



Berechnung von Kunststoffkollektoren mit Überhitzungsschutz

Robert Hausner

AEE INTEC – Institut für Nachhaltige Technologien
A-8200 Gleisdorf, Feldgasse 19

Katharina Resch

Montanuniversität Leoben
A-8700 Leoben, Franz-Josef-Straße 18

Gernot Wallner

Johannes Kepler Universität Linz
A-4040 Linz, Altenberger Straße 69

www.aee-intec.at AEE - Institut für Nachhaltige Technologien



Kunststoffe in der Solartechnik, Linz 6.7.2011

Kostenreduktionspotenzial bei Flachkollektoren durch Einsatz von Kunststoffen

Klassische Kollektormaterialien

- Absorber: Kupfer, Aluminium, (Stahl) - Stillstandstemperatur > ~ 200°C
- Abdeckung: Glas, (Kunststoffe)
- Dämmung: Steinwolle, (Kunststoffe)
- Gehäuse: Holz, Metalle (Aluminium)

Ersatz durch Polymere bei gleicher Funktionalität:

Absorber: Hochtemperatur-Polymere, >>140°C: >> ~10 €/kg

Preiswertere Polymere: 90 -140°C: ~2 - 10 €/kg
bis 90°C: 1 - 2 €/kg

www.aee-intec.at AEE - Institut für Nachhaltige Technologien

Anwendungen und Temperaturbereiche

Kunststoffe in solarthermischen Systemen

Anwendung	Temperaturbereich Anwendung (Speicher)	Polymere
Schwimmbaderwärmung	30°C	+++
Warmwasser und Raumheizung	60°C (90°C)	++
Industrielle Prozesswärme	30 – 250°C	+

Stillstandsproblematik:

- Flachkollektoren selektiv beschichtet: ~ 200°C
- Flachkollektoren nicht selektiv (schwarz): ~ 150°C
- Schwimmbadabsorber: ~ 90°C

Temperaturbegrenzungsmaßnahmen

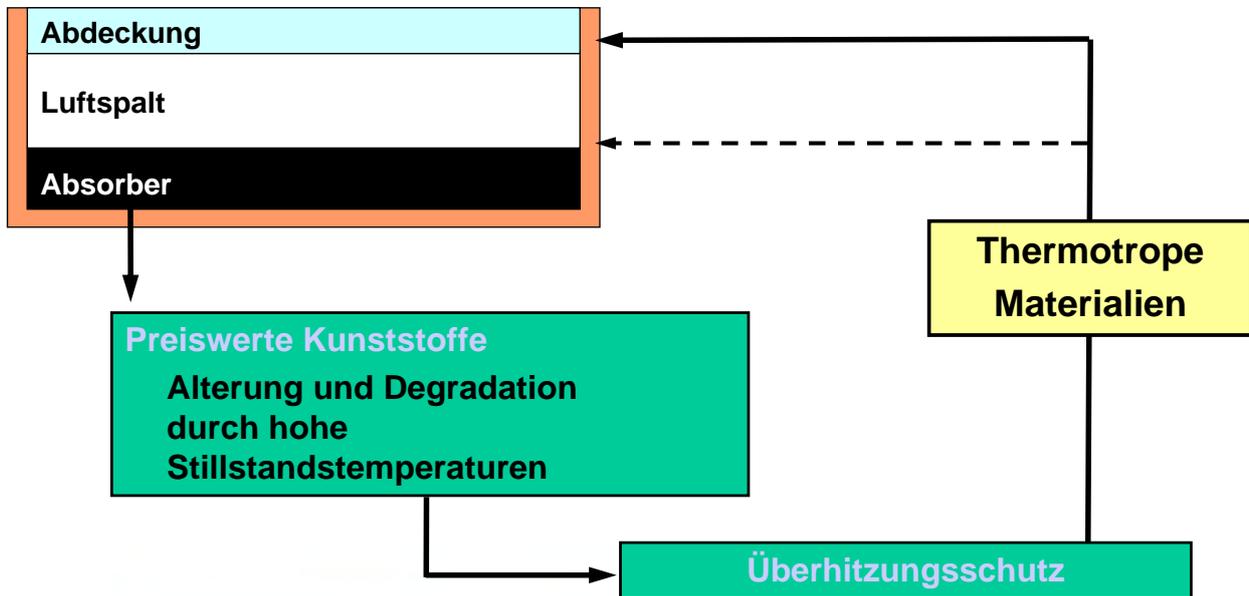
Verminderung der Häufigkeit des Auftretens von hohen Temperaturen im Stagnationsfall:

- Regelungstechnische Maßnahmen
 - Nachtkühlung
 - Aktives Luftkühlsystem
 - ...
- Schaltungstechnische Maßnahmen (störungsfreier Ablauf eines Stagnationsvorganges)
- nicht geeignet für Kunststoffkollektoren

Vermeidung des Auftretens von hohen Temperaturen im Stagnationsfall:

- Erhöhung der Kollektorverluste generell (-)
- Erhöhung der Kollektorverluste nach Überschreiten einer Grenztemperatur:
 - Durchlüftung (thermische Verluste, temperaturgesteuert, mechanisch)
 - Elektrochrome Materialien (optische Verluste, temperaturgesteuert, elektrisch)
 - Thermotrope Materialien (optische Verluste, temperaturgesteuert)
 - ...
- Eigensicherheit ist notwendig und kann auch erreicht werden

Temperaturbegrenzungsmaßnahme thermotropes Material



Thermotrope Materialien

ändern ihre optischen Eigenschaften mit der Temperatur

Reversibler Übergang von transparent zu streuend

Materialien mit 2 Komponenten

- Thermotrope Hydrogele (Entmischung)
- Thermotrope Polymer Blends (Entmischung)
- **Gießharzsysteme mit dauerhaft eingebetteter thermotroper Komponente**
(ändert den Brechungsindex bei der Schalttemperatur durch Phasenwechsel)



Modellierung eines Flachkollektors mit Überhitzungsschutz

Mathematisch physikalische Abbildung eines Flachkollektors auf der Basis bekannter Algorithmen (Duffie – Beckman, VDI Wärmeatlas, ...)
Einbindung des funktionalen Elementes thermotrope Schicht

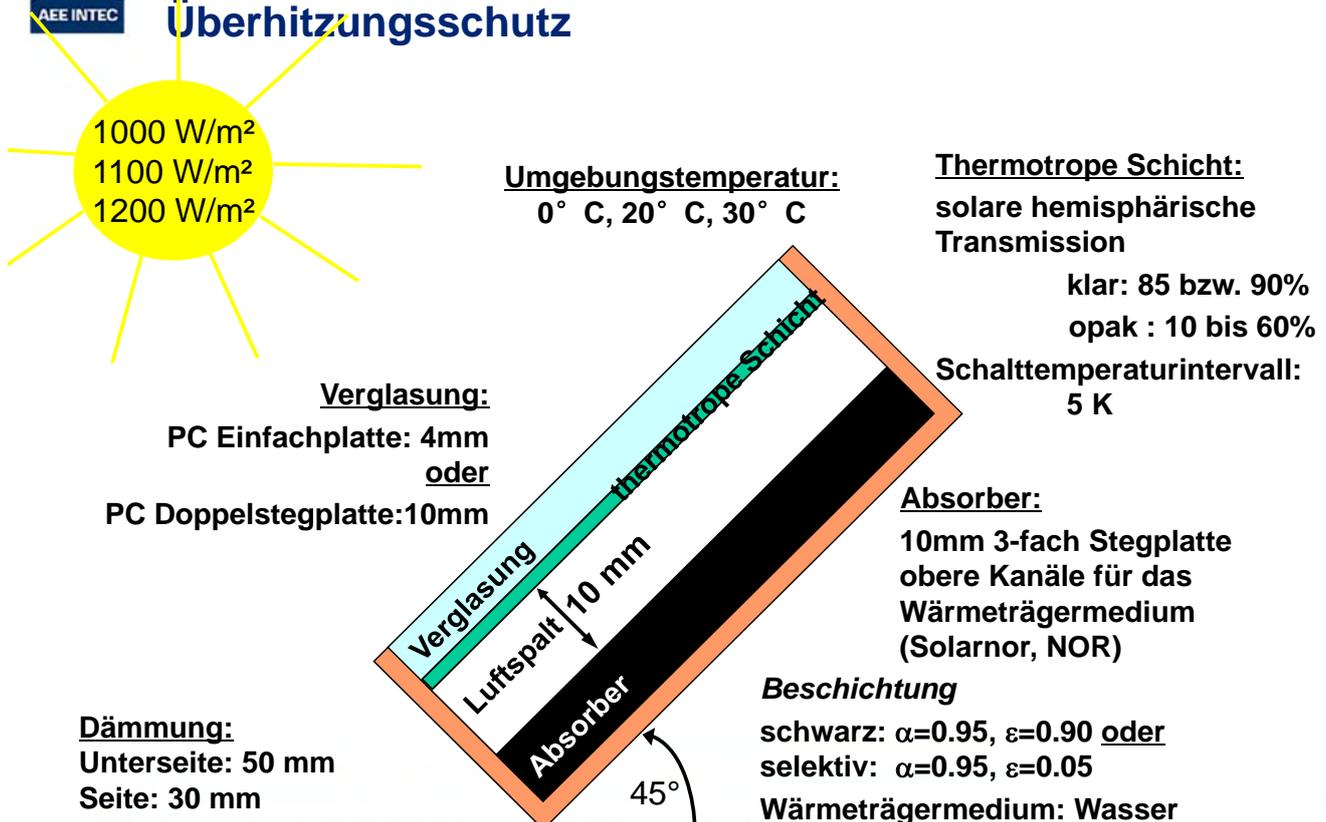
Ergebnisse:

- thermische Leistungsfähigkeit und Kollektorwirkungsgrade
- Stillstandstemperatur
- Auswirkung thermotroper Schichten auf diese Eigenschaften

Aufzeigen der Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes thermotroper Schichten bei unterschiedlichen Kollektorkonfigurationen

Erarbeitung von Zielvorgaben für die Entwicklung von thermotropen Schichten in Abhängigkeit von der Kollektorkonfiguration.

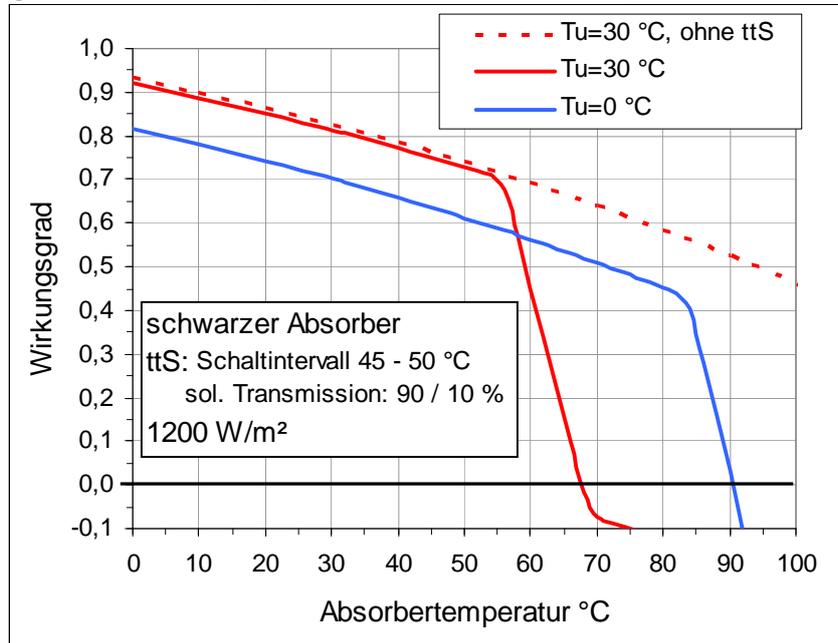
Modellierung eines Flachkollektors mit Überhitzungsschutz



Flachkollektor mit integriertem Überhitzungsschutz

Einfluss der thermotropen Schicht (an der Abdeckung) auf den Kollektorwirkungsgrad

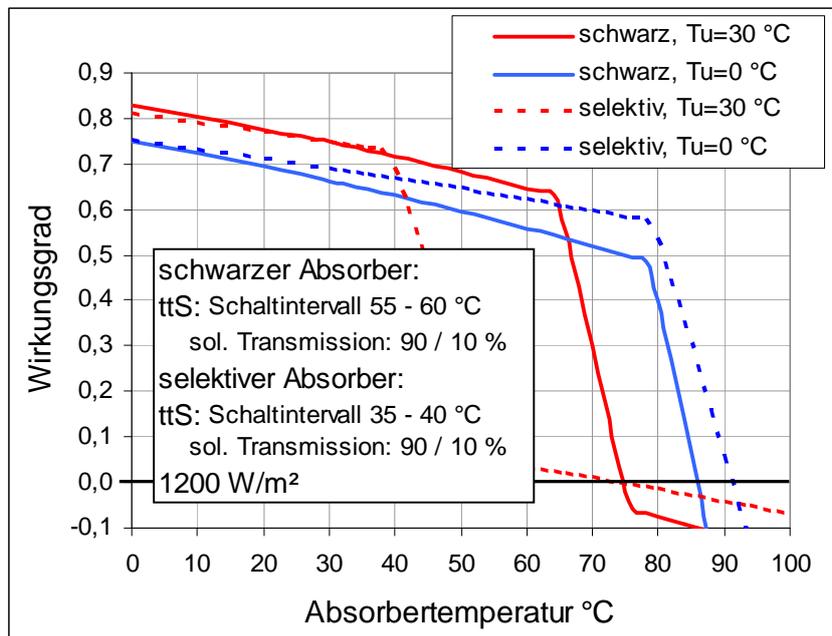
Einfachplatte Zielvorgabe: max. Absorbtemperatur: ~80-90°C



Flachkollektor mit integriertem Überhitzungsschutz

Einfluss der thermotropen Schicht (an der Abdeckung) auf den Kollektorwirkungsgrad

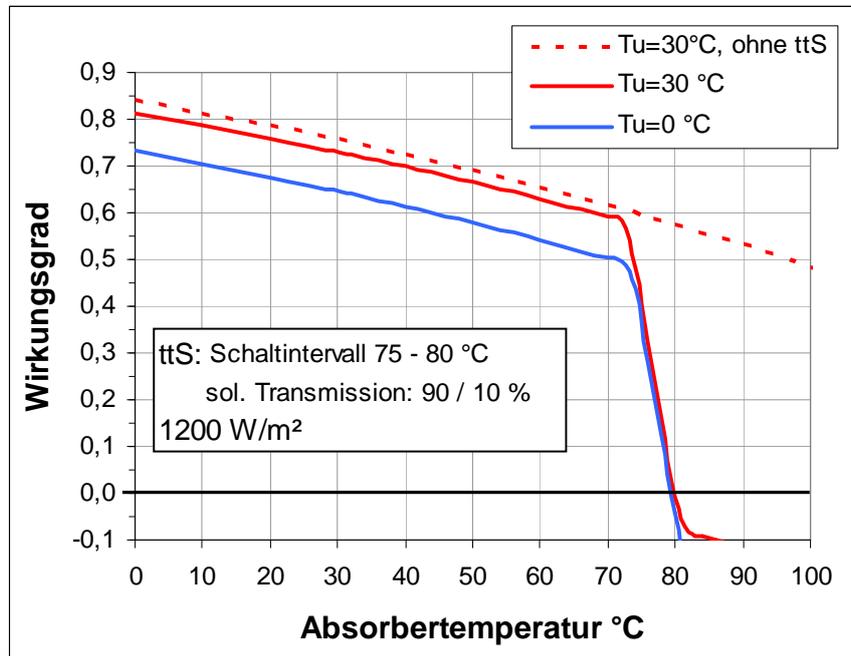
Doppelstegplatte Zielvorgabe: max. Absorbtemperatur: ~80-90°C



Flachkollektor mit integriertem Überhitzungsschutz Einfluss der thermotropen Schicht (am Absorber) auf den Kollektorstand

