

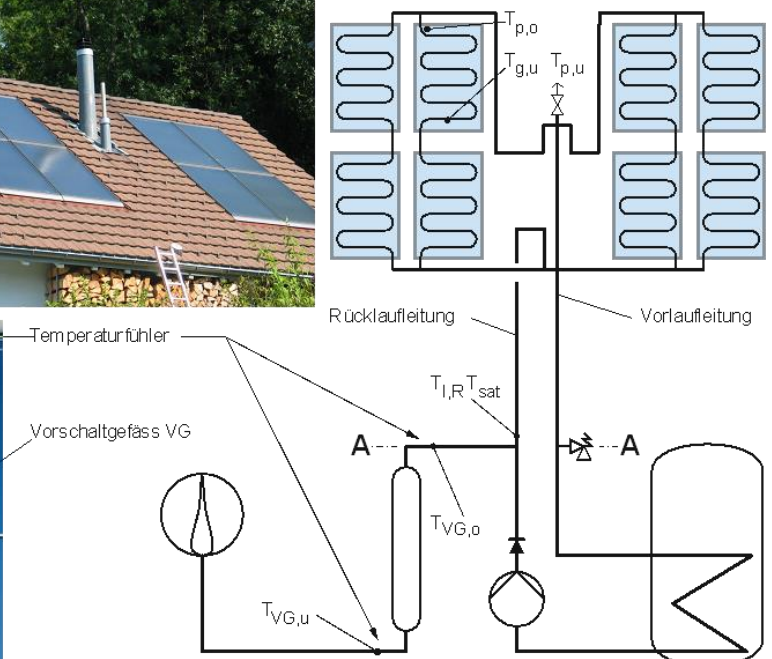
ERFA Swissolar 4. April 2019



Schlüsselerlebnis 2009...

Stagnationsproblem
in einer fachgerecht
geplanten Solaranlage...

...muss grundsätzlich
gelöst werden!

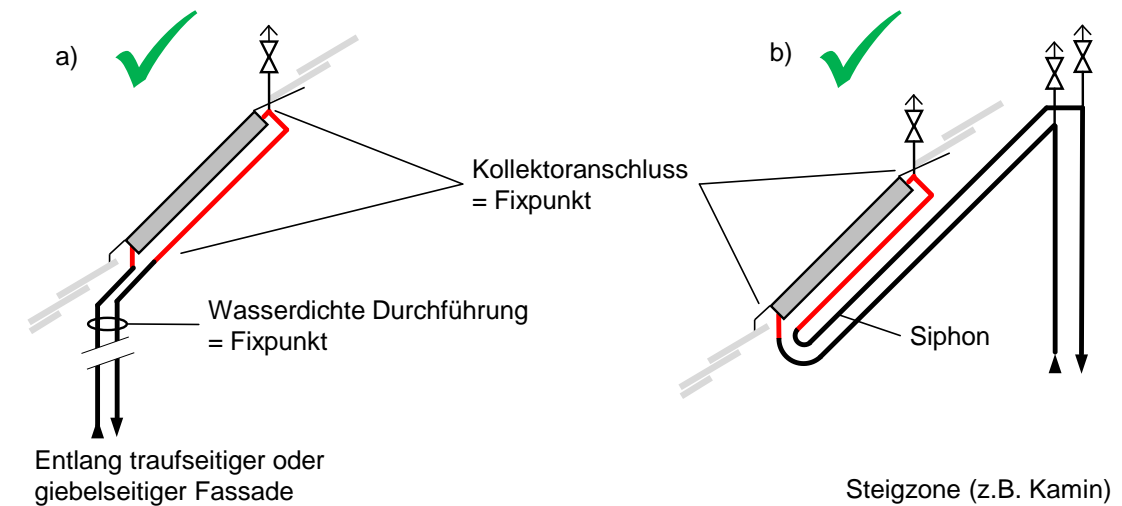


Stagnation sicher beherrschen

- Rohrführung im Kollektorfeld
- Temperaturfühler im Kollektorfeld
- Rohrführung im Technikraum
- Nachweis der Stagnationssicherheit durch Simulation

