

**Universität Stuttgart**

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)



# Kostenreduktion in der Solarthermie durch standardisierte Komponenten und Schnittstellen – Projekt KoST

Industrieworkshop:  
Kostenreduktion und Qualitätssicherung in der Solarthermie, 21.05.2019, Kloster Banz

Stephan Fischer  
Konstantin Geimer  
Stephan Bachmann

 **Fraunhofer**  
ISE

 **Fraunhofer**  
IAO

 **IGTE**

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

- **Einleitung (Stephan Fischer)**
- **Erarbeitete Standards**
  - Flachkollektor (Stephan Fischer)
  - Kollektorbefestigung (Konstantin Geimer)
  - Regler (Konstantin Geimer)
  - Speicher (Stephan Bachmann)
  - Solarstation (Stephan Bachmann)
  - Mikrozirkulationsbremse (Stephan Bachmann)
- **Verfügbarkeit Standards (Konstantin Geimer)**
- **Abschätzung Kostenreduktionseffekte (Konstantin Geimer/Stephan Fischer)**
- **Zusammenfassung und Ausblick (Stephan Fischer)**

- **Laufzeit: 3.25 Jahre (1.4.2016 – 30.6.2019)**
- **Verbundpartner**
  - Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE)
  - Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)
  - Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO)
- **Assoziierte Partner**
  - BSW: Bundesverband für Solarwirtschaft e.V.
  - DIBt: Deutsches Institut für Bautechnik
  - ZVDH: Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerk

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

- **Industriepartner**



## KoST

„Kostenreduktion in der Solarthermie durch standardisierte Komponenten und Schnittstellen“

### Ziel:

Die signifikante Reduktion (40 %) der solaren Wärmepreise, um die Wettbewerbsfähigkeit der Solarthermie gegenüber anderen regenerativen sowie konventionellen Energieerzeugern weiter zu verbessern.

1. günstigere Komponenten  
→ Verringerung der Investitionskosten
2. günstigere und fehlerfreie Installation  
→ Verringerung der Investitionskosten  
→ Verringerung der Wartungskosten
3. leistungsfähigere Anlagen  
→ Erhöhung des solaren Ertrags  
→ Verringerung der Betriebskosten

# Erarbeitete Produktstandards

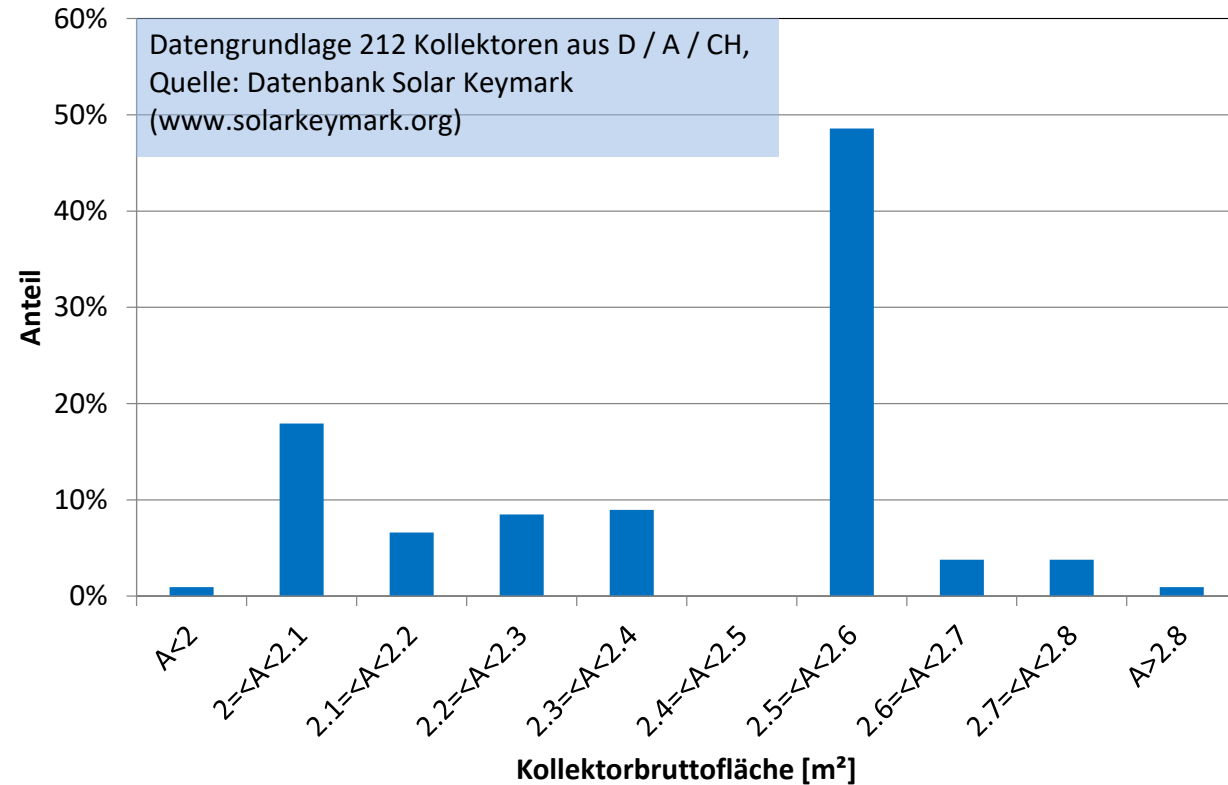
### Erarbeitung der Standards erfolge für die Komponenten

- Kollektor
- Kollektorbefestigung
- Regler
- Speicher (Trinkwasserspeicher und Kombispeicher)
- Solarstation
- Mikrozirkulationsbremse

### Methodisches Vorgehen

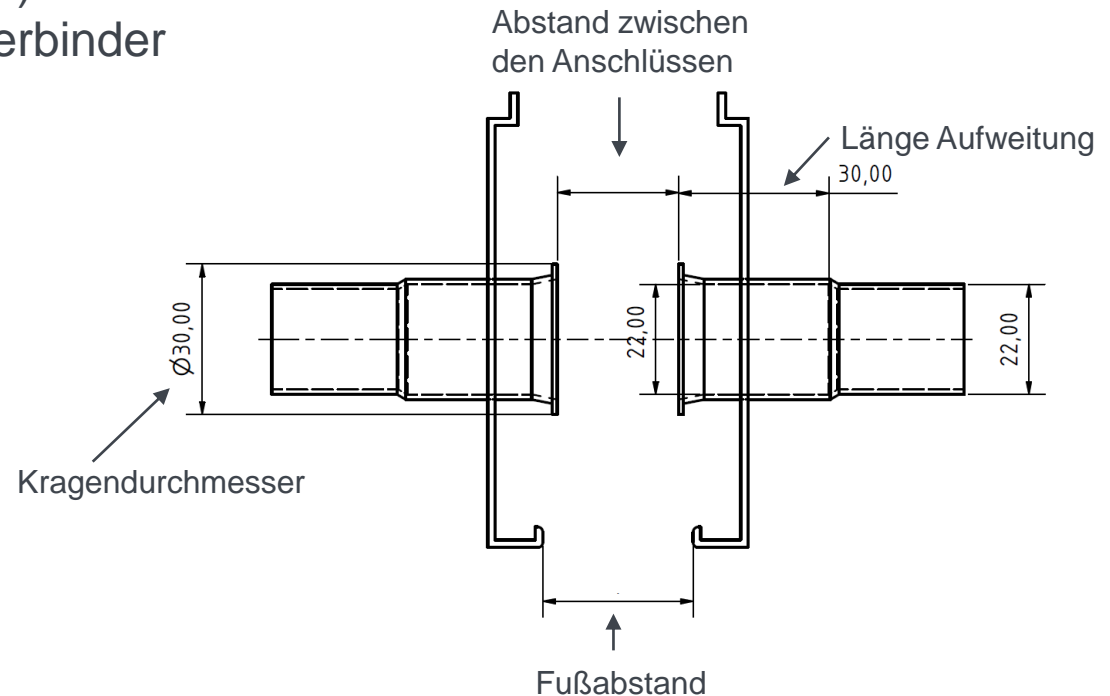
- Marktrecherche
- Analyse in Bezug auf Marktverbreitung, thermische Leistungsfähigkeit und Akzeptanz
- Ableitung eines Standards zusammen mit allen Projektbeteiligten

