleinen toimintaperiaate



Lähde: Ritter XL Solar



Lähde: Solites [6]



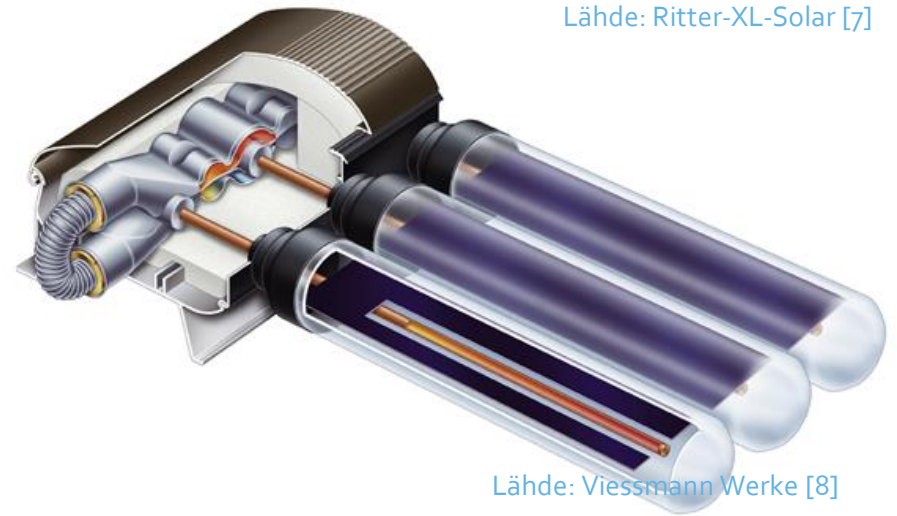
Lähde: Ritter XL Solar

Tyhjiöputkikeräimien yleinen toimintaperiaate

- Tyhjiöputkikeräimet suunnitellaan yleensä rinnakkaisten kaksikerroksisten lasiputkien sarjaan
- Ulkoputkessa olevan tyhjiön avulla saadaan aikaan hyvin tehokas lämmön eristys
- Lämpöputket siirtävät lämmön väliaineeseen (epäsuora virtaus) tai suoran virtauksen linjat kuljettavat väliainetta lasisessa sisäputkessa U:n muotoisesti
- Voivat saavuttaa korkeamman lämpötilan (yli 200 °C ja jopa 350°C asti)
- Suurempi lämmön ottoteho aurinkopaneeliin verrattuna yli 80°C menevissä lämpötiloissa
- Myös tehokkuustaso on korkeampi kuin aurinkopaneeleissa
- Suuremmat investointikustannukset kuin aurinkopaneeleissa

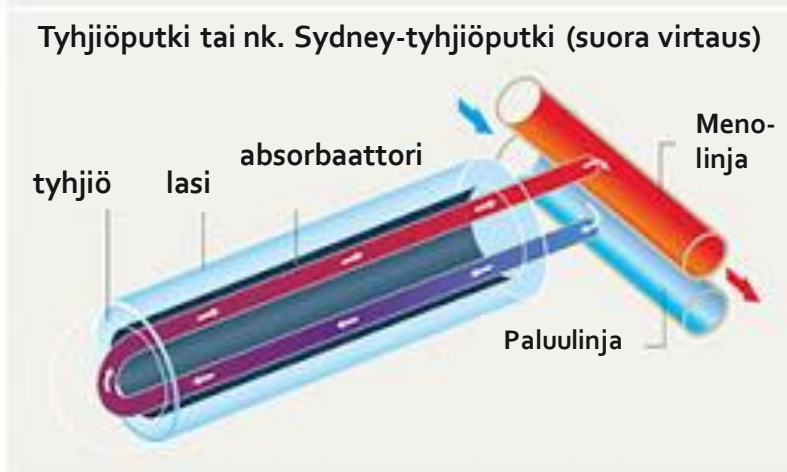
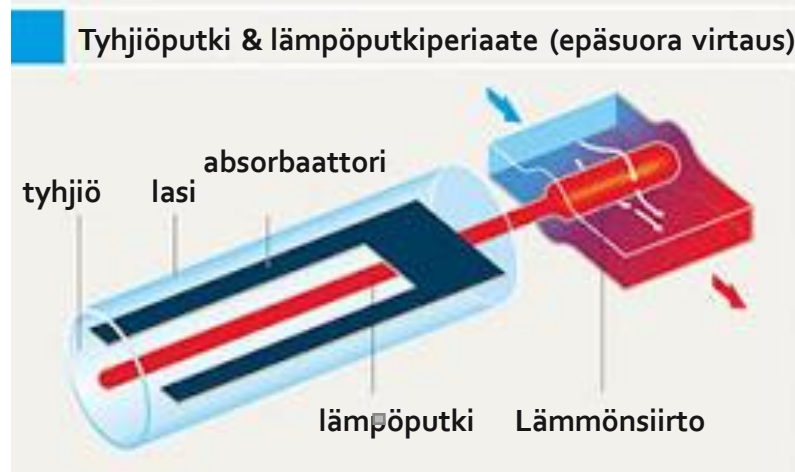
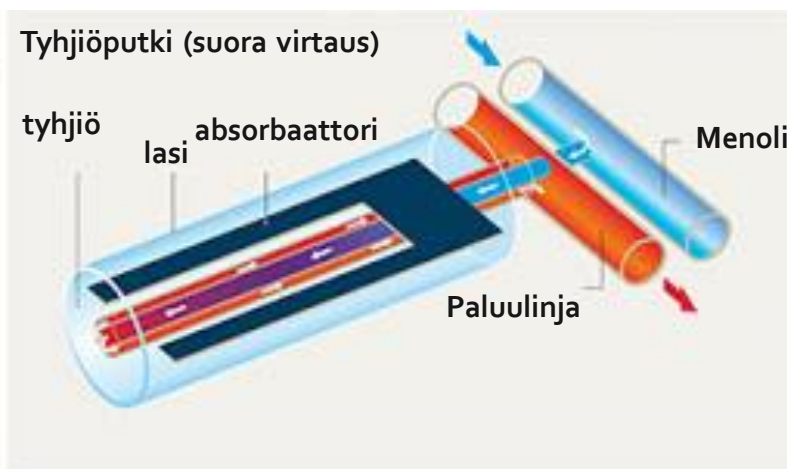
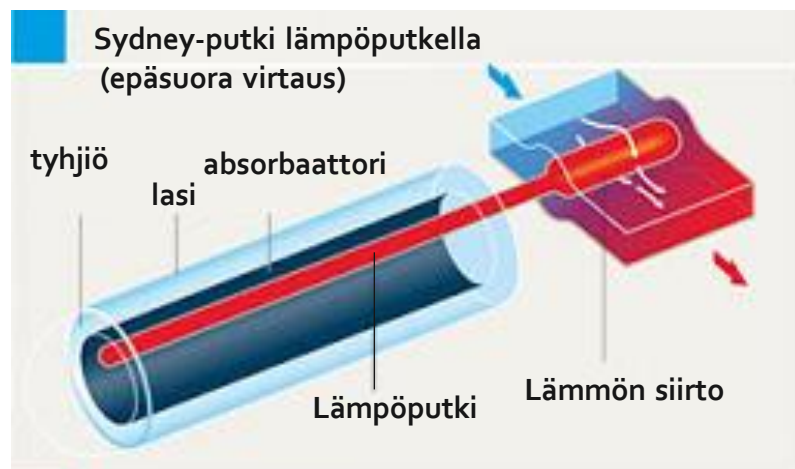


Lähde: Ritter-XL-Solar [7]



Lähde: Viessmann Werke [8]

Tyhjiöputkikeräimien yleinen toimintaperiaate



Lähde: Solarwärme (2014); translated & adjusted [9]

Epäsuoran virtauksen tyhjiöputkikeräimien ja lämpöputkien toimintaperiaate

Lämmönsiirtoputki asennetaan paneelin pohjalle

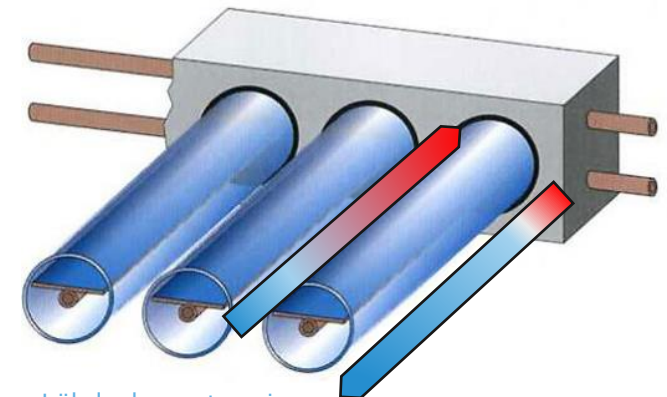
- Putki täytetään lämmönsiirtonesteellä (pääasiassa alipaineistetulla vedellä tai alkoholilla)
- Lämmönsiirto tapahtuu putken yläpäässä

(lämmönsiirtonesteen lauhtuminen → vapautunut lämpö siirtyy keräinputkiin)

→ lauhtunut lämmönsiirtoneste palaa lasiputken pohjalle ja lämpenee uudelleen)