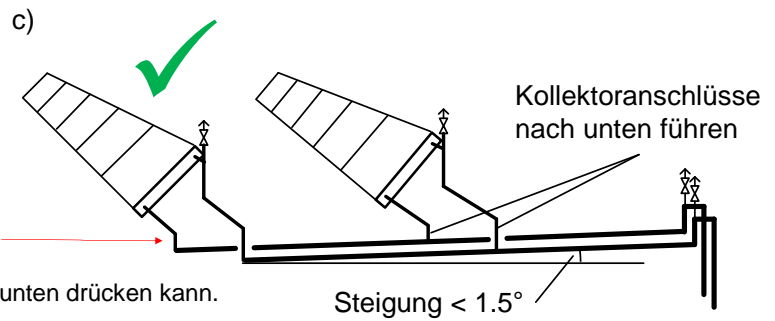
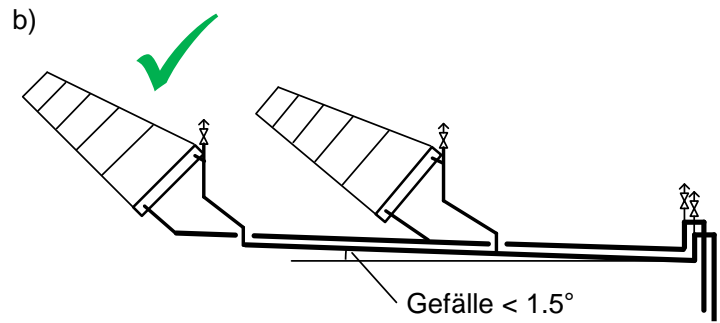
Eismann, R., Schläpfer, B., Marti, J., Ehrbar, D., Bohren, A., Haller, A., 2017, "Stagnation von Solaranlagen sicher beherrschen," ETH Zürich, EnergieSchweiz; Bundesamt für Energie BFE, <https://www.energieschweiz.ch/search/de-ch/?s=stagnation>

Rohrführung im Kollektorfeld



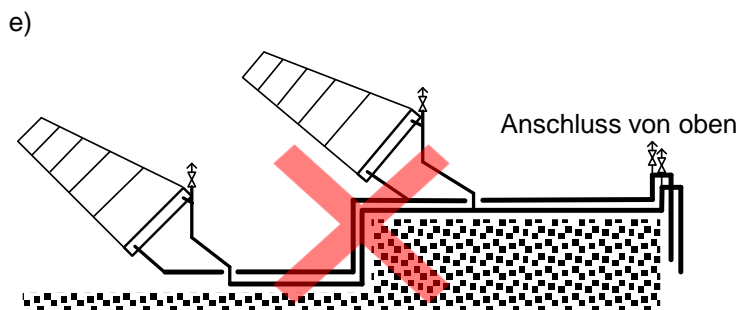
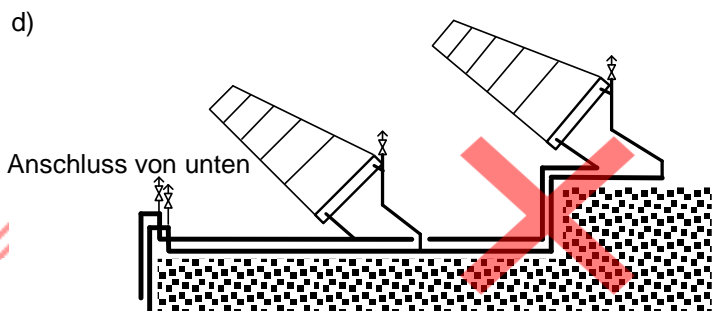
Rohrführung im Kollektorfeld

Entleerbarkeit wird durch geringe Rohrneigungen kaum beeinflusst.



Rohrführung im Kollektorfeld

Im Einzelfall prüfen!



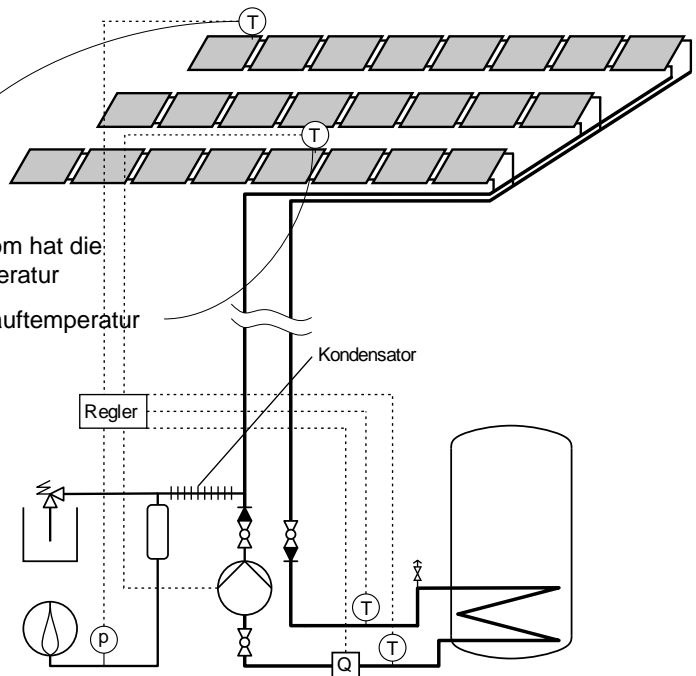
Schlecht!