- Abmessungen:  
Bruttokollektorfläche ca. 2.50 m<sup>2</sup>  
Breite = 1200 mm ± 5%  
Länge ergibt sich  
Dicke: keine Vorgabe

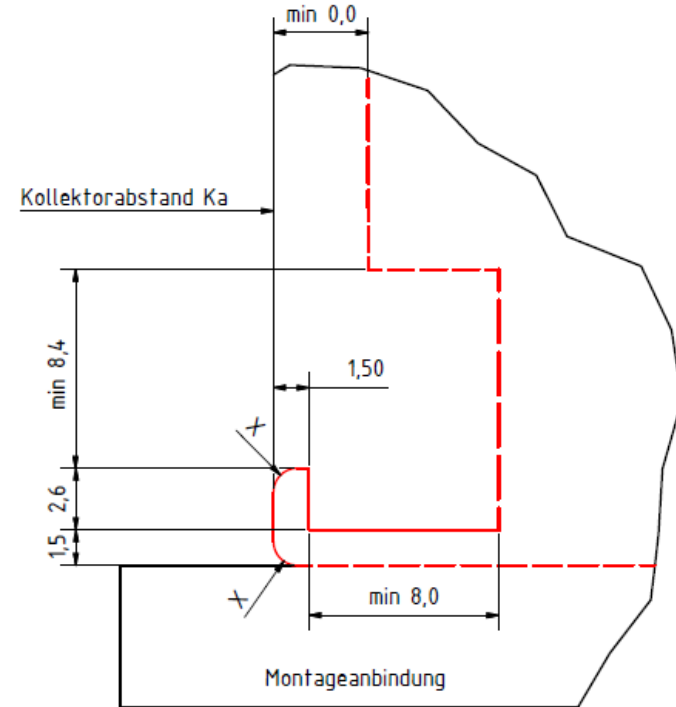




- Anschlüsse:
  - 4 Stück seitlich, alternativ 2 Stück seitlich Steckverbinder ( 2 oder 3 O-Ringe)
  - Aufweitung auf 22 mm für Steckverbinder
- Nicht definiert:
  - Fußabstand
  - Abstand zwischen den Anschlüssen



- Tauchhülse Temperaturfühler:  
Keine  
=> in steckbarem Anschluss integriert
- Schnittstelle Montagesystem:  
Umlaufende Nut  
=> höchste Verbreitung

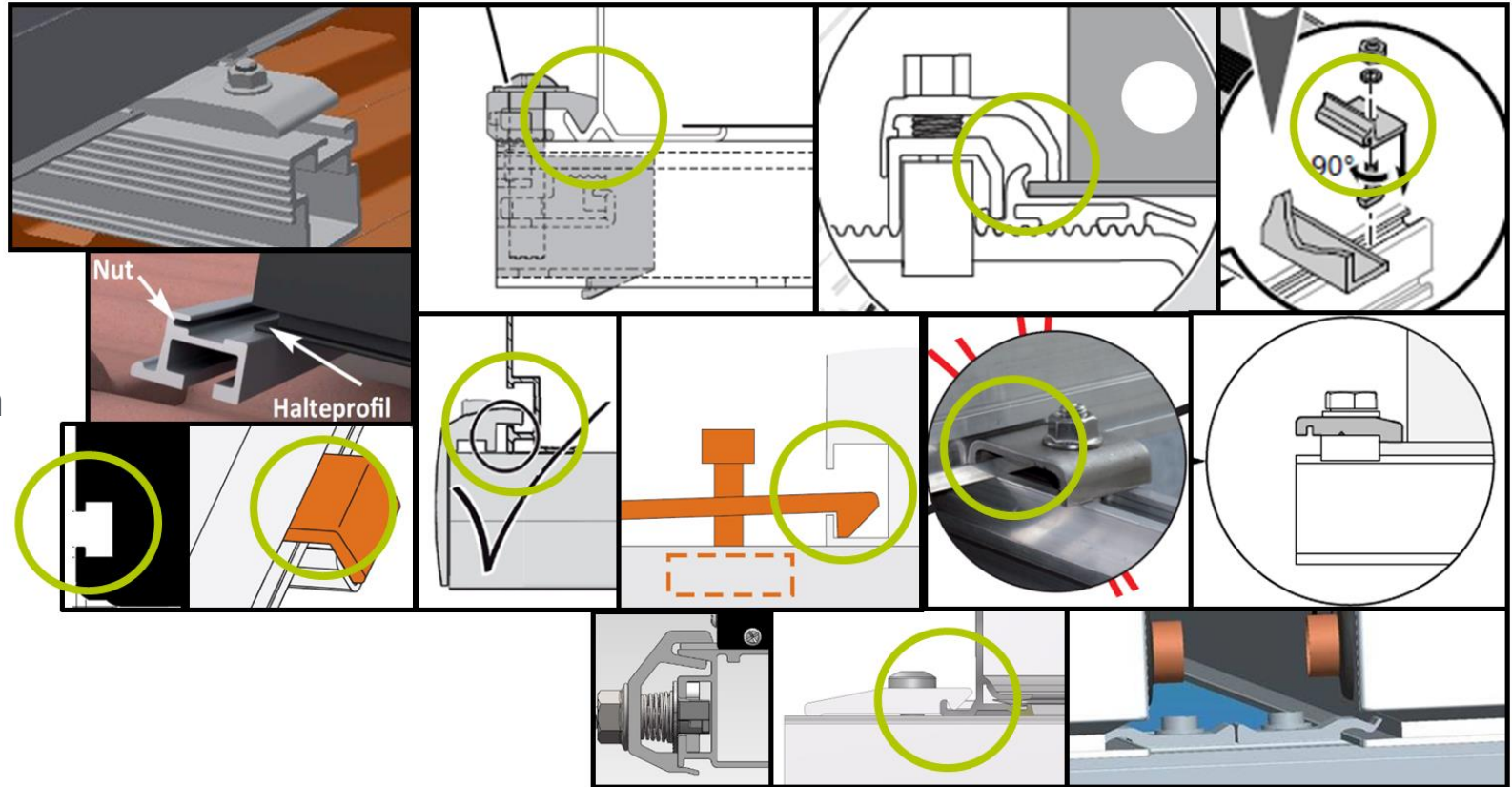


X = max. R1,0 oder Fase 0,75

## Status Quo

### Marktanalyse:

- Viele ähnliche Lösungen
- Jeder Kollektor kommt mit individuellem Montagesystem
- Kein Standard verfügbar



# AP 3 Kollektorbefestigung (ISE)

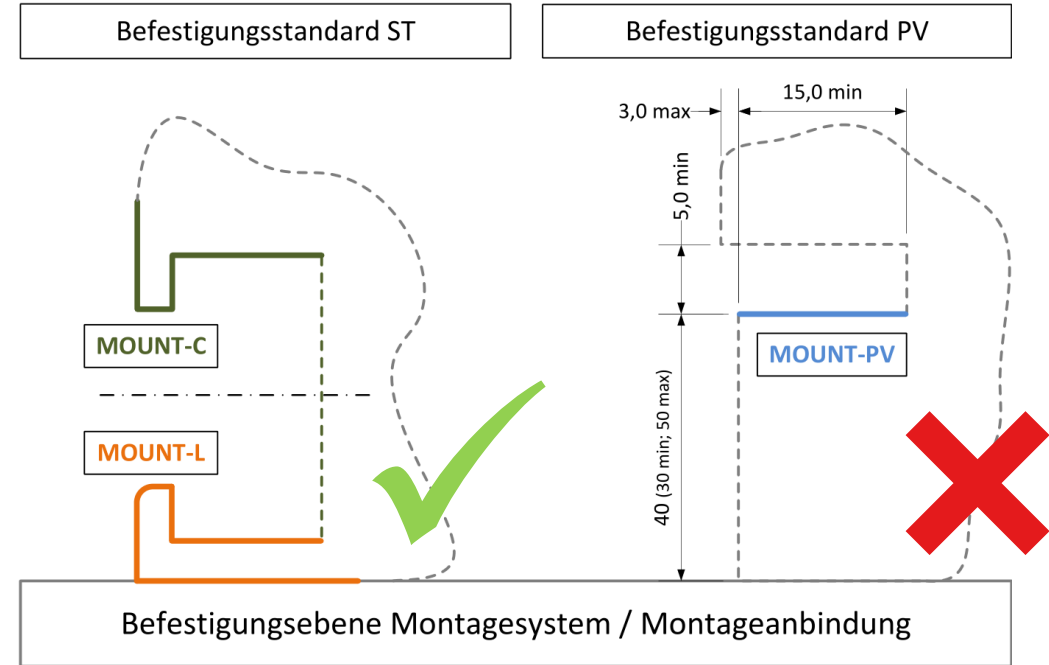
Lösungsansatz: Einheitliche Montagegut

## Andocken an PV Standard für ST nicht empfehlenswert

- Hohe Eigenlasten ST Kollektoren
- Kollidierende hydr. Anschlusspositionen
- Ungünst. Anbindung Abrutschsicherung