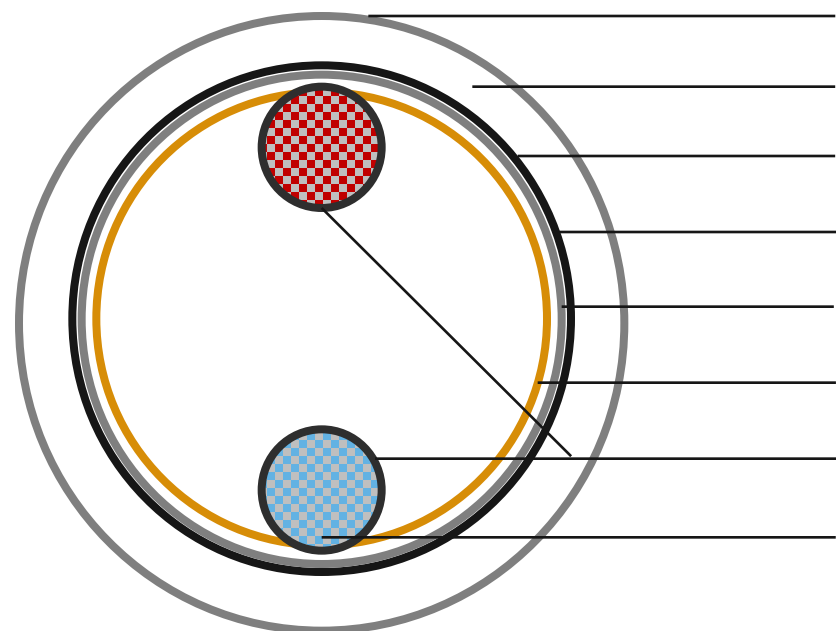
→ Toimii myös pilvisinä päivinä, jolloin auringonsäteilyä on vähän, koska tiivistynyt neste haihtuu jo n. 25 °C matalissa lämpötiloissa (keräimien lämpötila)

→ Pienemmät painehäviöt, koska lämpö siirretään suoraan menolinjassa



Lähde: baunetz_wissen

Tyhjiöputkikeräimet



- ulompi lasiputki
- tyhjiö
- päällyste (esim. mustaa kromia tai nikkeliä)
- sisempi lasiputki
- sisempi lasiputki
- kupariputkia
- lämmönsiirtonestettä

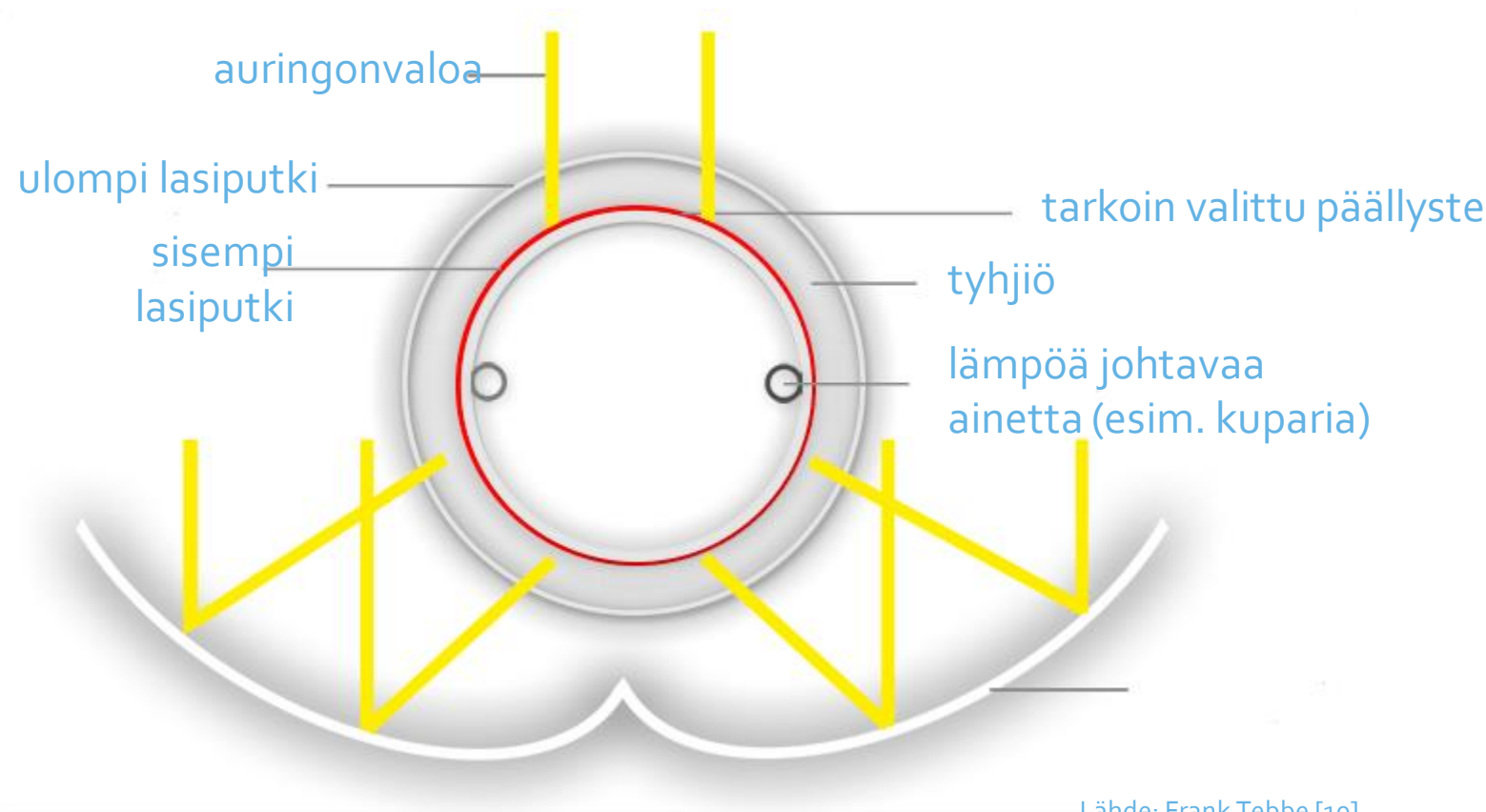


Lähde: Ritter-XL-Solar

Yhdistelmäkeräimet (CPC-keräimet)

- Kyky **heijastaa** absorbaattoreille **kaikki** tuleva säteily **laajalta alueelta**
- Auringon suunnan muuttumisen vaikutusta voidaan **vähentää** käyttämällä kourua, jossa on kaksi paraboliosaa vastakkain
- Käyttämällä **useita sisäisiä heijastimia** kaikki säteily, joka osuu aukkoon keräimen hyväksymiskulman rajoissa, päättyy absorbaattorin pintaan

→ Suuret investointikustannukset



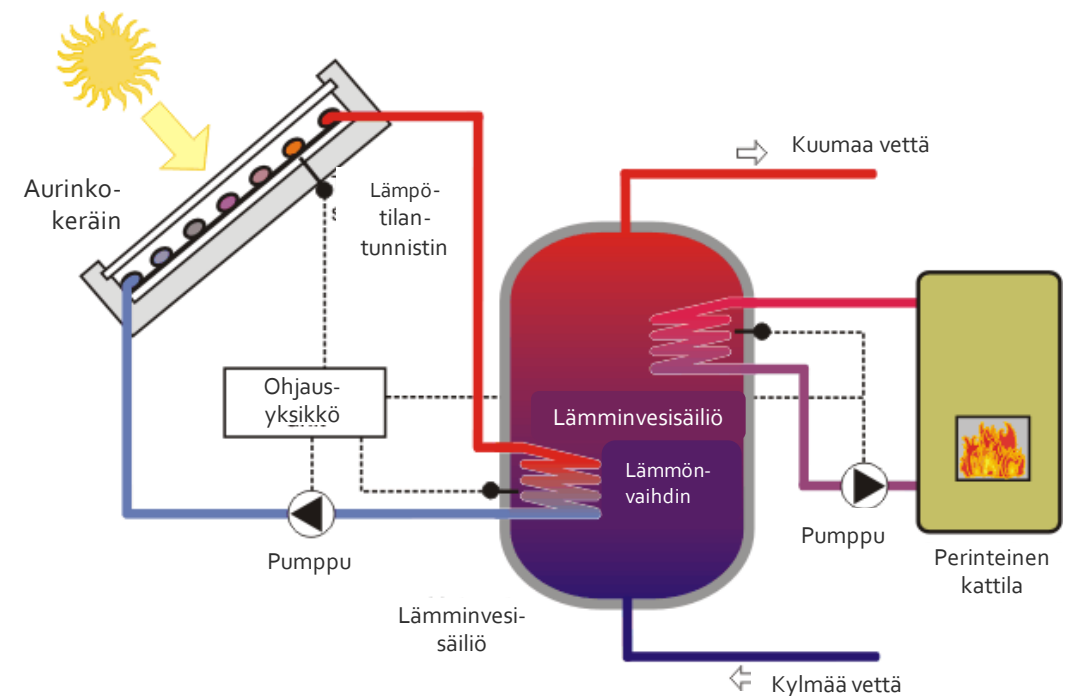
Lähde: Frank Tebbe [10]

Lämmönsiirtonesteiden ominaisuudet

- Aurinkoenergiajärjestelmän lämmönsiirtoneste \neq kaukolämpövesi
- Lämpö siirretään lämmitysasemalla/ varastosäiliössä lämmönsiirtimien avulla
- Lämpö siirretään epäsuoran virtauksen tyhjiöputkikeräimien päässä