Vermeiden von partieller Stagnation

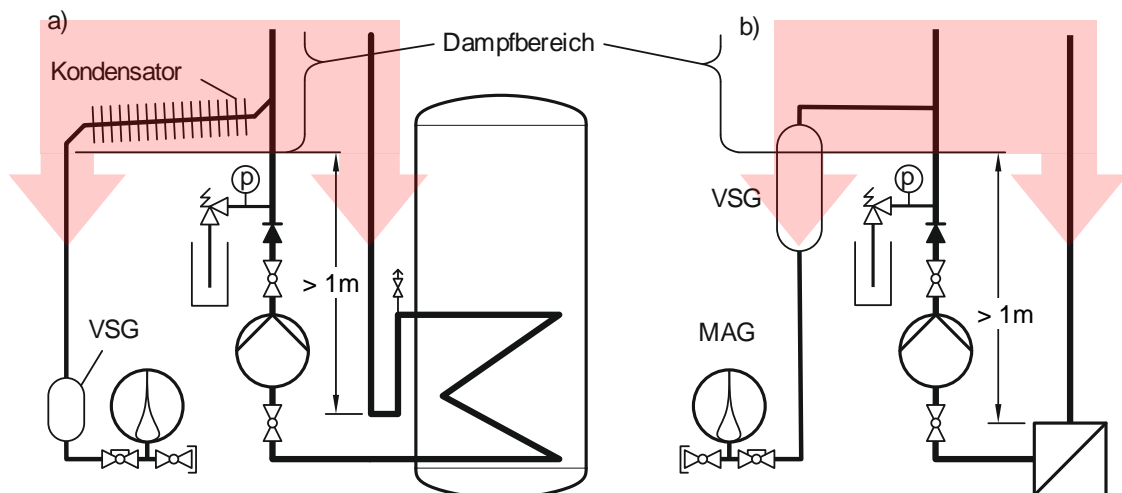
Der Kollektor mit dem **kleinsten** Volumenstrom hat die **höchste** Austrittstemperatur
Fühler zeigt etwa Vorlauftemperatur

Mit Hydra wird die erwartete Differenz ΔT bei maximaler Bestrahlungsstärke ermittelt.

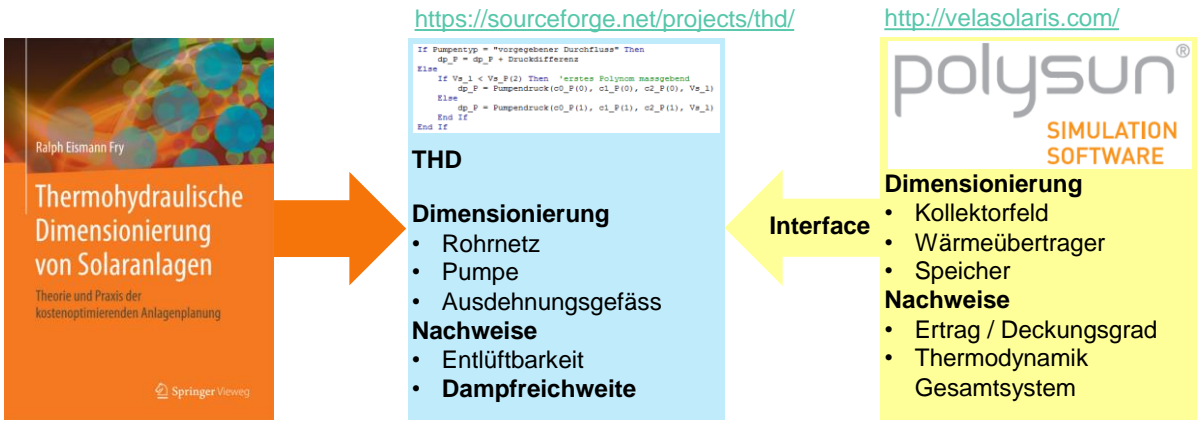
- Eine wesentlich grössere Differenz deutet auf Durchflussstörung hin -> Luft, Verstopfung.
→ Warnmeldung ausgeben
- Partielle Stagnation falls $T \geq T_{\text{siede}}$
→ Pumpe aus!