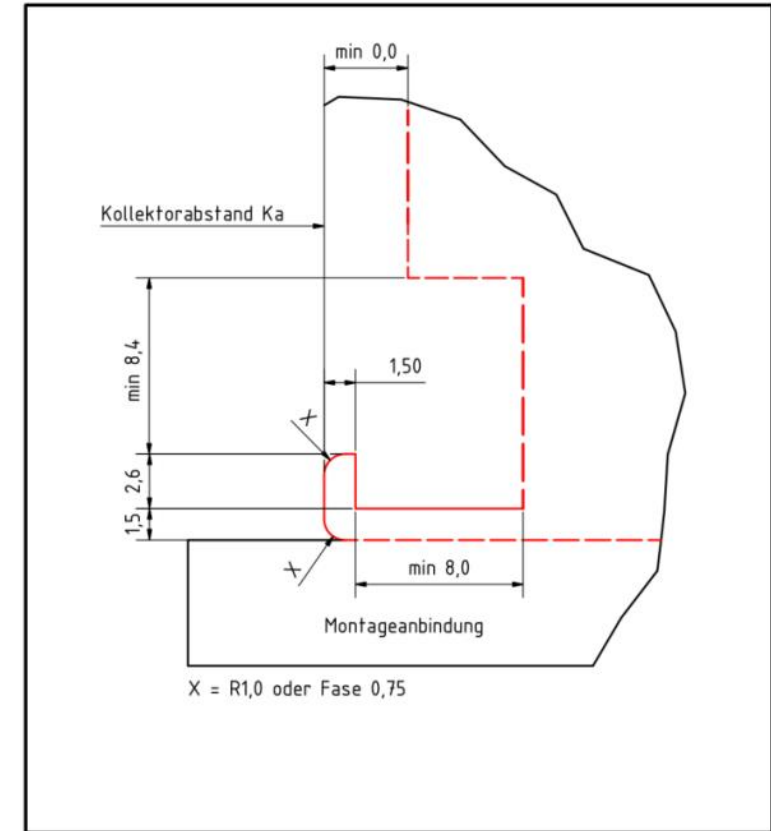
## Definition offener Standard, leicht umsetzbar, viele Nutzungsvorteile

- L-Nut mit Klemmenanbindung: **MOUNT-L**
- C-Nut Ausführung optional: **MOUNT-C** (voll kompatibel zu L-Nut)



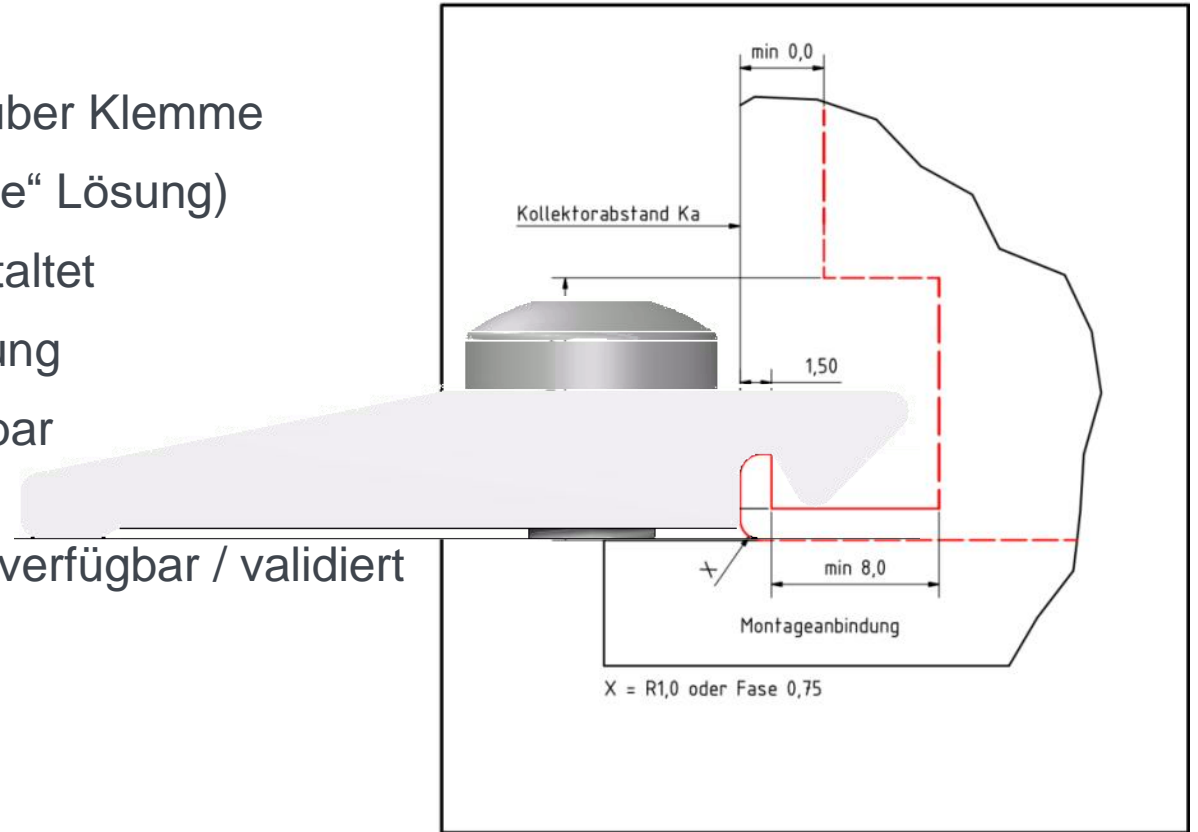
### MOUNT-L

- Gängige Befestigungsanbindung über Klemme
- Praxiserprobt, validiert (keine „neue“ Lösung)
- Mögliche Freiheitsgrade offen gestaltet
- Verhinderung seitlicher Verschiebung
- Mit vertretbarem Aufwand umsetzbar (über Anpassung Rahmenprofil)
- Klemmenlösung am Markt bereits verfügbar / validiert (mit seitlicher Einrastfunktion)