Doppelstegplatte
unabhängig von Absorberbeschichtung

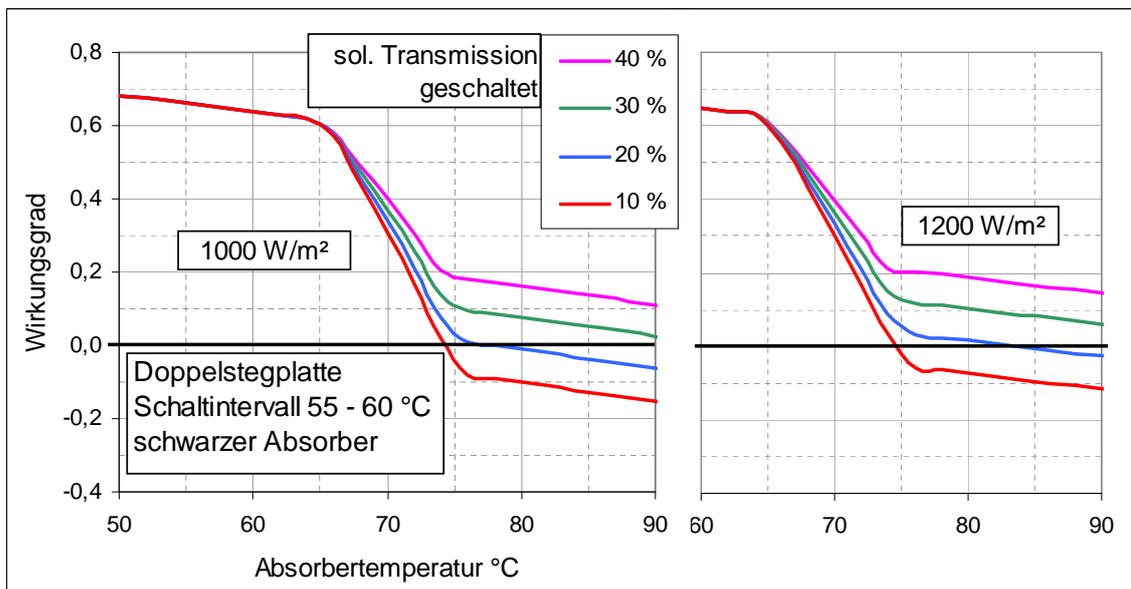
Zielvorgabe: max. Absorbtemperatur: ~80-90°C



Flachkollektor mit integriertem Überhitzungsschutz

Zulässige Transmission opak zum Erreichen der Zielvorgabe $T_{\text{Abs max}} \sim 90^\circ\text{C}$

Doppelstegplatte, $T_u = 30^\circ\text{C}$, ttS an der Abdeckung

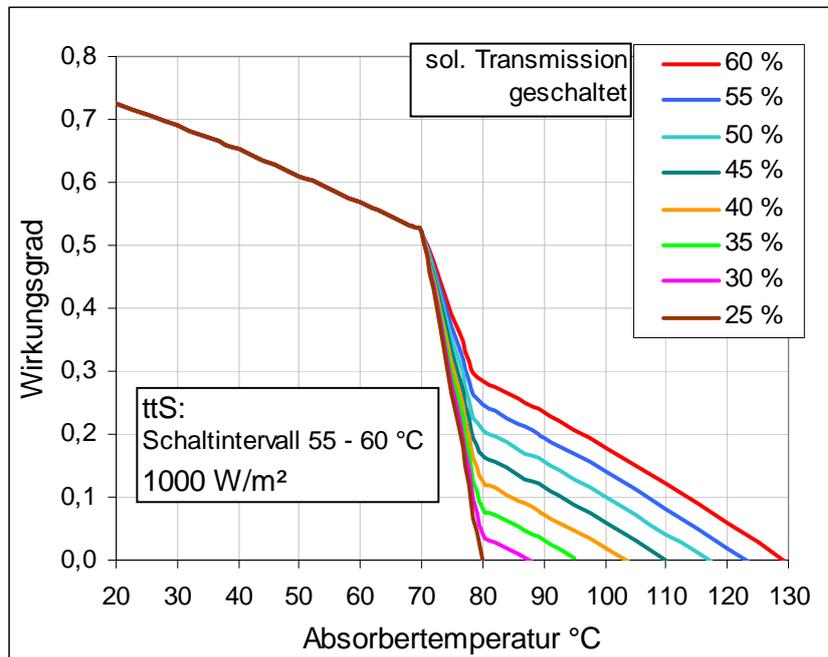


Für die Zielvorgabe max. Absorbtemperatur ~ 90 °C ist eine solare Transmission im opaken Zustand von etwa 25 % zu erreichen