Rohrführung im Technikraum



Nachweis der Stagnationssicherheit durch Simulation



Eismann, R., Föller, F., Witzig, A., 2017, "Programm THD: Thermohydraulisches Dimensionierungsprogramm für Solaranlagen. Schlussbericht," Bundesamt für Energie BFE, Bern <https://www.aramis.admin.ch/Grunddaten/?ProjectID=38131>
 Institut Energie am Bau 05.04.2019 9

Experimente am ISFH zur Validierung der Stagnationsmodelle in THD



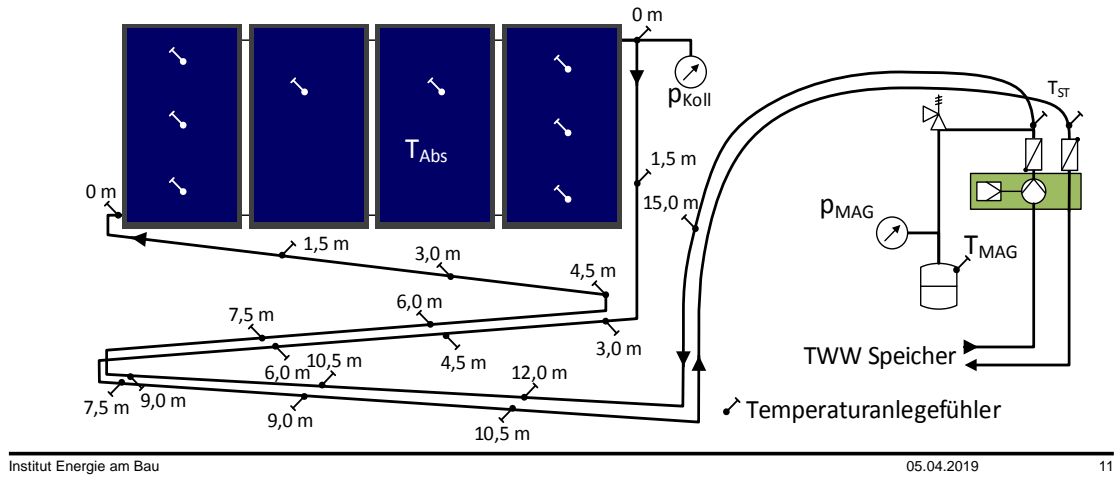
Thermochrom



Normalselektiv

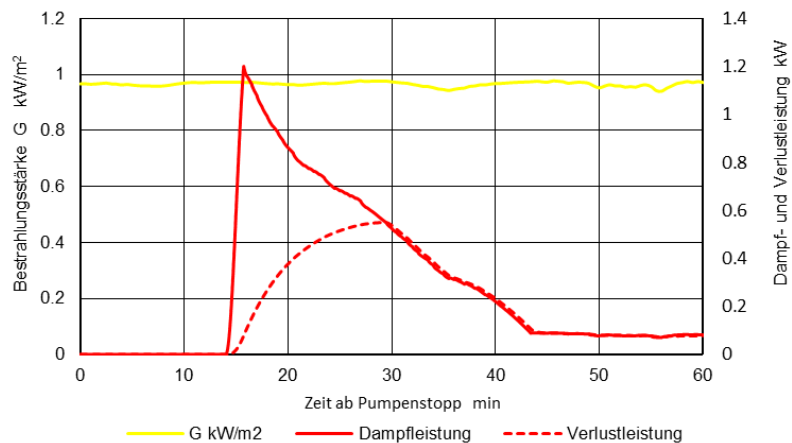
Eismann, R., Müller, S., Genkinger, A., 2018, "THD-opt: Validierung der Software THD zur thermohydraulischen Dimensionierung von Solaranlagen," Bundesamt für Energie BFE, Bern <https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=41470>
 Institut Energie am Bau 05.04.2019 10

Versuchsaufbau am ISFH

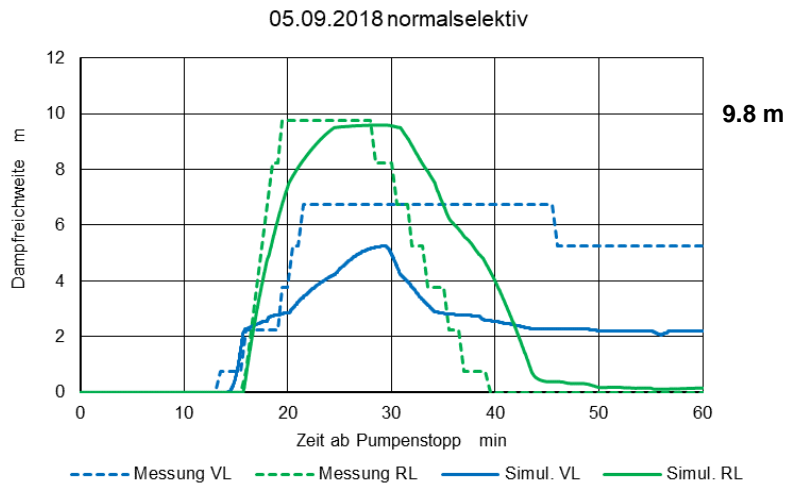


Normalselektive Kollektoren, konstante Bestrahlungsstärke

05.09.2018 normalselektiv



Normalselektive Kollektoren, konstante Bestrahlungsstärke

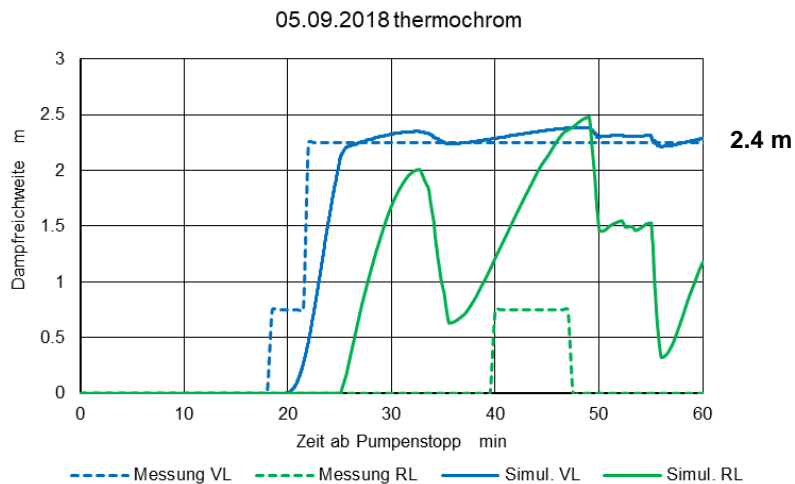


Institut Energie am Bau

05.04.2019

13

Thermochrome Kollektoren, konstante Bestrahlungsstärke

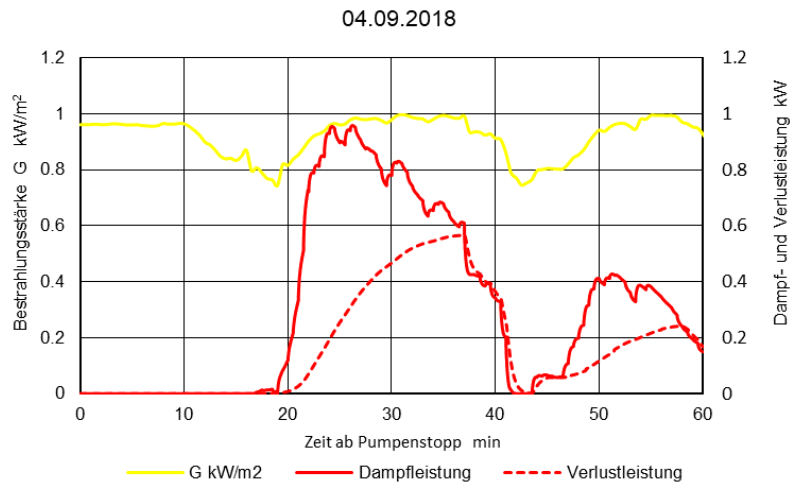


Institut Energie am Bau

05.04.2019

14

Normalselektive Kollektoren, schwankende Bestrahlungsstärke

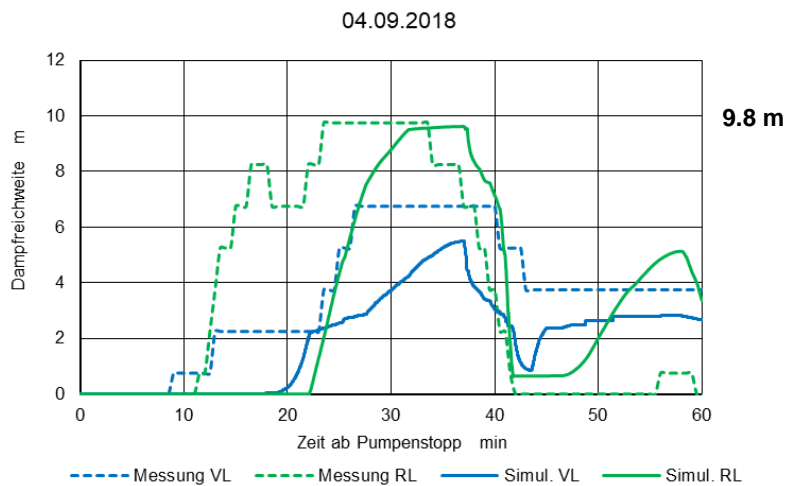


Institut Energie am Bau

05.04.2019

15

Normalselektive Kollektoren, schwankende Bestrahlungsstärke



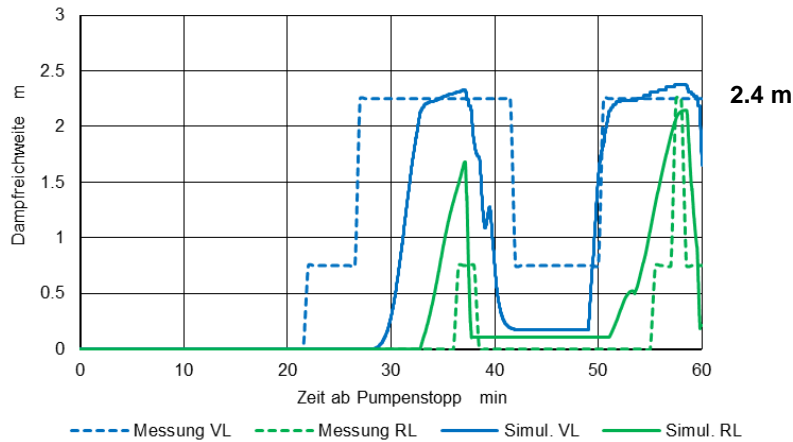
Institut Energie am Bau

05.04.2019

16

Thermochrome Kollektoren, schwankende Bestrahlungsstärke

04.09.2018



Institut Energie am Bau

05.04.2019

17

Literatur zu Stagnation

Hausner, R., Fink, C., Wagner, W., Riva, R., Hillerns, F., 2003, "Entwicklung von thermischen Solarsystemen mit unproblematischem Stagnationsverhalten," Bundesministerium für Verkehr Innovation und Technologie, Wien