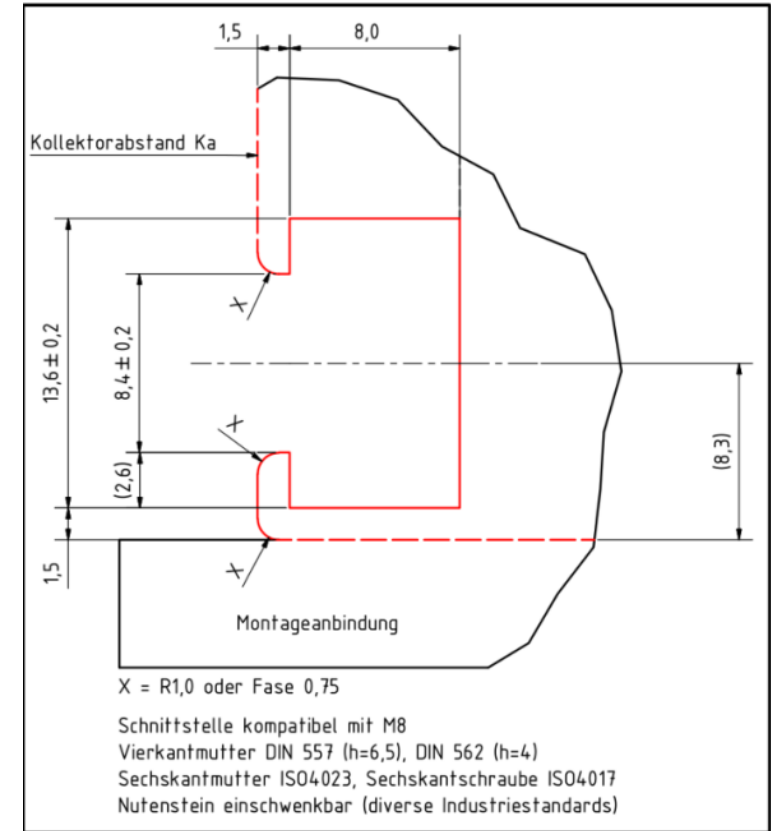
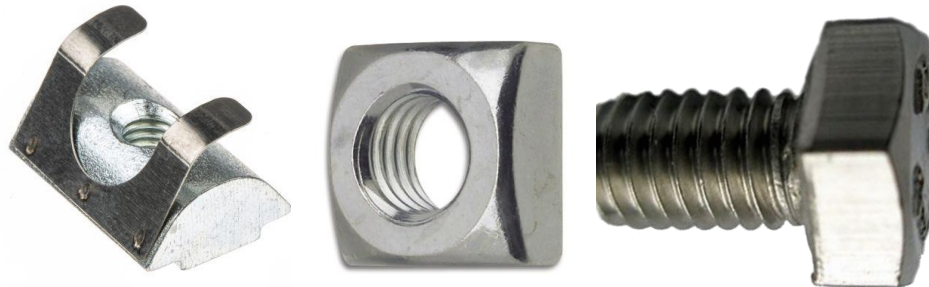
### MOUNT-L

- Gängige Befestigungsanbindung über Klemme
- Praxiserprobt, validiert (keine „neue“ Lösung)
- Mögliche Freiheitsgrade offen gestaltet
- Verhinderung seitlicher Verschiebung
- Mit vertretbarem Aufwand umsetzbar (über Anpassung Rahmenprofil)
- Klemmenlösung am Markt bereits verfügbar / validiert (mit seitlicher Einrastfunktion)



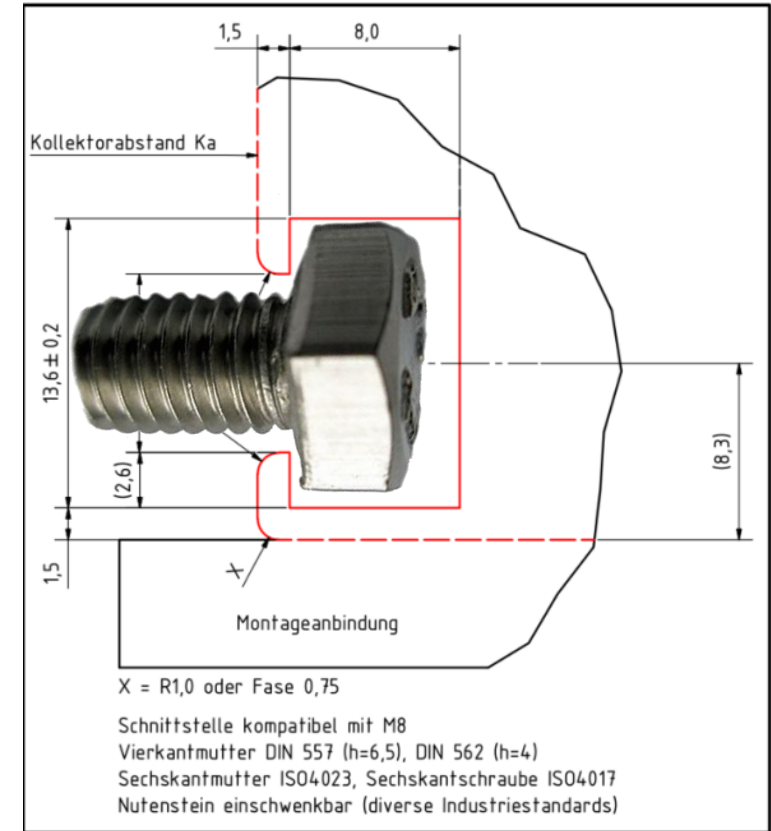
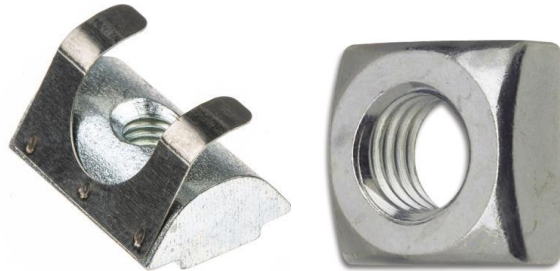
### Optional: MOUNT-C mit weiteren Vorteilen

- Maße fertigungsgerecht (Toleranzen Mundstückabnutzung berücksichtigt)
- Voll kompatibel zu MOUNT-L
- Anbindung an Befestigungssystem über Normteile wie M8 Schrauben (DIN 557&562, ISO 4023&4017) oder Industrienutensteine möglich



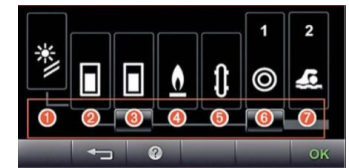
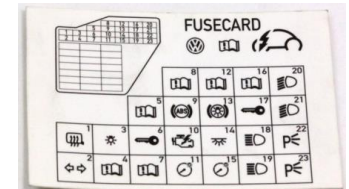
### Optional: MOUNT-C mit weiteren Vorteilen

- Maße fertigungsgerecht (Toleranzen Mundstückabnutzung berücksichtigt)
- Voll kompatibel zu MOUNT-L
- Anbindung an Befestigungssystem über Normteile wie M8 Schrauben (DIN 557&562, ISO 4023&4017) oder Industrienutensteine möglich