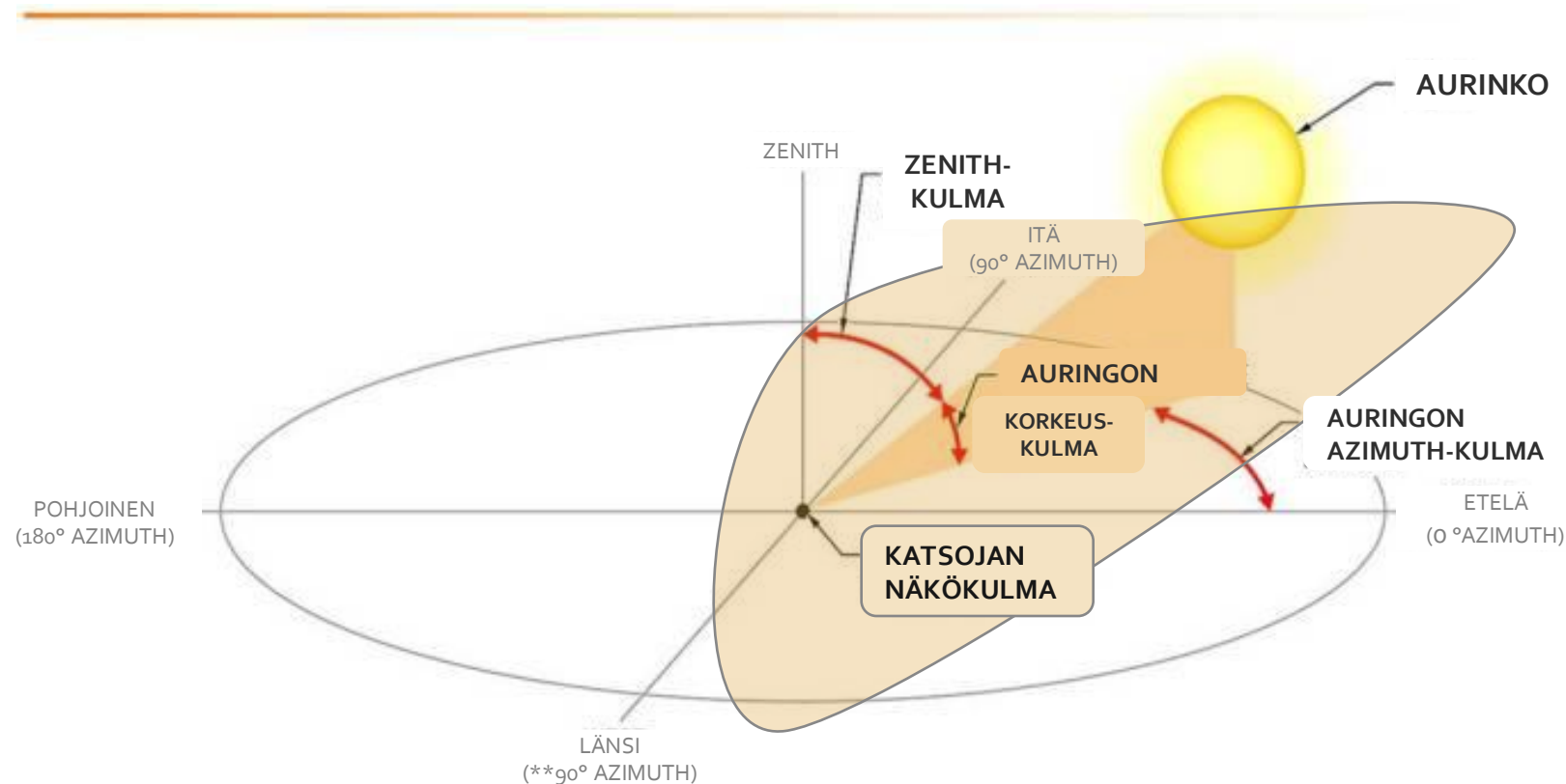
Tärkeitä lämmönsiirtonesteiden ominaisuuksia:

- Korkea lämpötilavakaus
- Matala viskositeetti (lämpökapasiteetin ansiosta)
- Korkea lämpökapasiteetti
- Yhteensopivuus ympäristön kanssa
- Korroosiosuoja (ionipuhdistettu vesi jne.)
- Jäätymisenesto (yleensä sekoitus vettä ja alkoholia; esim. Propylene Glycolia)



Asennus- ja suunnitteluvaatimukset

Keräimen suuntaus / kallistuskulma (asennuskulma) & tehokkuus



Source: www.solargyaan.com [12]

Asennus- ja suunnitteluvaatimukset

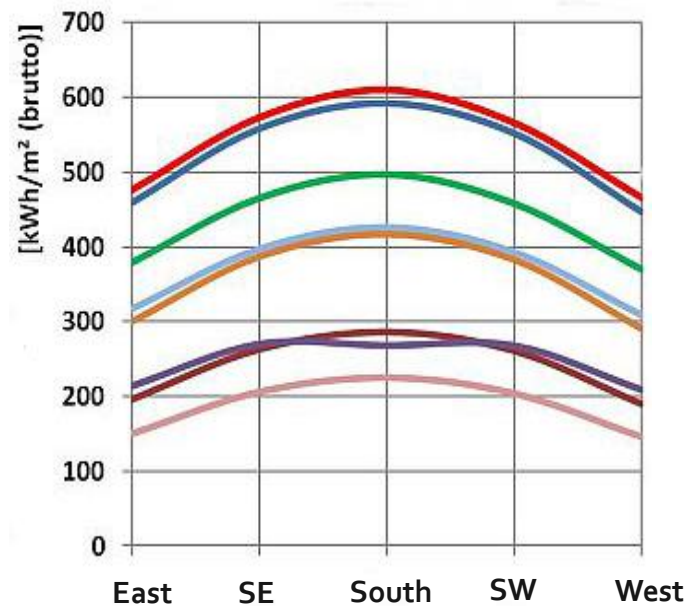
Keräimien suuntaus/ kallistuskulma ja tehokkuus

- Absorbaattori kerää tehokkaimmin energiaa, kun keräimen akseli on täysin pystysuorassa auringonsäteisiin nähden
 - vaihtelee tunneittain ja vuodenajoittain
 - siksi keräimet pitää asentaa oikeaan kulmaan ja kaltevuuteen leveysasteeseen nähden
- Euroopassa 25° - 45° on yleensä ihanteellisin "auringon korkeuskulma" asentaa keräimet, mutta katoilla näkee myös jopa 60° kulmaan asetettuja keräimiä
- Mitä suurempi kaltevuus, sitä suurempi keräimen tuotto on talviaikana / päivinä, jolloin auringon säteilyä on vähän
 - Korkeat kallistukset minimoivat huiput ja pysähdystilat kesällä, mutta samalla myös lämpötilan

→ Keräimien suuntaus riippuu yleensä aina laitospohtaisesta toiminnasta / suunnitellusta lämmönkäytöstä (tilojen lämmitys / talousveden valmistus / molemmat / kausivarastojen kanssa tai ilman) / lämmöntarpeesta jne.

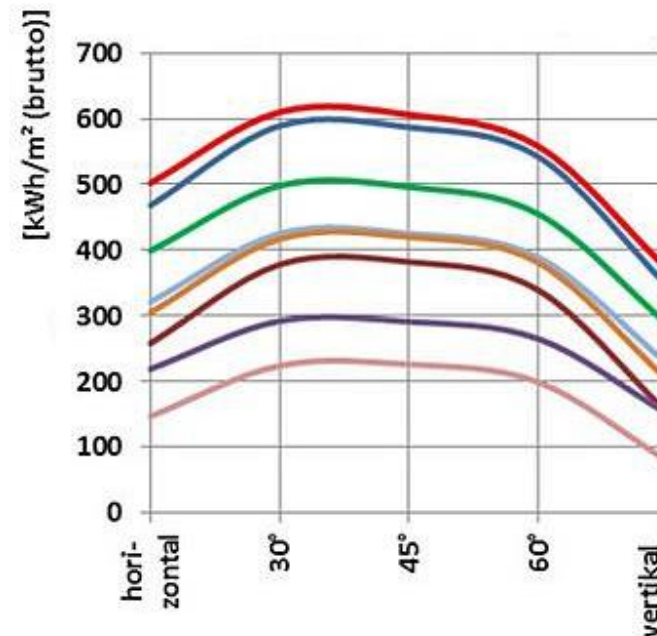
Asennus- ja suunnitteluvaatimukset

Keräimien suuntaus /asennuskulma & tehokkuus



Laskennallinen ESIMERKKI erilaisille aurinkokeräimille.

- Sijainti: Würzburg, Saksa
- Asennuskulma: 75° suuntaus: vaihteleva
- Keräimen keskilämpötila: 75 C°



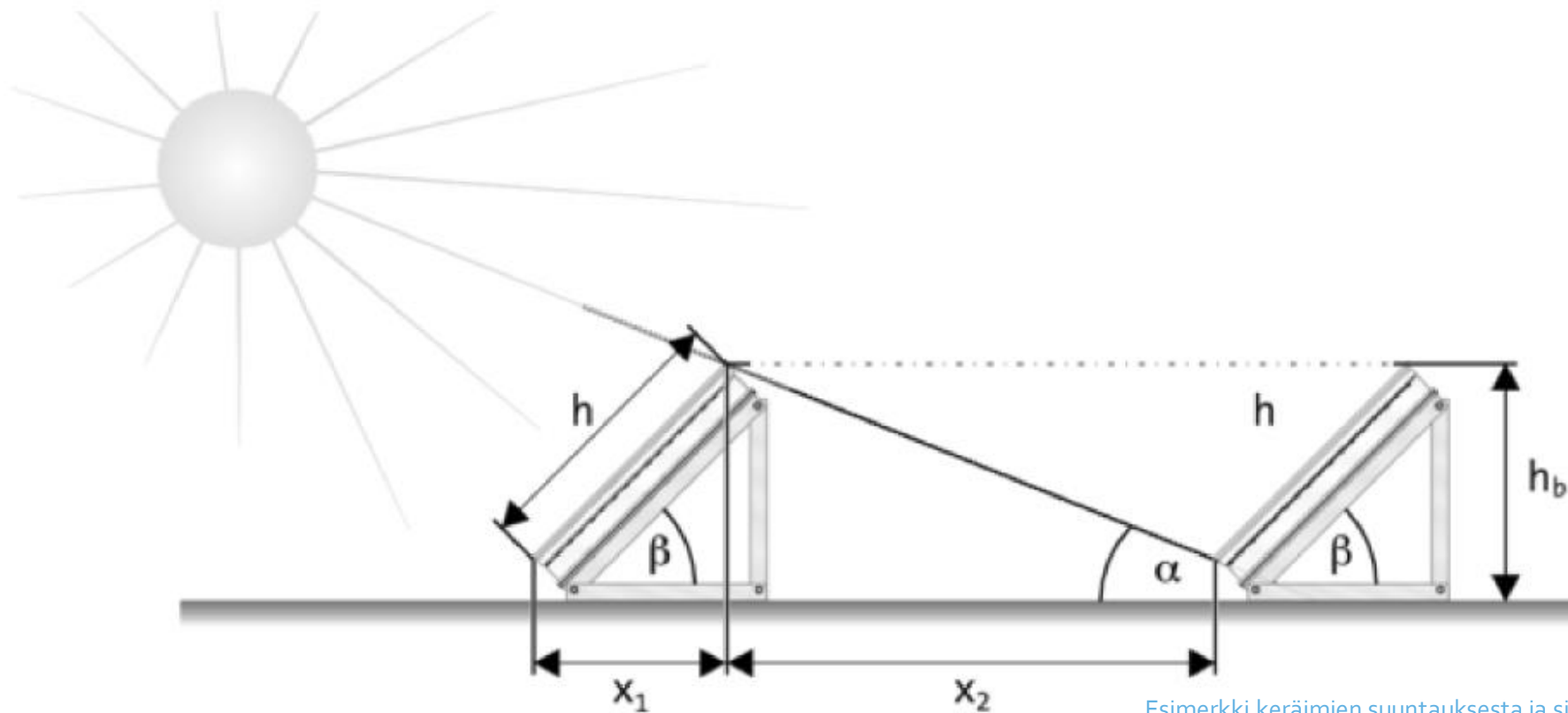
Laskennallinen ESIMERKKI erilaisille aurinkokeräimille.

- Sijainti: Würzburg, Saksa
- Suuntaus: etelä; kallistuskulma: vaihteleva
- Keräimen keskilämpötila: 75 C°

Esimerkin lähde: Paradigma (käännetty ja muokattu)

Asennus- ja suunnitteluvaatimukset

Keräimien suuntaus



Esimerkki keräimien suuntauksesta ja sijoittelusta keräinpellolla. Lähde: Dimplex (2010)

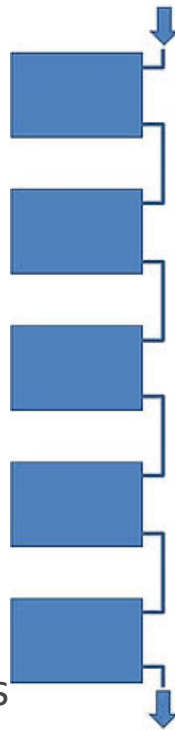
Asennus- ja suunnitteluvaatimukset

Keräimien asettelu ja kytkentä

- ison mittakaavan aurinkoenergalaitokset voidaan suunnitella sarja- tai rinnakkaiskytkentöinä

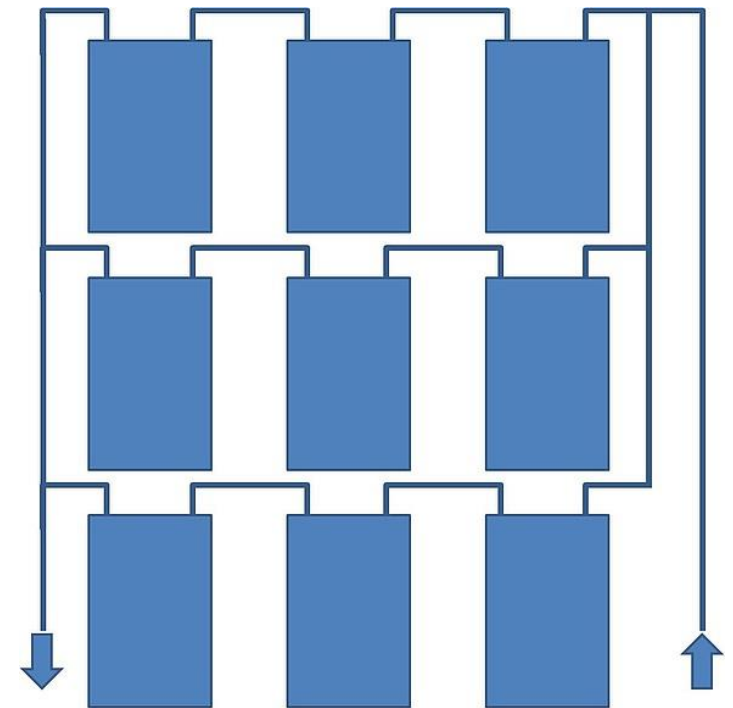
Sarjakytkentä

- isot painehäviöt
- vaatii suuremman pumpun
- tasainen virtausnopeus
- korkeus
- vähemmän putkien asennusta / pienemmät investointikustannukset



Rinnakkaiskytkentä

- pienet painehäviöt
- vaatii pienemmän pumpun
- **kytkettävä Tichelmann-periaatteen** mukaisesti tasaisen virtausnopeuden saavuttamiseksi
- pienempi virtausnopeus
- ΔT riippuu sarjakytkennässä olevista keräimistä
- suurille aurinkoenergalaitoksille



Sarja- ja rinnakkaiskytkentä. Oma kuvitus AGFW-Project GmbH

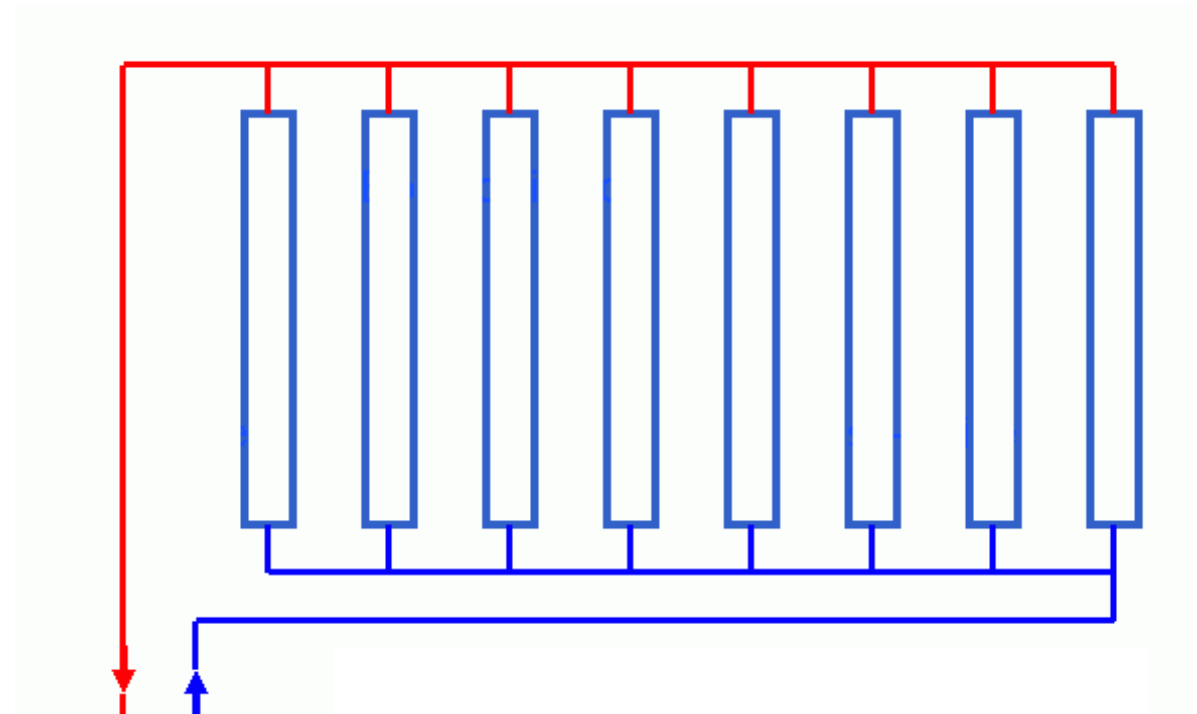
Asennus- ja suunnitteluvaatimukset

„Tichelmann-periaate“:

- Yhtä pitkä menolinja ja paluulinja
- lämmönsiirtoneste kulkee aina saman matkan
- Tasaiset painehäviöt järjestelmässä
- Tasainen massavirta

→ tarvitaan korkeampi putkisto

→ Säätoimia tarvitaan vähemmän esim. säätöventtiilien ansiosta



Tichelmann-periaate. AGFW-Project GmbH:n oma kuvitus

Pysähdystilan hallinta

Suunnittelulämpötila

Suunnittelulämpötila on enimmäislämpötila, jonka aurinkolämpökeräin tai keräinsilmukan osa voi kestää vahingoittumatta. Koko aurinkosilmukan suunnittelulämpötila määräytyy alimman suunnittelulämpötilan omaavan keräinsilmukkomponentin mukaan

Käyttölämpötila

Käyttölämpötila määrittää aurinkokeräimen tai keräinsilmukan maksimilämpötilaksi, jossa "normaalia" toimintaa on jatkettava.

→ määräytyy maksimivarastointilämpötilan mukaan

→ määräytyy aurinkokeräimiin liitetyn kaukolämpöjärjestelmän lämmöntarpeen mukaan

Pysähdystila

Pysähdystila kuvaa aurinkolämpöjärjestelmän tilaa, jossa keräinsilmukan virtaus keskeytyy (mistä tahansa syystä), vaikka auringonsäteilyä on riittävästi keräinsilmukan toimintaan.

→ aurinkokeräimen neste lämmitetään lämpötilaan, jossa absorboitu energia ja häviöt ovat samansuuruiset

(Lähde: Frank, E., Mauthner, F., & Fischer, S. (2015). [12])

Pysähdystilan hallinta

„Pysähdystilan hallinta...

...jos pysähdystila on hyväksytty toimintatila!“

„Ylikuumentumisen ehkäisy...

... jos pysähdystila ei ole hyväksytty toimintatila!“

Keymark-sertifikaatit: <http://www.estif.org/solarkeymarknew/>



Page 1/2

Summary of EN 12975 Test Results, annex to Solar KEYMARK Certificate	Licence Number	
	Issued	2015-11-30

Stagnation temperature - Weather conditions see note 2	Tstg	301	°C
Effective thermal capacity	ceff = C/Ag	9.18	kJ/(m ² K)
Max. intende operation temperature - see note 3	Tmax,op	160	°C
Max. operation pressure - see note 3	pmax,op	1000	kPa

(Esimerkki keymark-sertifikaatista. Lähde: www.estif.org)

Rakenteellisten varotoimenpiteiden ja laitoksen mitoitukseen liittyvän turvallisuussuunnitelman tulee olla tärkeimmät näkökohdat suunnitteluvaiheessa!

(Lainattu tekstistä Frank, E., Mauthner, F., & Fischer, S. (2015). Overheating prevention and stagnation handling in solar process heat applications. *International Energy Agency-Solar Heating and Cooling Task*, 49.)

Pysähdystilan hallinta

Pysähdystilan vaikutukset:

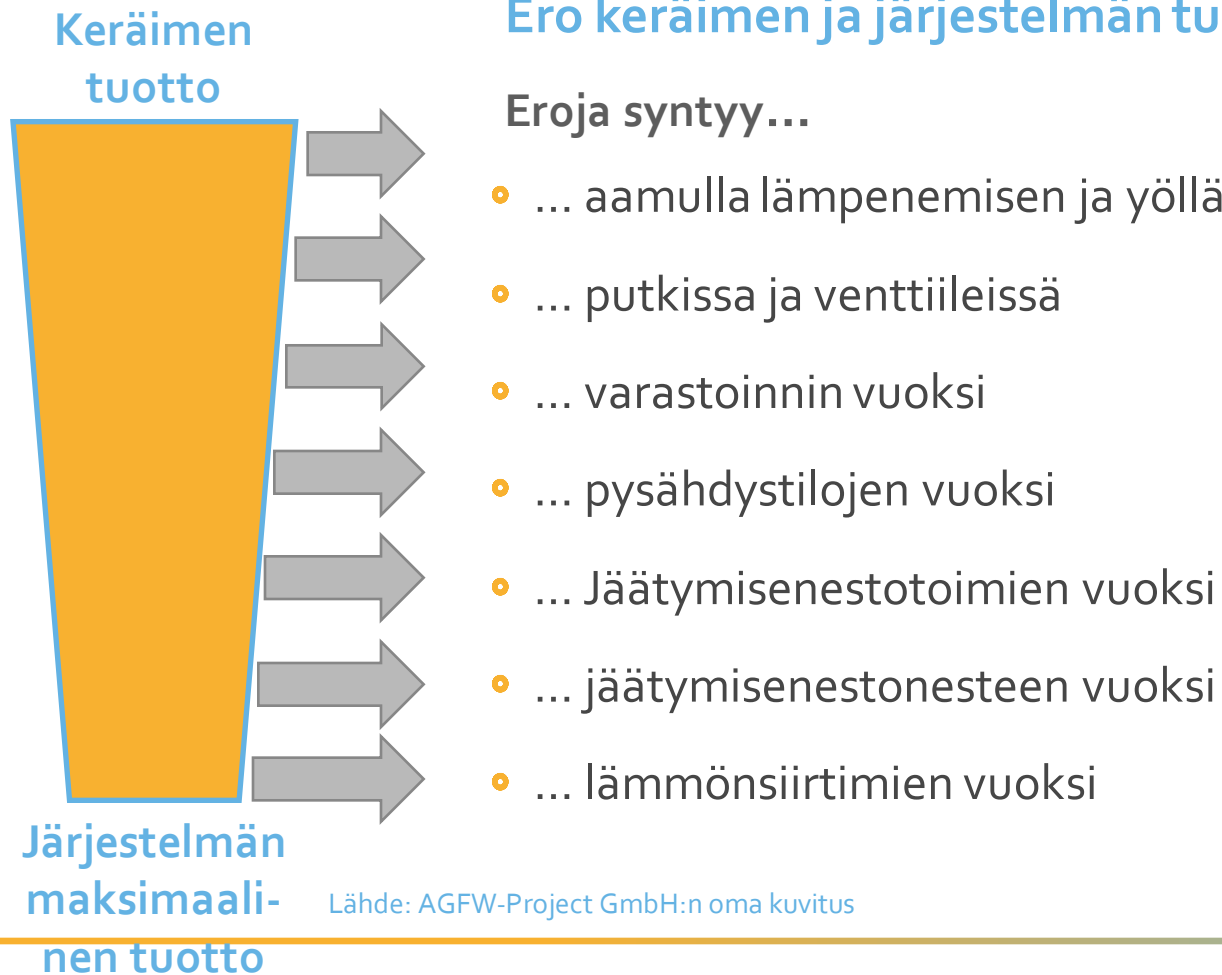
- Paineen lisääntyminen ja höyryn muodostuminen keräimessä
- Höyryn muodostuminen aurinkopiirissä
- Kova rasitus järjestelmän komponenteille (esim. pumpun tiivisteissä)
- Glykolin mahdollinen hajoaminen lämmönsiirtonesteessä

Pysähdystilan hallinta:

- Aurinkokeräinjärjestelmän nesteen tyhjennys (erityisen välttämätöntä glykoli-väliaineelle ennen pysähdystilaa)
- Poista pumput ja ylipaineenhallinta käytöstä
- Aktiivinen jäähdytys esim. pohjavedellä ja toisella lämmönvaihtimella (tarvitaan lisäkaivo ja imukaivo)

→ Pysähdystilan hyväksymistä toimintatilaksi on harkittava ja suunniteltava suunnittelu- ja toteutusvaiheessa

Tekninen ja taloudellinen tehokkuus



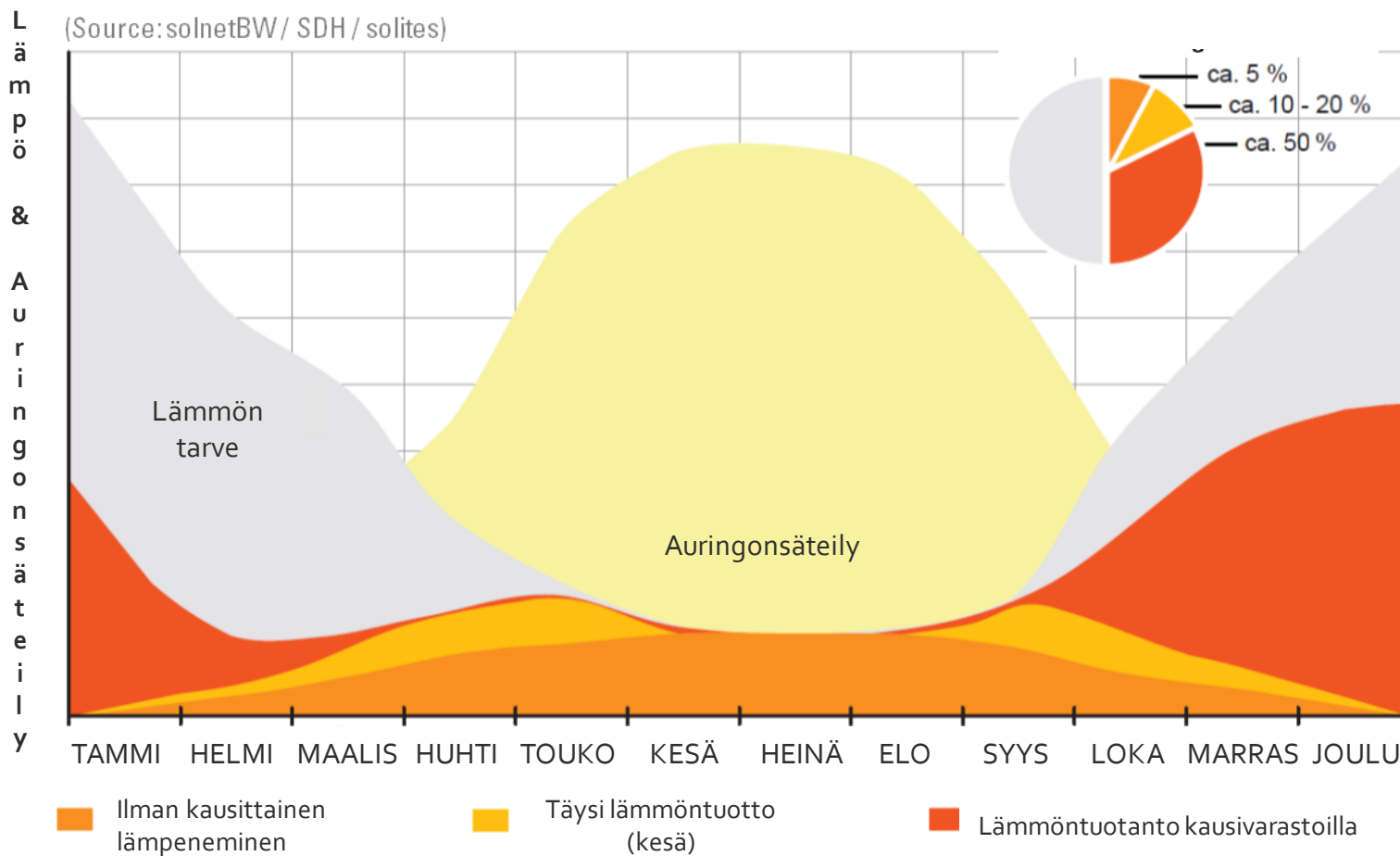
Ero keräimen tuoton ja järjestelmän maksimaalisen tuoton välillä voidaan arvioida karkeasti vähentämällä 10 % vuosittaisesta säteilystä

Vuosituotanto

Lämmön tuotanto riippuu:

- Aurinkoenergian integroinnista kaukolämpöjärjestelmään (syöttöpiste: menolinja / paluulinja)
- Lämmön suunnitellusta käytöstä ja käyttölämpötilasta
(Talousveden tuotanto, tilojen lämmitys , lattialämmitys jne.)
- Rakennuksen rakenteesta (asuinalue, senhetkinen rakennuksen rakenne)
- Aurinkoenergiajärjestelmän rakenteesta (puskurivarasto, kausivarasto vai suora integraatio)
- Suora vai epäsuora syöttö
 - **Ei ennalta määritettyjä vertailuarvoja!** (kattavuus on arvioitava erikseen jokaiselle projektille)
 - Aurinkoenergiailaitos voi kattaa noin 30-60 % talousveden vuosituotannosta (täysi kate kesällä)
 - Kausivarasto voi lisätä aurinkoenergian vuosituotantoa lämmittämällä varastoitua vettä esim. lämpöpumpulla siirtymäkausina