<http://www.aee-intec.at/0uploads/dateien4.pdf>

Frank, E., Mauthner, F., Fischer, S., 2015, "Overheating prevention and stagnation handling in solar process heat applications," IEA SHC Task 49: Technical Report A.1.2,

http://task49.iea-shc.org/Data/Sites/7/frank_iea_shc_task49_overheatingstagnationreport_approved_v-2-3.pdf

Eismann, R., 2017, "Thermohydraulische Dimensionierung von Solaranlagen : Theorie und Praxis der kostenoptimierenden Anlagenplanung", Springer Vieweg, Wiesbaden. ISBN: 978-3-658-07124-0.

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-07125-7>

Institut Energie am Bau

05.04.2019

18

Brücken bauen zwischen Wissenschaft und Praxis

Engineering-Tools
Standardisierung

Wissenschaft:

- Theorie
- Modelle
- Technologien
- Werkstoffe
- Verfahren



Praxis:

- Konstruieren
- Dimensionieren
- Bauen
- In Betrieb nehmen
- Betreiben

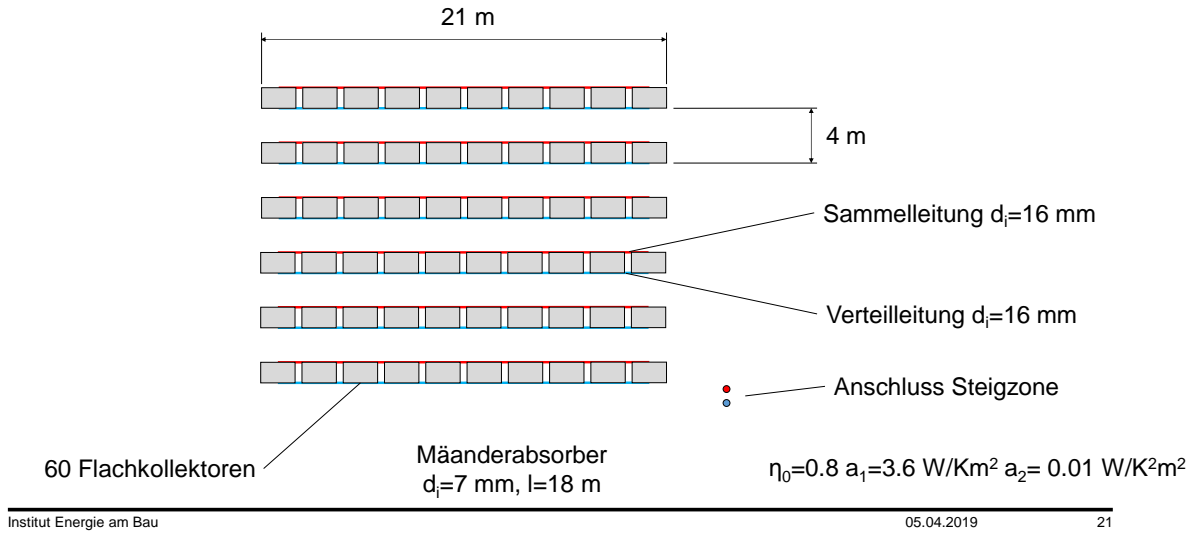
Brücke über den Firth of Forth. Quelle: <http://www.columbia.edu/cu/gsap/BT/BSI/CANTILEV/cantilev.html>