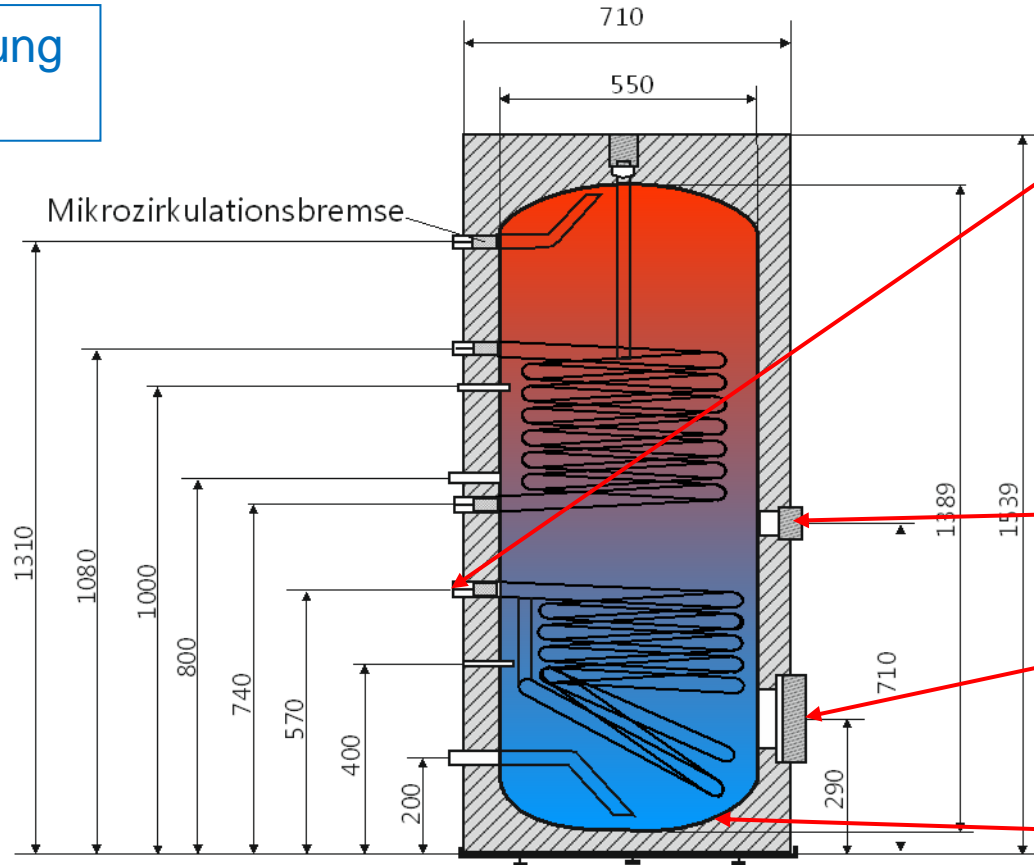


- Mindestregelfunktionen: SpMax, KollMin, Frostschutz (im Markt etabliert)
- **Werkzeugfreie Kabelanbindung, -entfernung** (optional mit Werkzeug)
- Kennzeichnung elektr. Anschlüsse (direkte Zuordnung, anleitungsfrei)
  - **Lesbarkeit Kennzeichnung auch nach Kabelanbindung**
  - Netzanschluss Symbolik nach int. Norm EN 60617-2
- Bedienungsanleitung online frei verfügbar (ohne Registrierung)
- Für heizungsunterstützende bzw. Multifunktionsregler zusätzlich
  - Installationsassistent am Gerät bzw. Bedienteil, damit Installation / Anschlusszuweisung / Inbetriebnahme anleitungsfrei möglich
  - Automatische / manuelle Überprüfungsmöglichkeit der Anschlüsse
  - Optionale Verfügbarkeit Fernüberwachung / Datenspeicherung
  - Empfohlene Schnittstelle: Modbus TCP (Harmonisierung: Werte/Register)



## Standardtrinkwasserspeicher

Innenausstattung  
beispielhaft



Anschlüsse Kollektorvor- und Rücklauf auf einer Höhe zur einfachen Montage der Solarstation am Speicher, 45° verdreht zu anderen Anschlüssen

2 Muffen M8 an Speicherwand zur MAG-Befestigung

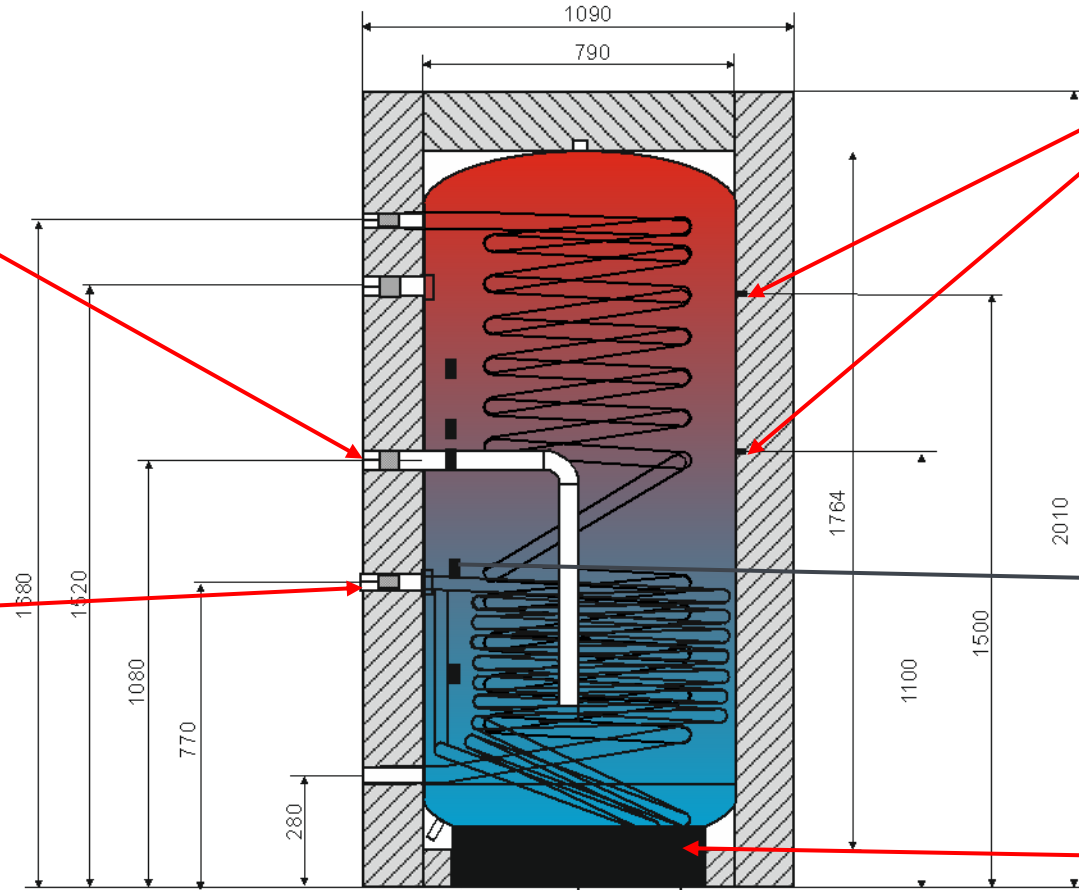
1 1/2"- Anschluß für E-Heizstab

Reinigungsflansch nach EN 12897:2016: 120 mm

Speicher ohne Fußkonstruktion

Anschlüsse für Raumheizungs- vor- und Rücklauf auf einer Höhe zur einfachen Montage der Mischerguppe

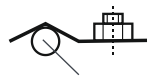
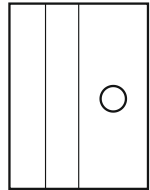
Anschlüsse Kollektorvor- und Rücklauf auf einer Höhe zur einfachen Montage der Solarstation am Speicher



Muffen für Transportbügel

Innenausstattung beispielhaft

Detail Fühlerklemmblech:



Fühler

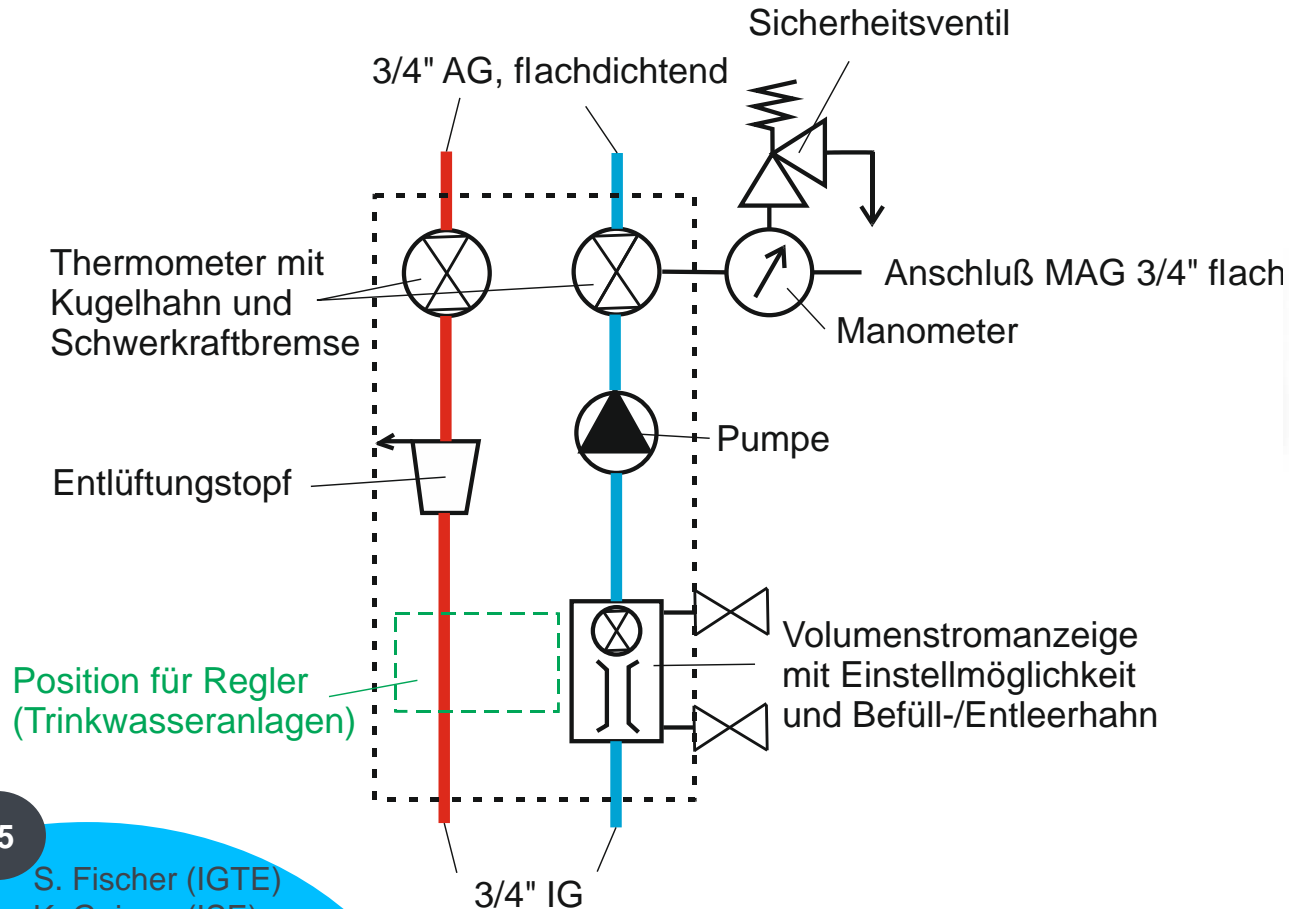
Standing als Fuß

### Standardisierung von:

- Achsabstand (Vor-/ Rücklauf): 100 mm (Marktrecherche)
- Wärmedämmkonzept: EPP- oder PUR-Schalen (Marktrecherche)
- Anschlüsse:
  - kollektorseitig:  $\frac{3}{4}$ " AG
  - speicherseitig:  $\frac{3}{4}$ " IG (für flachdichtende Verschraubung)
  - MAG:  $\frac{3}{4}$ " AG (Marktrecherche)
- Anordnung der Komponenten

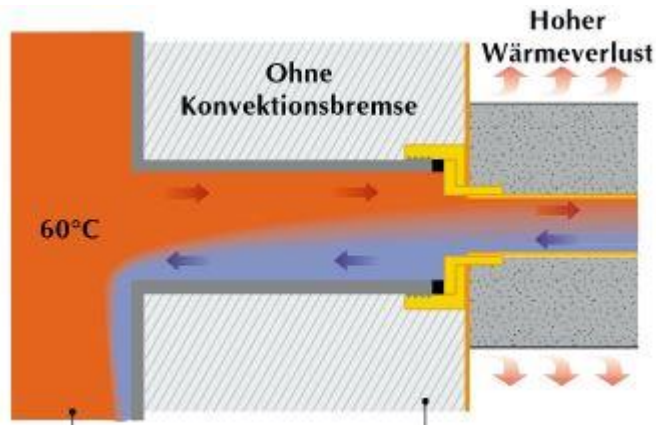


## Standardsolarstation – Anordnung der Komponenten



## Mikrozirkulationsbremse (MZB)

- Entwicklung einer in den Speicheranschluss integrierbaren Mikrozirkulationsbremse zur Verringerung der Wärmeverluste des Speichers



Wenige kommerziell verfügbare MZB (Thermosiphon, Konvektionsbremse):



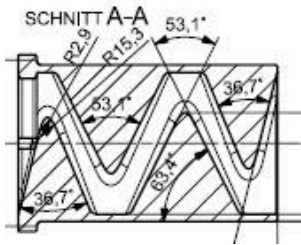
[[http://www.weinmann-schanz.de/...](http://www.weinmann-schanz.de/)]



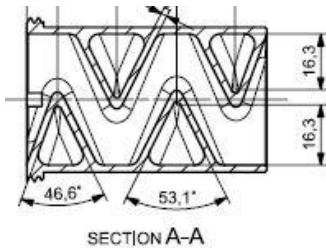
[[http://www.wagner-solar.com/...](http://www.wagner-solar.com/)]

Prototypen als 3D-Teile aus ABS hergestellt beim IAO:

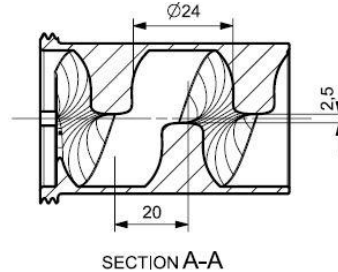
MZB2



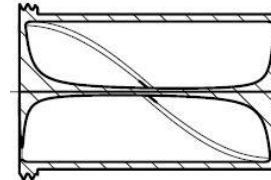
MZB5



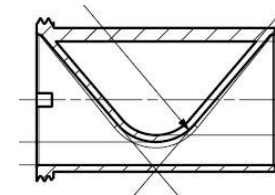
MZB6



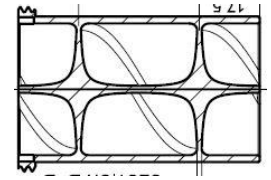
MZB7

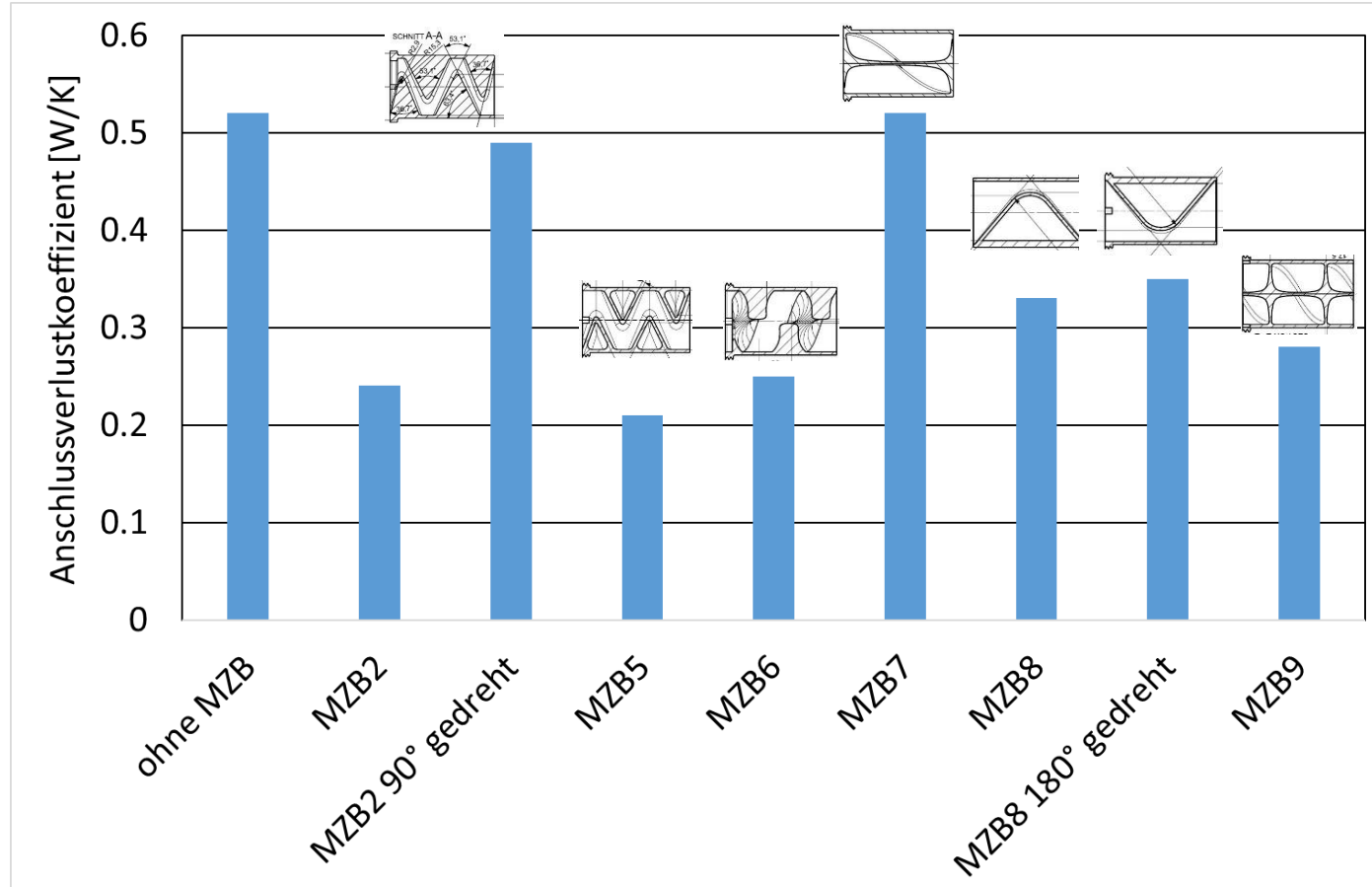


MZB8



MZB9



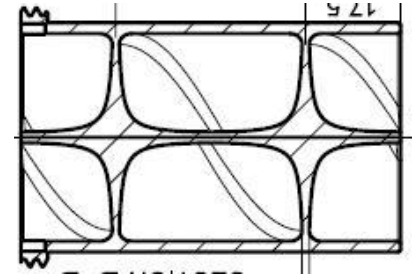




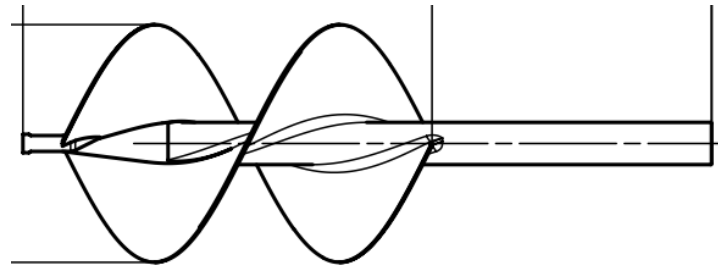
### Favorit: MZB 9

Vorteile: -geringer Anschlussverlustkoeffizient mit 0,28 W/K (Einfluss der Einbaulage muss noch geprüft werden)  
-geringsten Druckverlust

Nachteil: -kann auch geteilt nicht im Spritzgussverfahren hergestellt werden



Weiterentwicklung ohne Zylinder:



# Verfügbarkeit der Standards

31

S. Fischer (IGTE)

K. Geimer (ISE)

S. Bachmann (IGTE)

## Brand für Standards: EASY-ST

- Solar Thermie, Solar Thermal, Standard, Installation, KoST, KoSTenreduktion, CoST reduction
- Sprachlich ähnlich wie superlative „easiest“

## Technische Merkmalsgruppen EASY-ST (v01)

- **MOUNT:** Kollektor Befestigungsstandard
- **CONTROL:** Regler Standardmerkmale
- **CONNECT:** Automatikverbinderstandard



## Verfügbarkeit Standarddetails, Beispiele / Branding Infos

- Veröffentlichung bis Mitte Juni über [www.easy-st.org](http://www.easy-st.org)  
(maximal weitere 2 Jahre Bereitstellung über Fraunhofer ISE, dann ggf. BSW o. ä.)

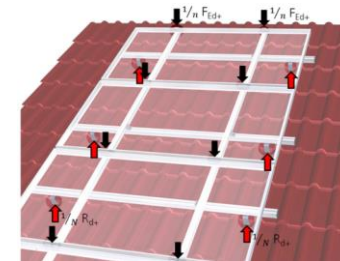
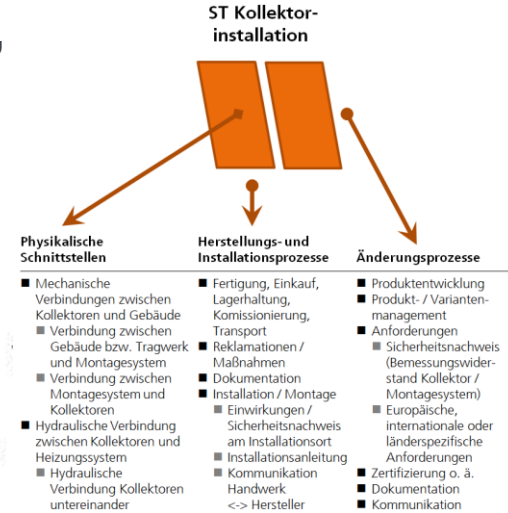
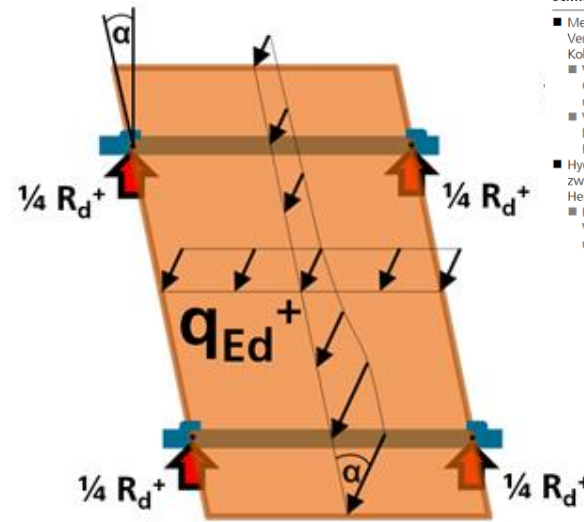
## Leitfaden Solarthermie Montagesysteme und Kollektorinstall., zur kostenoptimierten Auslegung und Anwendungspraxis

- Für Hersteller, SHK Betriebe, beteiligtes Installationshandwerk
- 90 % fertiggestellt

### U. a. folgende Themen:

- Baurechtliche Anforderungen
- Überblick Softwaretools
- Best practice
- Kostenreduktionspotentiale

Ab Mitte Juni: [www.easy-st.org](http://www.easy-st.org)



# Abschätzung Kostensparnis

34

S. Fischer (IGTE)

K. Geimer (ISE)

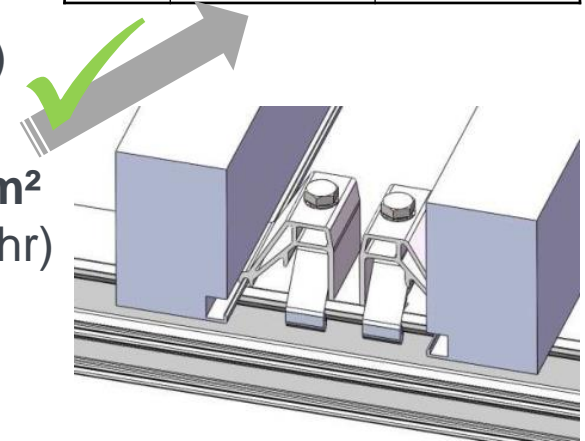
S. Bachmann (IGTE)