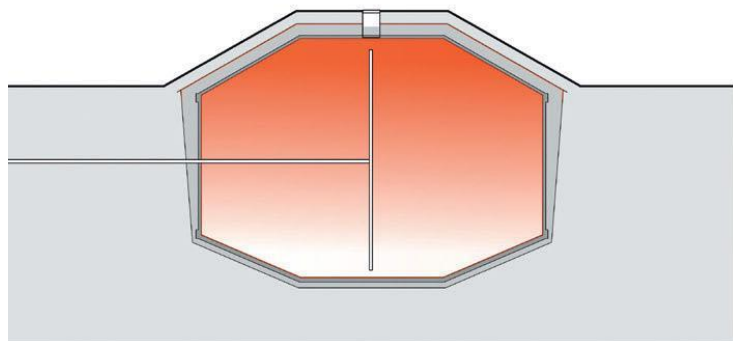
Aurinkoenergiatuotannon kasvattaminen varastoinnin avulla



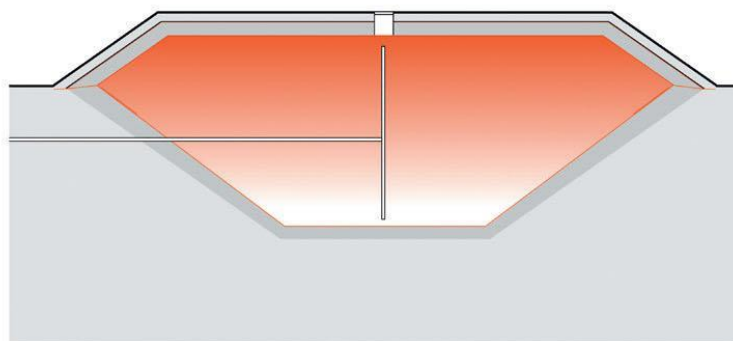
Friedrichshafenissa, Saksassa sijaitseva kausivarasto, jonka kapasiteetti on n.12.000 m³ (Lähde: bine.info)

Aurinkoenergiatuotannon kasvattaminen varastojen avulla

Lämpövarasto (säiliö)
(60–80 kWh/m³)



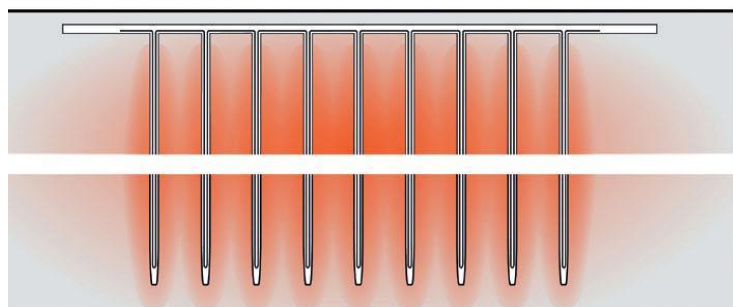
Allaslämpövarasto
(30–80 kWh/m³)



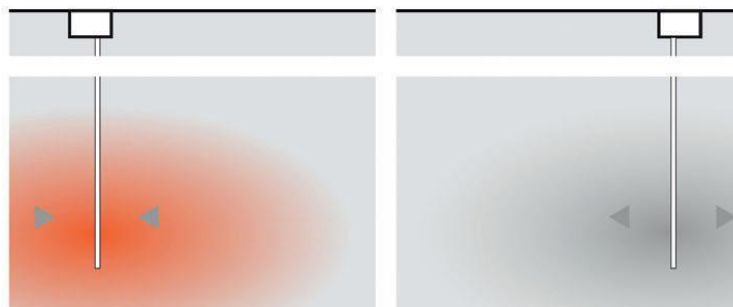
Varastointivaihtoehdot:

- Puskurivarastot (päivävarastot)
- Kausivarastot (vasemmalla)

Porareikälämpövarasto (maalämpöpöanturit)
(15–30 kWh/m³)



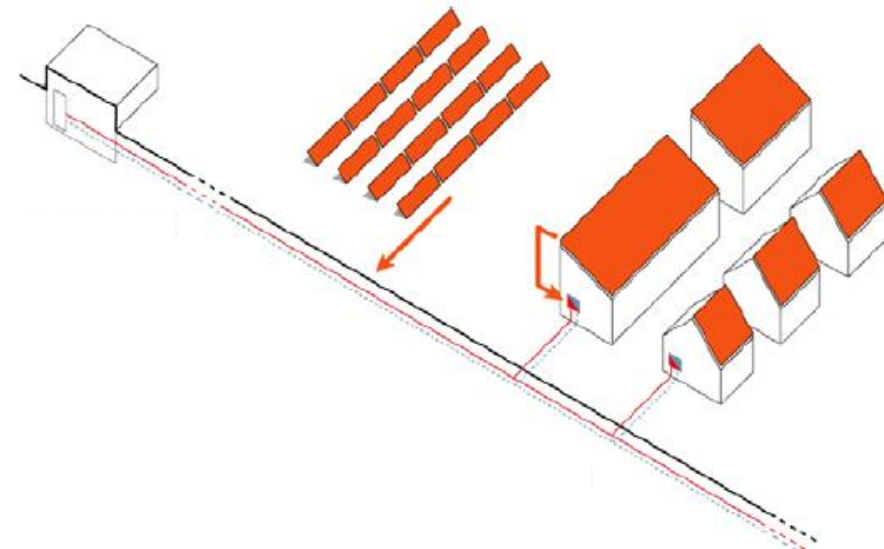
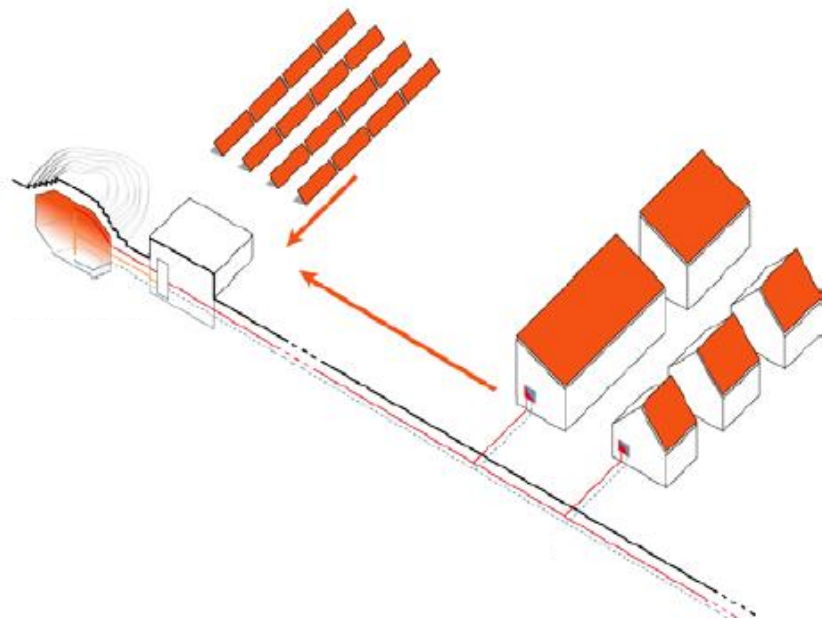
Pohjavesilämpövarasto
(30–40 kWh/m³)



Lähde: ikz.de (translated)

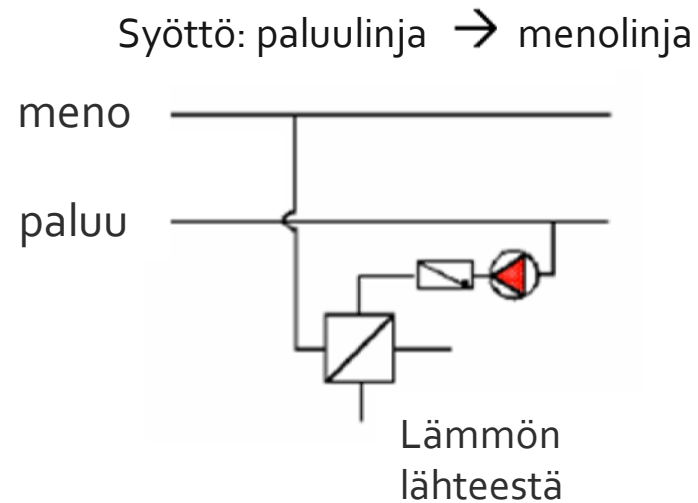
Syöttöperiaatteet – hajautettu / keskitetty

- „Hajautettu“: aurinkoenergalaitos ei sijaitse minkään muun suuren lämmöntuottajan lähellä
- Keskitetty: syöttöpiste voi olla siirtoasema (aurinkoenergalaitos sijaitsee toisen lämmöntuottajan esim. lämpölaitoksen tai CHP-laitoksen vieressä)



Source: Solites (translated)

Syöttöperiaatteet– hajautettu järjestelmä

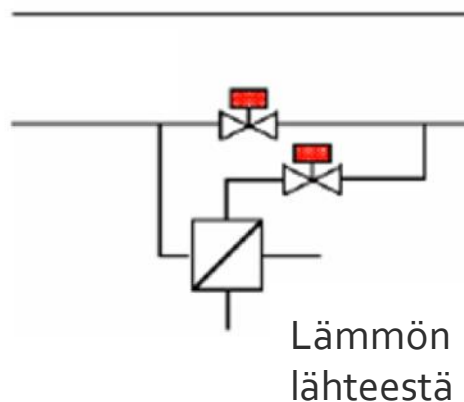


- Lämmitysverkon meno- ja paluulinjat määrittävät lämmön tuottajan/lähteen/generaattorin keskilämpötilan
- Aurinkovoimalaa on käytettävä sopivalla tilavuusvirralla, joka on säädetty vaadittuun menolämpötilaan
- Syöttöpumpun on selvittävä paine-eroista paluuvirtauksen ja menovirtauksen välillä (voi olla useita baareja)
 - + paluulämpötila ei muutu
 - tarvitaan iso pumppukapasiteetti

(Kuvan & lainauksen lähde: Solar District Heating (SDH) (2012) [13].

Syöttöperiaatteet – hajautettu järjestelmä

Syöttö: paluulinja → menolinja

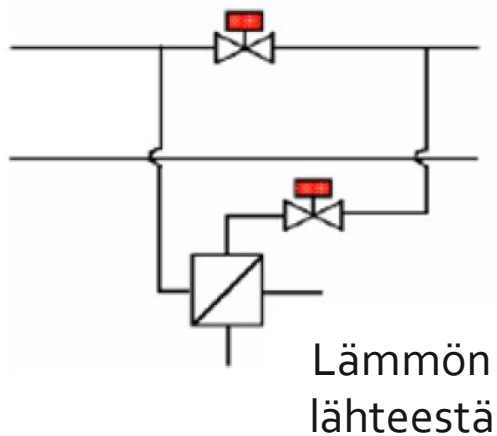


- Aurinkovoimalan käyttölämpötilat ovat alhaisimmat muihin syöttötapoihin verrattuna
- Odotettavissa suuret aurinkoenergiantuotot
- Pumppausenergiaa ei tarvita
- Jatkuva massavirta keräimissä
- Verkko-operaattoreiden on asennettava virtausvastus aurinkovoimalaitoksen syötön ohjaamiseksi
- Korkea paluulämpötila ei ole suotuisa

(Kuva & lainaus: Solar District Heating (SDH) (2012). [13])

Syöttöperiaatteet– hajautettu järjestelmä

Syöttö: menolinja → menolinja

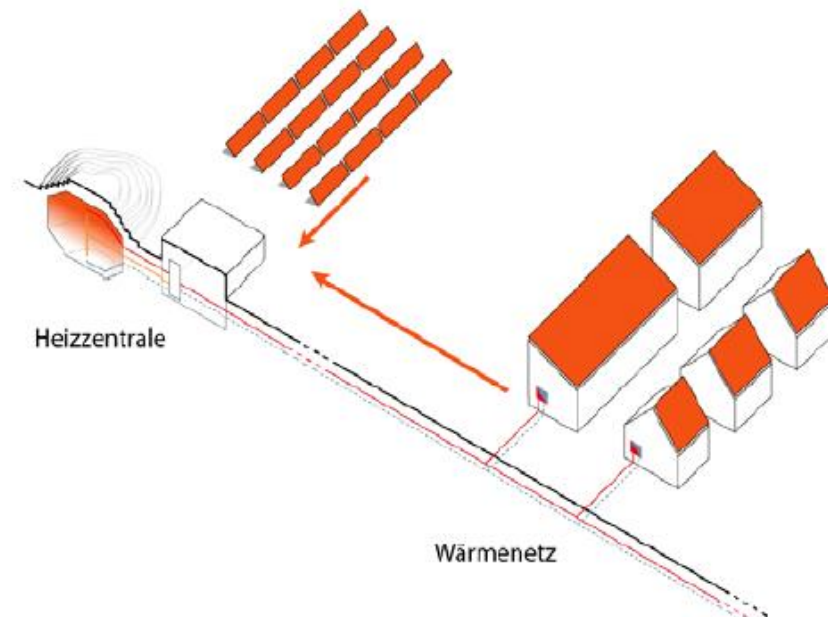


- Keräimen toimintalämpötilan on oltava korkea
- Pieni aurinkoenergiatehokkuus ja tuotto korkean toimintalämpötilan vuoksi

(Kuvan & lainauksen lähde: Solar District Heating (SDH) (2012). [13])

Syöttöperiaatteet – keskitetty järjestelmä

- Lämmönsiirto tapahtuu lämmönvaihtimilla keskuslämmitysasemilla
- Selkeä ero aurinkokierron ja kaukolämpöjärjestelmien välillä
- Mahdollisuus yhdistää aurinkolämpölaitos muihin lämmöntuotantotekniikoihin



Lähde: Solites (translated)

Aurinkoenergialla tuotettu kaukolämpö yhdistettynä muihin lämmöntuotantotekniikoihin



LowTEMP2.0

- Teknisesti aurinkoenergiajärjestelmän voi yhdistää mihin tahansa muuhun energianlähteeseen
→ Yhdistämisen taloudellinen ja ympäristöllinen toteutettavuus riippuu monista tekijöistä ja tulee arvioida erikseen kussakin tapauksessa!

Muutamia esimerkkejä:

- **Paluuvirtauksen lisäys**
 - Primäärienergian säästäminen: paluuvirtauksen lämpötilan nosto / kodin käyttöveden tuotannon kattaminen kesällä)
 - Verkko-operaattorit eivät aina halua paluuvirtauksen lämpötilan olevan korkea
- **Yhdistettynä yhteistuotantolaitokseen**
 - Aurinkoenergalaitokset voisivat vähentää sähköntuotannon tarvetta



Keskeisiä investointi- ja toimintakustannuskeskeisiä tekijöitä

- Maan hinta
- Keräimet
- Keräinpellon asennus, mukaan lukien pellon putkisto
- Jäätymisenestoaine
- Siirtoputkisto (keräinpelloilta lämmönsiirryksikköön)
- Lämmönsiirtoyksikkö (ml. pumput, paisuntaventtiilit, säätimet jne.)
- Yhteys olemassaoleviin kaukolämpöjärjestelmiin
- Varasto
- Ohjausjärjestelmä
- Suunnittelu ja optimointi
- Sekalaiset asiat (esim. rakentaminen, maan muokkaus, aidoitus, laitoshuolto jne..)

(Lainattu tekstistä: Solar District Heating (SDH) (2012). Solar district heating guidelines – Collection of fact sheets WP3-D3.1 & D.3.2. Page 8 Fact sheet 2.3)



Keskeisiä investointikustannuksiin ja taloudelliseen tehokkuuteen liittyviä seikkoja

- Lämmön kysyntä ja laitoksen koko
- Varaston koko / kausivaraston tarve (jos tarvitaan, mitä muuta lämmönlähdettä, (esim. lämpöpumppu), tarvitaan?)
- Tarvittavan maa-alueen koko & hinta täytyy arvioida oikeudelliselta ja rakennuslainsäädännölliseltä kannalta
- Mitä aurinkoenergiajärjestelmää tarvitaan? / Mikä lämpötilataso on tarpeen?
- Mitkä ovat lämmöntuotannon nykyiset rakenteet? Minkälainen aurinkoenergiansyöttömalli on tulevaisuudessa?
 - putkistokustannukset
- Kuinka pitkä arvioidun aurinkoenergiantuotantokauden pitäisi vuosittain olla?
 - Menoputken / paluuputken syöttöön vai molempiin?
- Mitkä ovat muilla integroiduilla/ olemassa olevilla lämmönlähteillä (esim. (bio)kaasu/ biomassa) saavutetut energiansäästöt?
- Minkä verran rahoitusta on saatavilla?
- Mitkä ovat rahoituskustannukset (ehdot, korko)?
- Energiakustannusten kehitys seuraavina vuosina?

AGFW-Project GmbH

Project company for rationalisation,
information & standardisation

Georg Bosak

Department of urban development

Stresemannallee 30
60596 Frankfurt am Main
Germany

E-mail: info@agfw.de

Tel: +49 69 6304 - 247

www.agfw.de

ANNEX I: Possible Scenario: Requirements for DH-supplier / Solar power plant operator



LowTEMP2.0

- Solar-DH is a volatile energy production
- Check at the feeding point, if the intended thermal load can be fed into the DH-network
- **Scenario:** loading condition "summer" - least thermal load, but the highest solar heat supply
- **Following principles are important to be considered:**
 - **Solar thermal load in the course of the day \ll thermal grid load summer**
 - heat absorption possible at any time as flow into the grid stays low
 - **Solar thermal load in the course of the day $<$ or $=$ thermal grid load summer**
 - heat absorption temporarily not possible → buffer storage might be useful
 - **Solar thermal load in the course of the day $>$ thermal grid load summer**
 - buffer storage necessary for feeding in the solar heat load with a time lag (if appropriate on demand)
- Plant size is depending on the maximum transportable heat

ANNEX II: SDH Online-Calculator – EXAMPLE



LowTEMP2.0

<http://www.sdh-online.solites.de/?lang=en-US>

The screenshot shows the SDH Online-Calculator website. At the top, the title "SDH ONLINE-CALCULATOR" is displayed in large blue letters, with the "SDH solar district heating" logo to the right. Below the title, there are flags for Germany and the UK. The main heading reads "Welcome to the Online-Calculator for solar district heating (SDH) systems". The text describes the calculator as a public domain tool for dimensioning and forecasting performance and economic values for SDH systems. It mentions the use of TRNSYS simulation software. A selection box on the right offers two options: "Distributed SDH system" and "Central SDH system", each with an information icon. Below the text, there are three links: ">> More information about the Online-Calculator", ">> More information about SDH", and ">> More Information about seasonal thermal energy storage". At the bottom, it states the calculator was developed in cooperation with "solites" and "AGFW", and supported by the "Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit". The footer includes "Imprint | Contact: sdh-online@solites.de" and "Copyright by Solites".