Rohrnetzdimensionierung für grosse Solaranlagen mit HYDRA

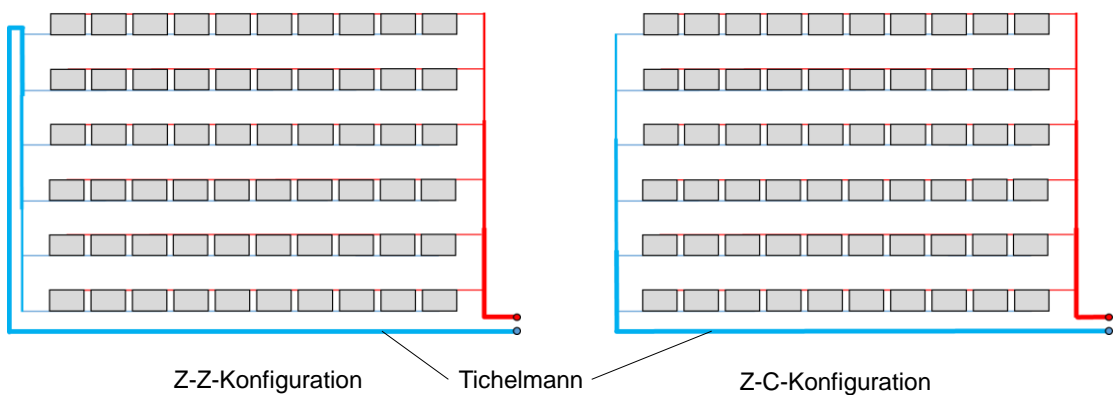
- Optimale Feldverrohrung für ein Kollektorfeld
- Volumenstrom-, Temperatur- und Druckverteilung
- Einfluss der Rohrführung auf Leistung und Kosten

Eismann, R., Genking, A., 2018, "HYDRA – Rohrnetzdimensionierung für Solaranlagen. Bedienungsanleitung mit Beispielen,,
Institut Energie am Bau, Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW, Muttens <https://www.fhnw.ch/de/personen/ralph-eismann>

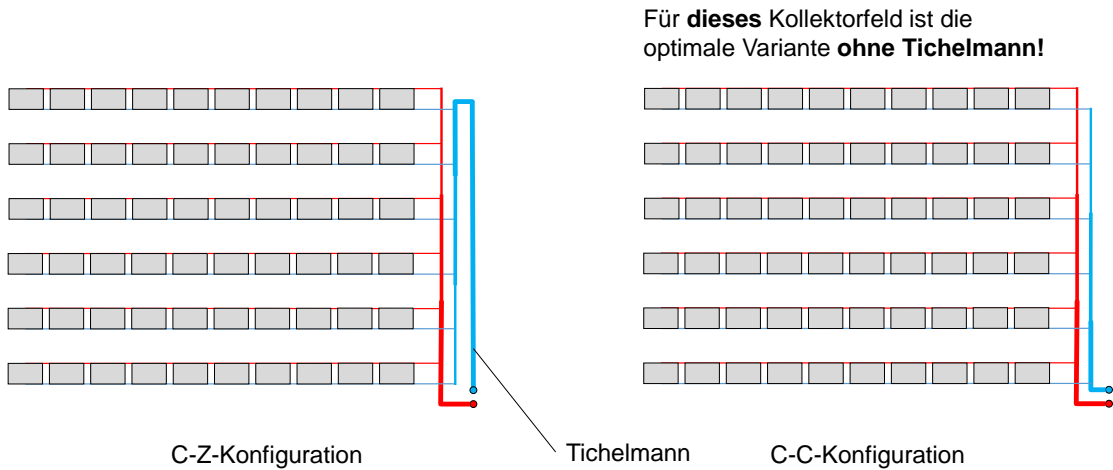
Feldverrohrung – Finde die optimale Lösung!