Flachkollektor mit integriertem Überhitzungsschutz

Temperaturbegrenzungsverhalten - Transmission im opaken Zustand

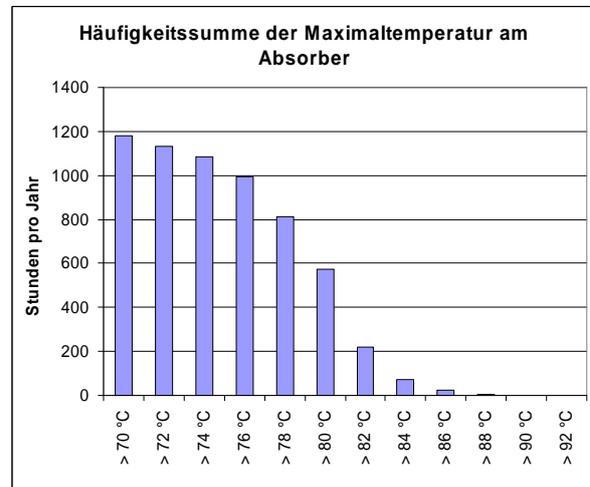
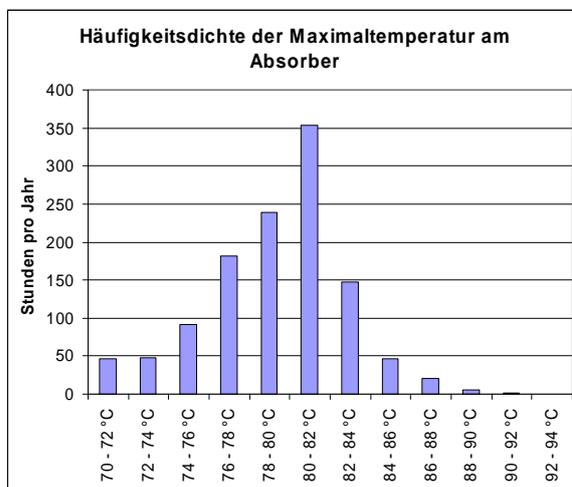
Doppelstegplatte, $T_u = 20^\circ\text{C}$, $t_t\text{S}$ an der Abdeckung



Flachkollektor mit integriertem Überhitzungsschutz

Jahresstatistik der Maximaltemperatur am Absorber (Stagnation)

Doppelstegplatte, schwarzer Absorber, $t_t\text{S}$ an der Abdeckung 80/10% - 55/60°C
Klimatensatz Graz, senkrechte Aufstellung (Fassadenintegration)



Flachkollektor mit integriertem Überhitzungsschutz Schlussfolgerungen

- **Thermotrope Schichten können erfolgreich zum Überhitzungsschutz eingesetzt werden.**
- **Kollektoren aus kostengünstigen Polymermaterialien mit Doppelstegplatten-Verglasung und darauf integrierter thermotroper Schicht sind zusammen mit einem nicht selektiv beschichtetem Absorber für die solare Raumheizung und Warmwasserbereitung gut geeignet.**
- **Eine Montage der thermotropen Schicht am Absorber ist eine günstige Alternative.**
- **Die solare Transmission der thermotropen Schicht im ungeschalteten Zustand soll 85% möglichst übersteigen.**
- **Solare Transmissionen im opaken Zustand von 25 bis 60% ergeben Maximaltemperaturen im Bereich von etwa 90 bis 130°C.**
- **Die notwendigen Schalttemperaturen sind abhängig von der Kollektorkonfiguration, sie betragen für Stillstandstemperaturen von etwa 80°C und den oben angegebenen Fall (ttS an der Abdeckung) 55 – 60°C, bzw. 75 – 80°C (ttS am Absorber).**
- **Insgesamt stellen diese Zielvorgaben sehr hohe Anforderungen an die Entwicklung geeigneter thermotroper Schichten.**

Die Forschungsarbeit zu diesem Thema wird durchgeführt am Polymer Competence Center Leoben GmbH (PCCL) innerhalb des Rahmens des K_{plus} Programms des österreichischen Ministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie mit Beiträgen durch die Universität Leoben, der Technischen Universität Graz, der Johannes Kepler Universität Linz, der JOANNEUM RESEARCH Forschungs-GmbH und der Oberösterreichischen Forschungs-GmbH. Das PCCL wird gefördert vom Staat Österreich und den Ländern Steiermark und Oberösterreich.

Die hier vorgestellten Modellierungsarbeiten wurden von AEE INTEC im Auftrage des PCCL durchgeführt.

ZUKUNFTSfonds
STEIERMARK

 Das Land
Steiermark



Diese Arbeit wird gefördert durch das Land Steiermark, Abteilung *Zukunftsfonds Steiermark*.