SDH Online-Calculator

<http://www.sdh-online.solites.de/?lang=en-US>



LowTEMP2.0

SDH ONLINE-CALCULATOR

System selection

1 Step 1 Input | **2 Step 2** Production | **3 Step 3** Economy & Ecology | **4 Step 4** Results

Central solar district heating system with ground buried tank thermal energy storage | Input

Location: Frankfurt

Solar collector type: Evacuated tube collector CPC

Solar collector aperture area in m²: 1200

Azimuth in degree: 10

Collector slope in degree: 44

Specific storage volume in m³/m²_{solar collector area}: 0,3

Overall heat demand in MWh/a: 5200

Operation temperatures in the distribution network in °C: VL(80), RL(50)

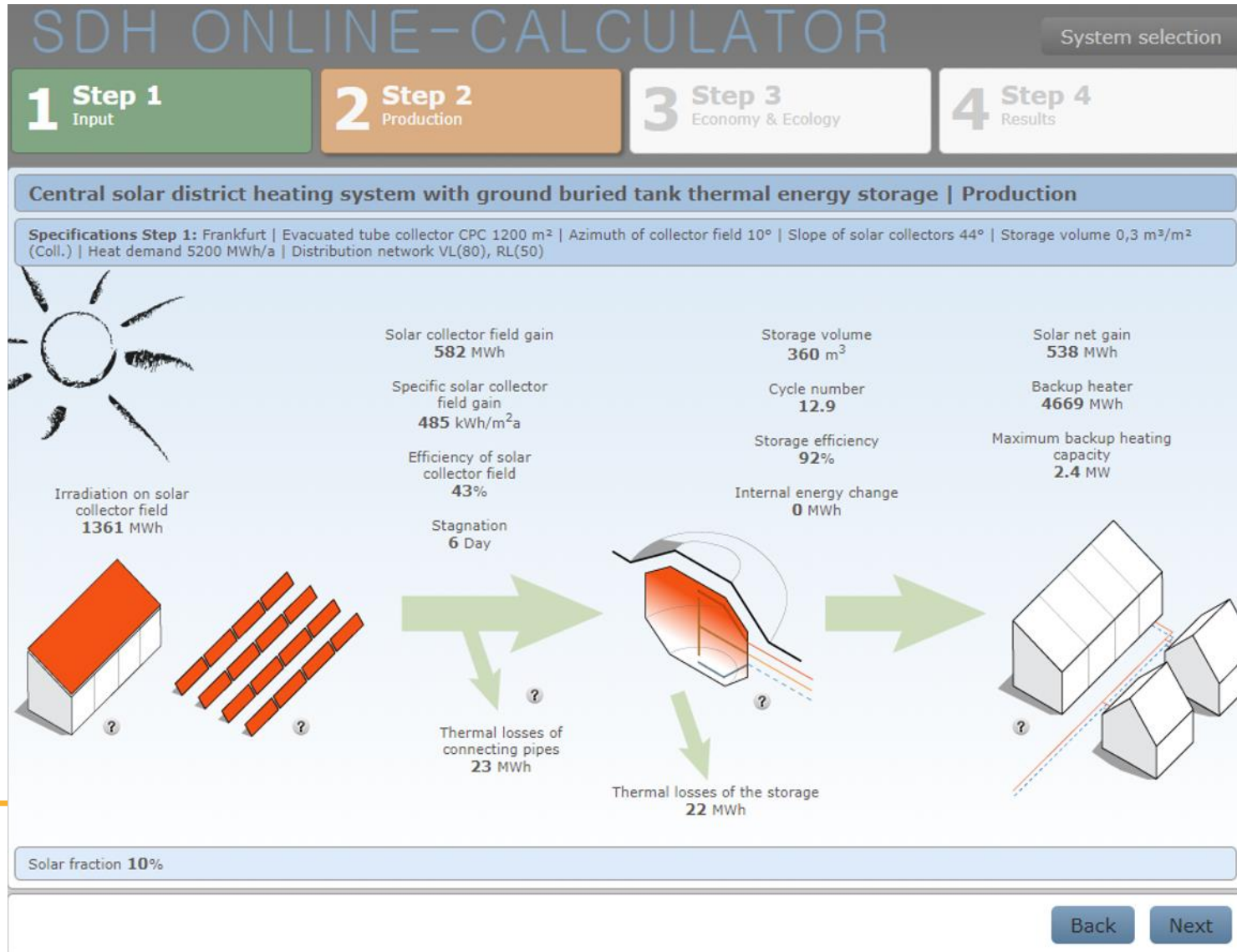
Back Next

SDH Online-Calculator

<http://www.sdh-online.solites.de/?lang=en-US>



LowTEMP2.0



SDH Online-Calculator

<http://www.sdh-online.solites.de/?lang=en-US>



LowTEMP2.0


SDH ONLINE-CALCULATOR

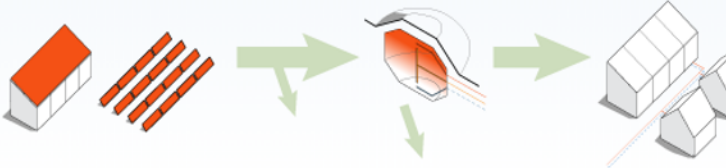
System selection

1 Step 1 Input | **2 Step 2** Production | **3 Step 3** Economy & Ecology | **4 Step 4** Results

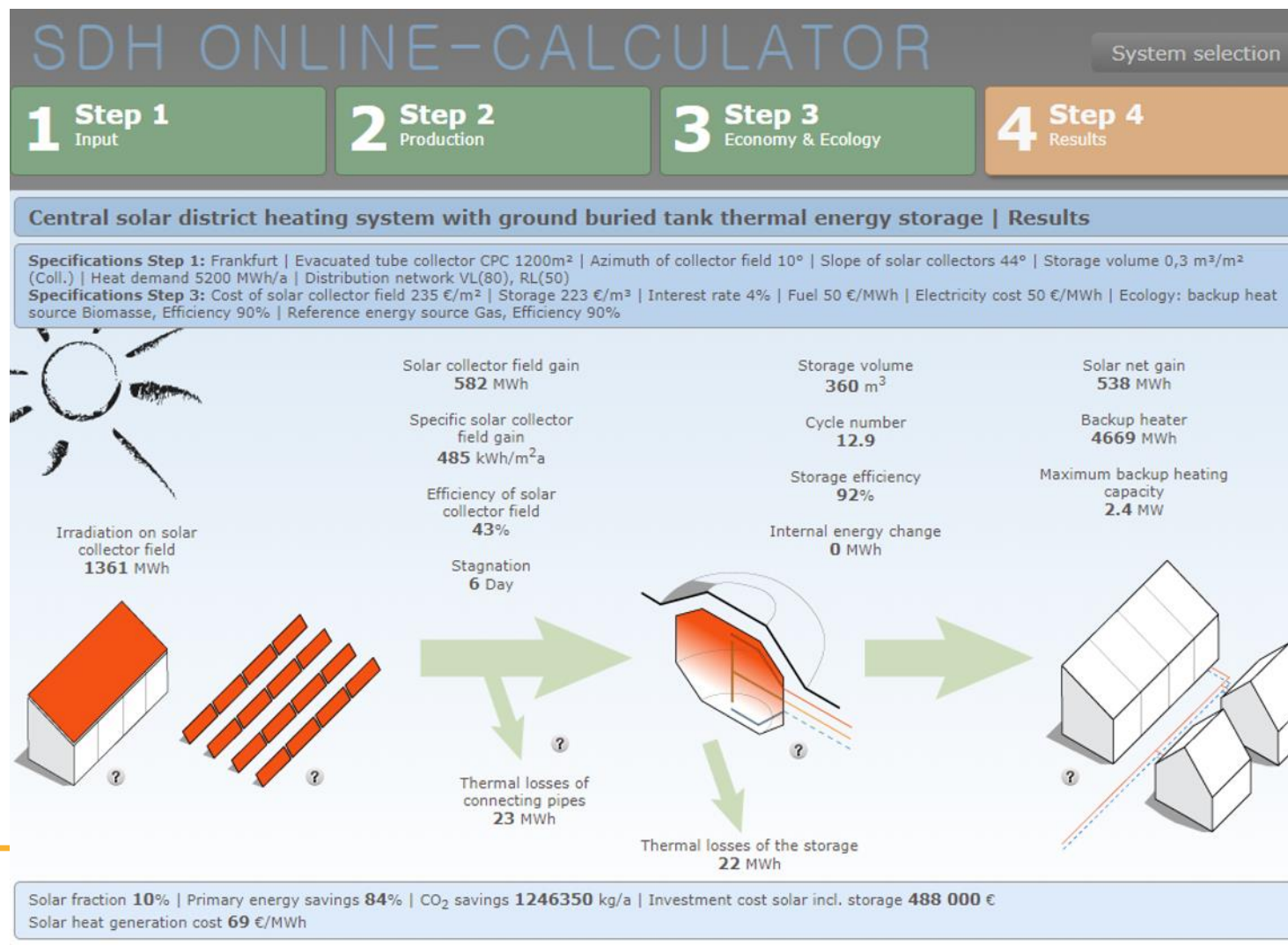
Central solar district heating system with ground buried tank thermal energy storage | Economy & Ecology
The economic calculation is simplified for the main components on the basis of the German VDI 2067

Economy		Ecology	
Specific solar collector field cost in €/m ²	<input type="text" value="392"/>	Energy source of the backup heater	<input type="text" value="Biomass"/>
Funding rate for solar collector field in %	<input type="text" value="40"/>	Efficiency of the backup heater in %	<input type="text" value="90"/>
Specific cost for the thermal storage in €/m ³	<input type="text" value="372"/>	Energy source of the reference heater	<input type="text" value="Gas"/>
Funding rate for the thermal storage in %	<input type="text" value="40"/>	Efficiency of the reference heater in %	<input type="text" value="90"/>
Interest rate in %	<input type="text" value="4"/>		
Fuel cost in €/MWh	<input type="text" value="50"/>		
Electricity cost in €/Mwh	<input type="text" value="50"/>		





SDH Online-Calculator

<http://www.sdh-online.solites.de/?lang=en-US>


Back

Next



Viitteet

- [1] Arbeitsgemeinschaft QM Fernwärme (2017): planning manual District heating
- [2] Metenorm 2008: MeteoTest, Bern.
- [3] RitterXL Solar. <https://www.ritter-xl-solar.de/anwendungen/solare-fernwaerme/>
- [4] LowTEMP Project. Copyright Stefan Simonides.
- [5] Sunpower. <https://www.sunpower-solar.com> & baunetz_wissen. <https://www.baunetzwissen.de/glossar/h/heat-pipe-prinzip-674868>. Adjusted by AGFW-project GmbH
- [6] Solites. <https://www.solites.de/>
- [7] Ritter-XL-Solar. <https://www.ritter-xl-solar.de/>
- [8] Viessmann Werke. www.viessmann.com
- [9] Solarwärme (2014). Translated & adjusted by AGFW Project-GmbH
- [10] Frank Tebbe: <http://www.paradigma-tebbe-gmbh.de/solar.htm>
- [11] Volker Quaschnig: <https://www.volker-quaschnig.de/articles/fundamentals4/index.php>
- [12] Frank, E., Mauthner, F., & Fischer, S. (2015). Overheating prevention and stagnation handling in solar process heat applications. *International Energy Agency-Solar Heating and Cooling Task*, 49.
- [13] Solar District Heating (SDH) (2012). Solar district heating guidelines – Collection of fact sheets WP3-D3.1 & D.3.2. Page 2-5 Fact sheet 6.2)