Feldverrohrung – mögliche Varianten



Feldverrohrung – mögliche Varianten

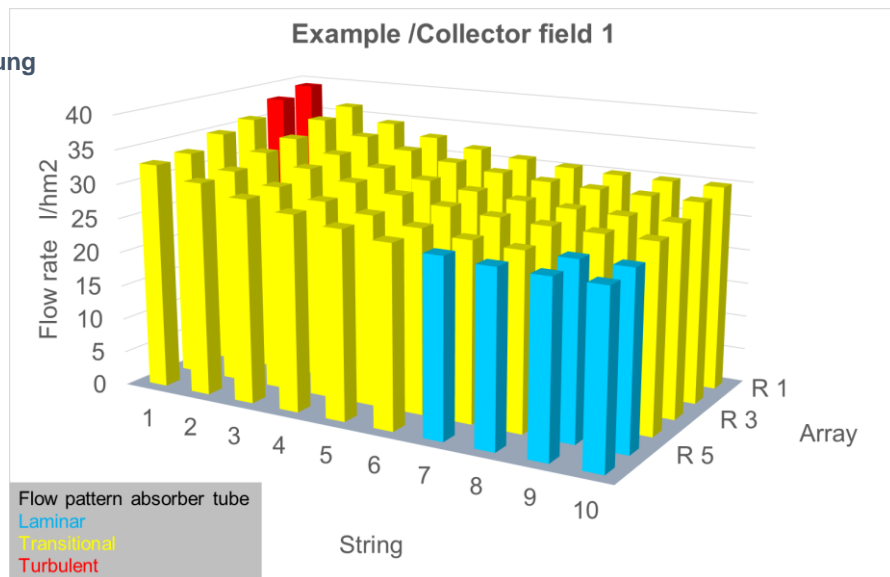


Institut Energie am Bau

05.04.2019

23

Strömungsverteilung

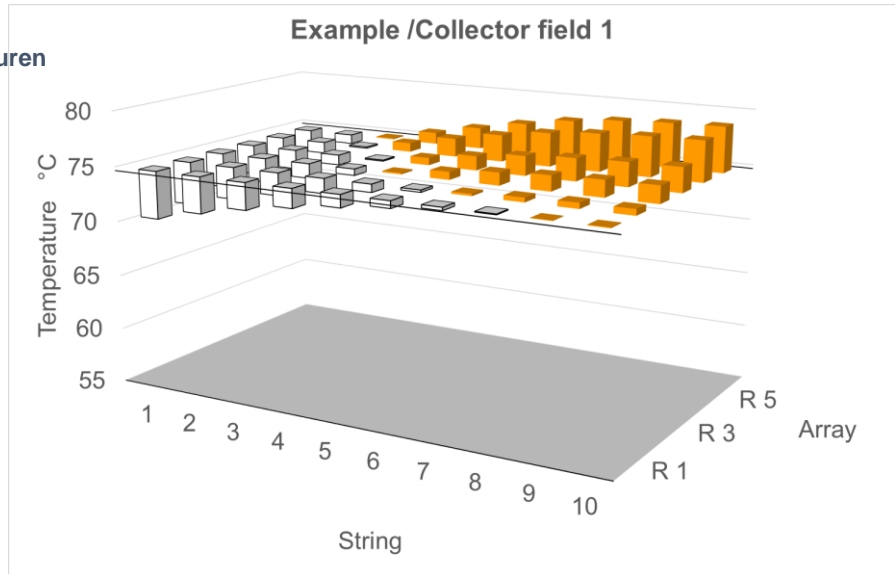


Institut Energie am Bau

05.04.2019

24

Austrittstemperaturen

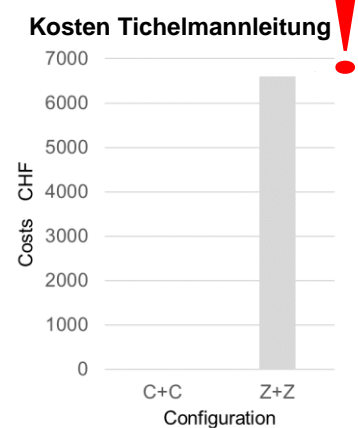
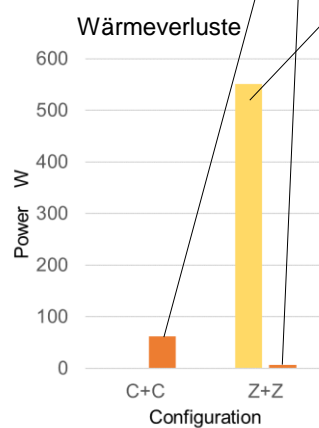
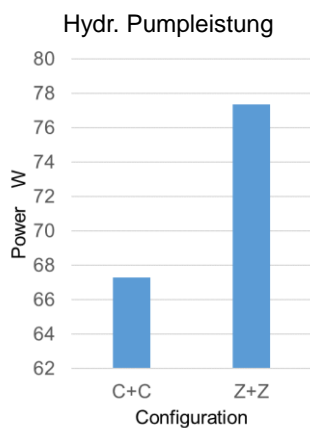


Institut Energie am Bau

05.04.2019

25

Vergleich von C-C mit Z-Z Konfiguration



Quelle: D. Ehrbar, Solarline AG, Zürich

Institut Energie am Bau

05.04.2019

26

Schlussfolgerungen

Thermohydraulische Dimensionierung lohnt sich:

- Kostenoptimale Dimensionierung
- Nachweis der Betriebssicherheit
- Effiziente, nachvollziehbare Planung

- ✓ Planungssicherheit
- ✓ Kostensenkung
- ✓ Vertrauen der Kunden