### Konsequente Umsetzung Befestigungsstandard MOUNT

-> **Kostenreduktion Montagesystem um Faktor 2..3,5**

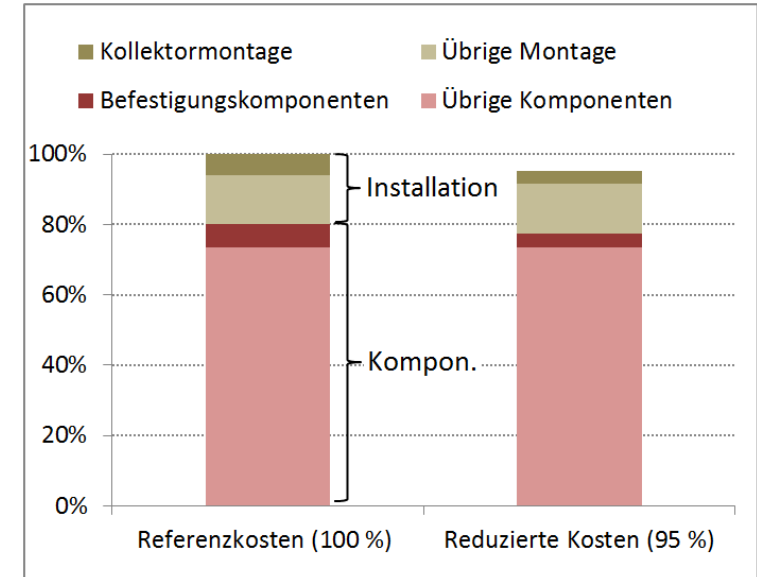
- Grundlage: Kosten pro m<sup>2</sup> Kollektorfläche gegenüber Fachbetr. (Aufdach mit Dachhaken mäßige Wind-/Schneelasten)
- Zielkosten im Vergleich zu PV geringer anzunehmen (ST benötigt weniger Befestigungskomponenten pro Fläche!)
- **ST Montagelösung von Lorenz Montagesysteme inkl. Klemmenlösung MOUNT-L liegt vor: Richtpreis 11..14 €/m<sup>2</sup>** auch für kleine Anlagen von 2..3 Kollektoren (bis 1000 m<sup>2</sup>/Jahr)
  - MOUNT kompatibler Systembaukasten für ST Hersteller, mit unterschiedlichen Dachanbindungen kombinierbar

	IST-Kosten in EUR pro m <sup>2</sup> gegenüber Fachbetrieben	
	PV	ST
Max	35	47
Mittel	<b>18</b>	<b>38</b>
Min	11	26



### Über 5 % Reduktion Gesamtkosten ST Anlage durch Umsetzung MOUNT sowie verbesserte Installationsanleitungen / -abläufe bzw. besseren Austausch zw. Entwicklung / Handwerk

- Annahmen: Referenzsystem EFH Kombianlage DE (IEA SHC Task54); Kostenanteil Befestigung an Komponenten 8 %, Kollektormontage an Installation 30 %; Erreichte Kostenreduktion Kollektormontage 35 %, Befestigungskomp. 40 % (konservativ mit Faktor 1,7)
- Lorenz Richtpreis Faktor 2,7 geringer gegenüber derzeitigen ST Montagesystemkosten
- Bei Lieferantenvereinbarung Kostenübernahme für Werkzeuge, Tests etc. von Lorenz



Solaranlage zur Trinkwassererwärmung	Referenzanlage	Änderung	„standardisierte“ Anlage
Investitionskosten Anlage [€]	2.600	-10 %	2.340
Investitionskosten Installation [€]	1.250	-10 %	1.125
Wartung- & Betriebskosten [€/a]	97	-24 %	74
Energieeinsparung [kWh/a]	2.226	+10 %	2.449
Lebensdauer [a]	25	+10 %	27.5



	$LCoH_{sol,fin}$ [€]	$LCoH_{conv,fin}$ [€]	$LCoH_{ov,fin}$ [€]
Konventionelle Referenzanlage	-	11,3	11,3
Referenzanlage zur solaren Trinkwassererwärmung	11,3	12,1	12,0
„standardisierte“ Anlage zur solaren Trinkwassererwärmung	8,2	12,6	11,5

<http://task54.iea-shc.org/info-sheets>

Alle Kosten ohne UST.



Reduktion der solaren Wärmekosten um 30 %

# Zusammenfassung und Ausblick

39

S. Fischer (IGTE)

K. Geimer (ISE)

S. Bachmann (IGTE)

*„Ein gelungenes Projekt, welches zeigt, dass auch die Solarthermie es geschafft hat die Produktionskosten über die Jahre zu senken und noch weitere Schritte dazu in Angriff nehmen wird. Wir von GREENoneTEC werden für die weitere Entwicklung unserer Kollektoren die „Einheitsnut“ in unsere Konstruktion einfließen lassen und bei Bedarf auch unseren Kunden zur Verfügung stellen.*

*Danke noch mal an alle Beteiligten für die offene und qualitativ hochwertige Diskussion und Mitarbeit in diesem Projekt“*

*„Die Beteiligten des Projekt KoST haben durch einen sehr umfassenden Blick auf die solarthermische Praxis versucht, bestehende Hemmnisse abzubauen. Die Ergebnisse sind:*

- *Die Standardisierung von Komponenten führt sowohl zu niedrigeren Kosten als auch (durch Wiedererkennung) zu einer Verringerung von Montagefehlern.*
- *Unter ergonomischen Gesichtspunkten geprüfte Montageanleitungen und –abläufe vereinfachen und beschleunigen die Montage durch den Handwerker.*
- *Alles zusammen hilft, die Solarthermie weiter auszubauen und ist damit ein wichtiger Baustein der Energiewende.*

*Die Zusammenarbeit im Projekt war äußerst konstruktiv und hat außerdem Spaß gemacht!*

*„Grundsätzlich erscheint uns eine Standardisierung im Bereich der Solarthermie als ein wichtiger Ansatz. Das Projekt KoST hat deutlich dazu beigetragen hier Ansätze zu entwickeln.“*

- *Eine einfache Installation und damit auch geringere Fehlerquellen bei Installation und Inbetriebnahme sind wesentliche Optimierungspotentiale.*
- *Die Festlegung von Standardschnittstellen wie hydraulische Anschlüsse oder Verbindung Kollektor-Montagesystem erscheinen uns gute Ansätze.*
- *Eine Standardkollektorgroße ist für KBB Kollektorbau hingegen nicht erstrebenswert.*

*Gut gefallen hat uns hier die enge Zusammenarbeit zwischen Forschung und Kollektorherstellern. Der Input der Hersteller wurde bzgl. der Schnittstellenentwicklung innerhalb eines angenehmen Austauschs klar berücksichtigt.“*

- Erste Standards für Komponenten und Schnittstellen entwickelt und verfügbar
- Standardisierung führt zu einfacher zu installierenden, verlässlicheren und effizienteren Systemen
- Konsequente Standardisierung führt bei entsprechende Massenfertigung zu signifikanten Kosteneinsparungen
- Weitere Arbeiten notwendig insbesondere zur noch einfacheren Installation und Wartung

## Ausblick / Themen für Folgeprojekte

- Plug and flow vom Kollektor bis zum Speicher mit Schnellmontagerohr
- Marktrecherche, thermische Vermessung und Klassifizierung von Schnellmontagerohren (Gebrauchsdaueranalyse)
- Entwicklung und Einsatz kabelloser Temperaturfühler
- Standardisierung Reglerkommunikation
- Entwicklung up und downscaling Verfahren Speicher > 600 l
- Bau und Erprobung (Prüfung) der Standardisierten Komponenten
- Vergleich Montage standardisierte Anlage / normale Anlage

- Einheitliches Glykol
  - Marktrecherche Glykole
  - Prüfung Mischbarkeit
  - Erarbeitung Anforderungen (Gebrauchsdauermanalyse, Definition Anforderungen, Entwicklung Prüfung ob Anforderungen erfüllt)
- Entwicklung einer **Solarapp zur Ertrags- und Preisberechnung (SEPB)**
  - Ertragsberechnung
  - Fördergeldberechnung
  - Berechnung solare Wärmepreise
  - Ecolabeling
  - ...



- Entwicklung einer standardisierten Vorgehensweise zur Wirtschaftlichkeitsrechnung
- Subtask lead IEA LCA/LCoH Projekt
- Mitarbeit in Normungsgremien, Mitarbeit Task 57 follow up

Stephan Fischer, Stephan Bachmann

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik  
und Energiespeicherung IGTE

[www.itw.uni-stuttgart.de](http://www.itw.uni-stuttgart.de)

[stephan.fischer@igte.uni-stuttgart.de](mailto:stephan.fischer@igte.uni-stuttgart.de)

Konstantin Geimer

Fraunhofer-Institut  
für Solare Energiesysteme ISE

[www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de)

[konstantin.geimer@ise.fraunhofer.de](mailto:konstantin.geimer@ise.fraunhofer.de)

Mit Unterstützung von:



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Industriepartner:

