

# Validierung des dynamischen Verhaltens von Erdwärmesonden in TRNSYS



An-Institut der

1 1  
1 0 2  
1 0 0 4  
Leibniz  
Universität  
Hannover

O. Mercker<sup>1</sup>, P. Pärisch<sup>1</sup>, P. Oberdorfer<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut für Solarenergieforschung Hameln (ISFH)

<sup>2</sup> Georg-August-Universität Göttingen

## Verbundprojekt zur systematischen Untersuchung kombinierter Anlagen zum effizienten Heizen mit Solar- und Erdwärme

Projektlaufzeit von September 2010 bis August 2013

### Projektziele

- Effizienz steigern durch solare Unterstützung zur Anhebung der Quelltemperatur und Reduktion der Nutzertemperatur
- Wirtschaftlichkeit steigern und Betriebsrisiko senken durch optimierte Auslegung und Verzicht auf Sicherheitszuschläge
- erweiterte Anwendungsbereiche für kombinierte Anlagen für Gebiete mit geringer Wärmeleitfähigkeit und in Wohnsiedlungen

## Motivation

### Ausgangspunkt

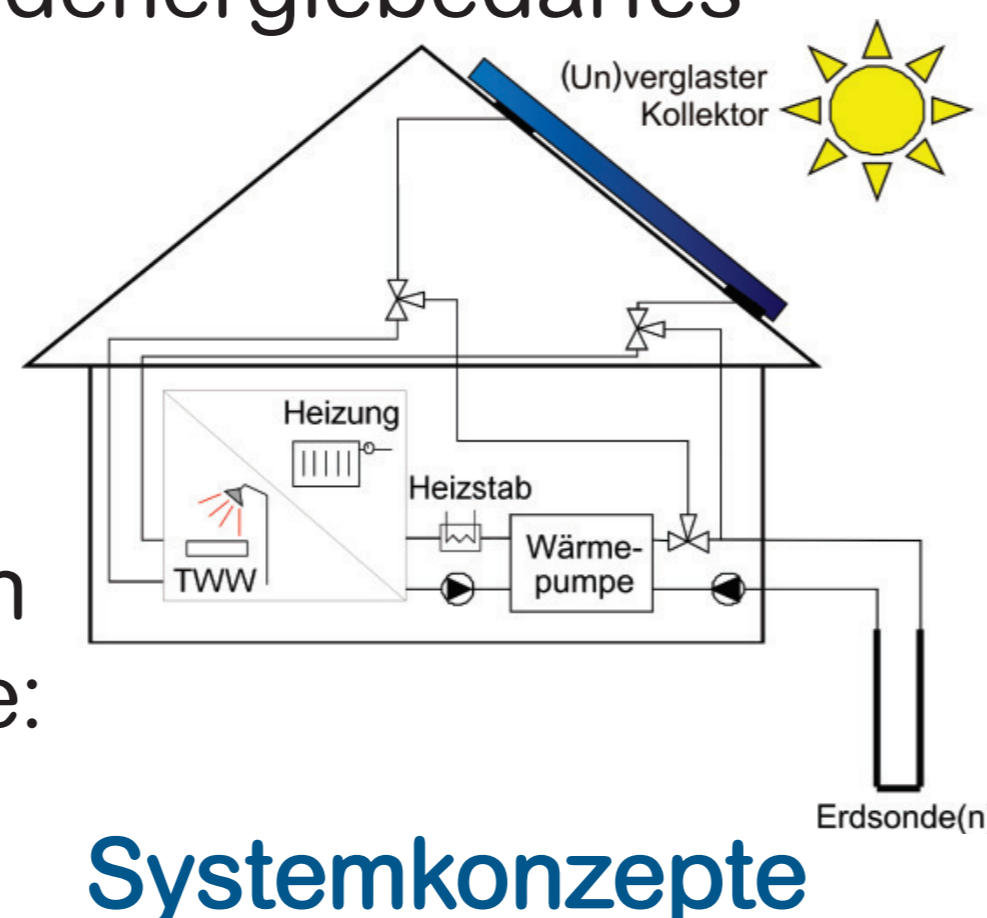
- Raumwärme + TWW  $\approx 35\%$  des Endenergiebedarfs in D

### Anforderung

- möglichst effiziente Deckung dieses Endenergiebedarfes

### Ansatz

- erdreichgekoppelte WP + Solarthermie
- Systeme in TRNSYS vergleichen
- dynamische Betriebszustände erfordern dynamische Validierung der Teilsysteme: Kollektor, Erdsonde und Wärmepumpe

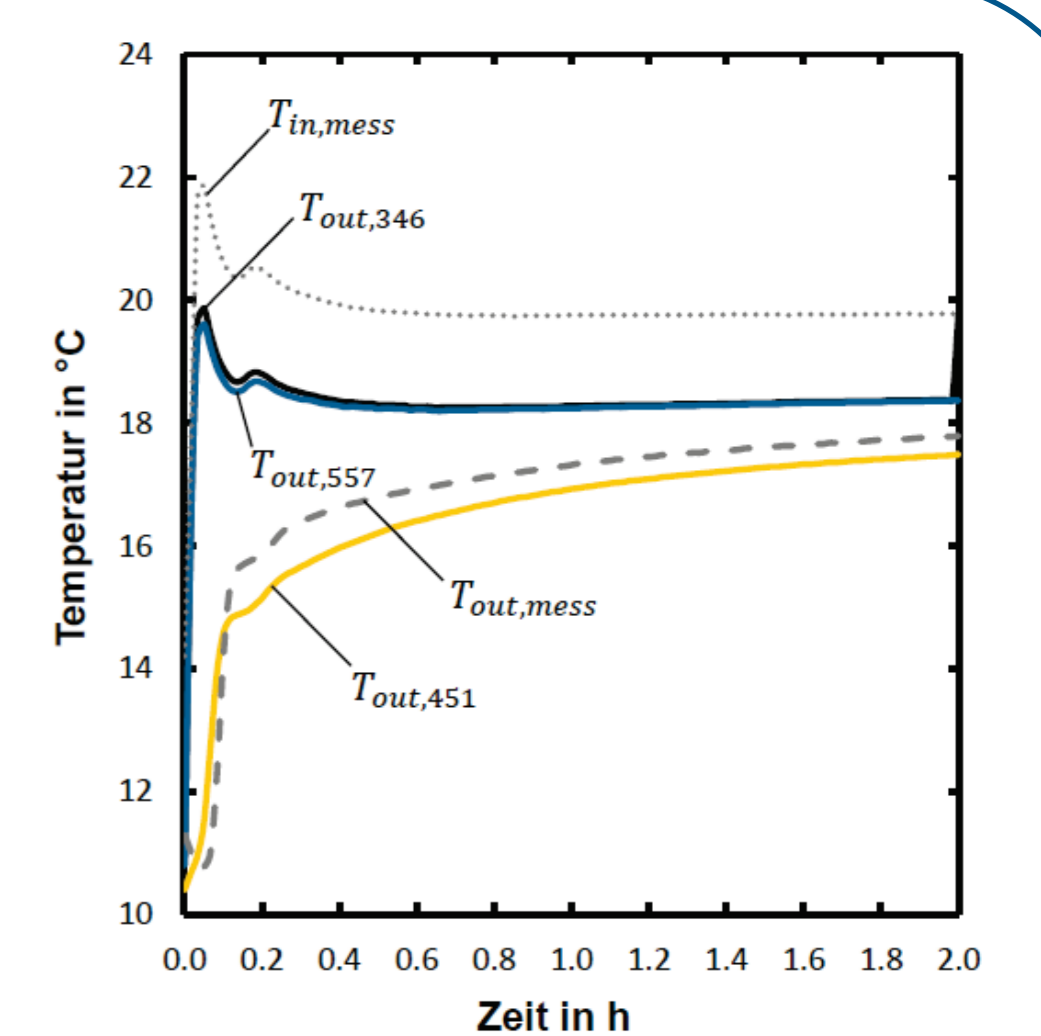


Systemkonzept

## Ergebnisse

### Ausgangssituation

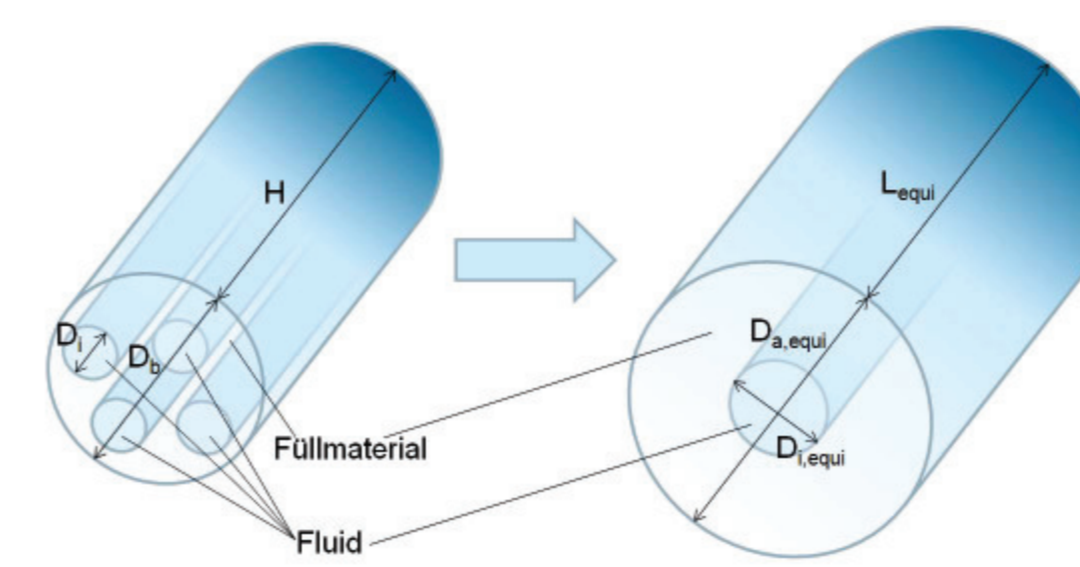
- in guter Näherung ideale Sprungform
- Versuchsdauer etwas zu kurz
- Type 451: gute Approximation bis auf scheinbare Parallelverschiebung
- Types 346 und 557: keine Dynamik, sondern starre Kopplung von  $T_{in}$  &  $T_{out}$



Austrittstemperaturen

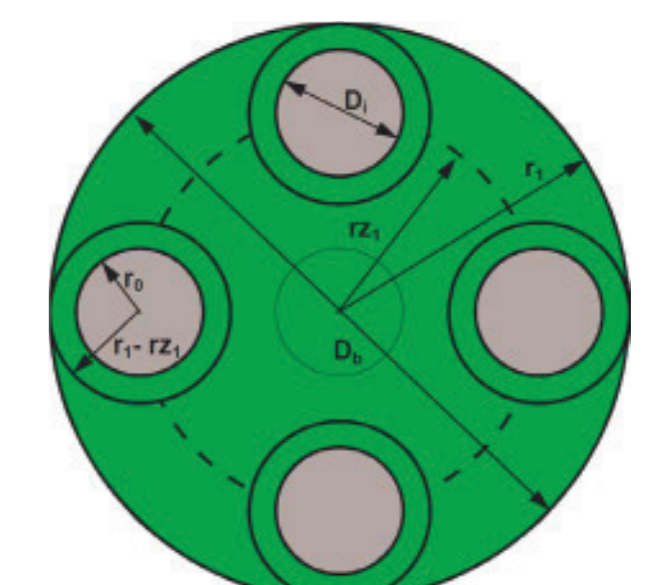
### Optimierungsansätze

- Type 346 und 557: Verwendung eines Vorschaltrohres (Type 604) mit Wärmekapazität von Fluid & Füllmaterial
- Type 451: verminderter Bohrlochradius



Vorschaltrohr

$$D_{a, \text{equi}} = D_b \cdot \sqrt{\frac{H}{L_{\text{equi}}}} \quad D_{i, \text{equi}} = 2 \cdot D_i \cdot \sqrt{\frac{H}{L_{\text{equi}}}}$$



Reduzierter Bohrlochradius

$$r_1^2 = \sqrt{2 \cdot r_2^2 - r_0^2}$$

## Erdwärmesonden-Types in TRNSYS

### Hintergrund

- Vielzahl (analytischer/numerischer) Modelle für Wärmeübertragung in/um Erdwärmesonden (variablem Detailgrad)
- bilden Grundlage für TRNSYS-Types (Rechenaufwand!)

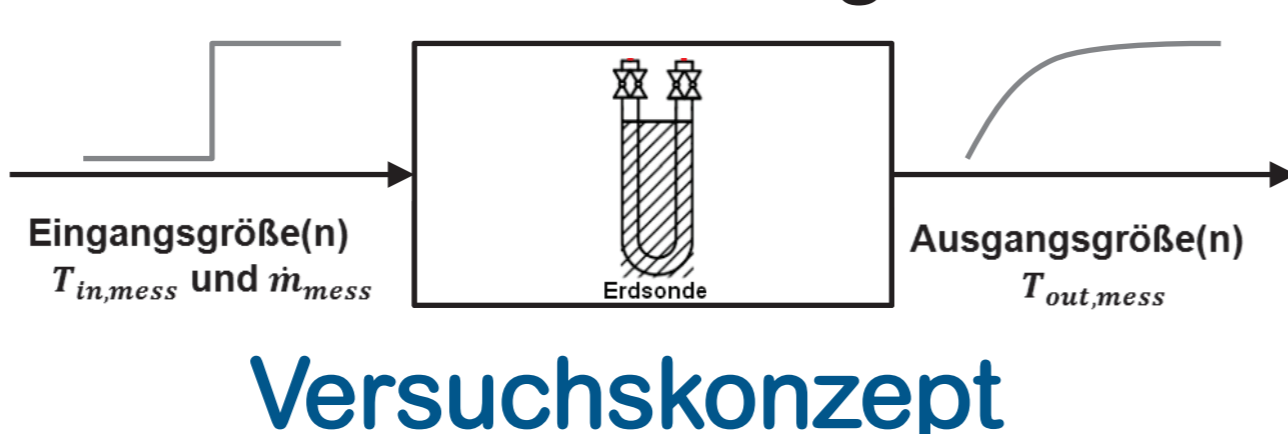
### Qualitäten und Anwendungsgrenzen

	Type 346 (SBM) Superposition Borehole Model	Type 451 (EWS) Vertical Borehole Heat Exchanger	Type 557 (DST) Duct Heat Storage Model
Sondenanzahl	beliebig	1	beliebig
Sondenanordnung	beliebig	vertikal	vertikal + gleichförmig in Zylindervolumen verteilt
Bohrlochkapazität	nicht berücksichtigt	Fluid + Füllmaterial werden berücksichtigt	nicht berücksichtigt

## Versuchsbeschreibung

### Temperatursprungversuch

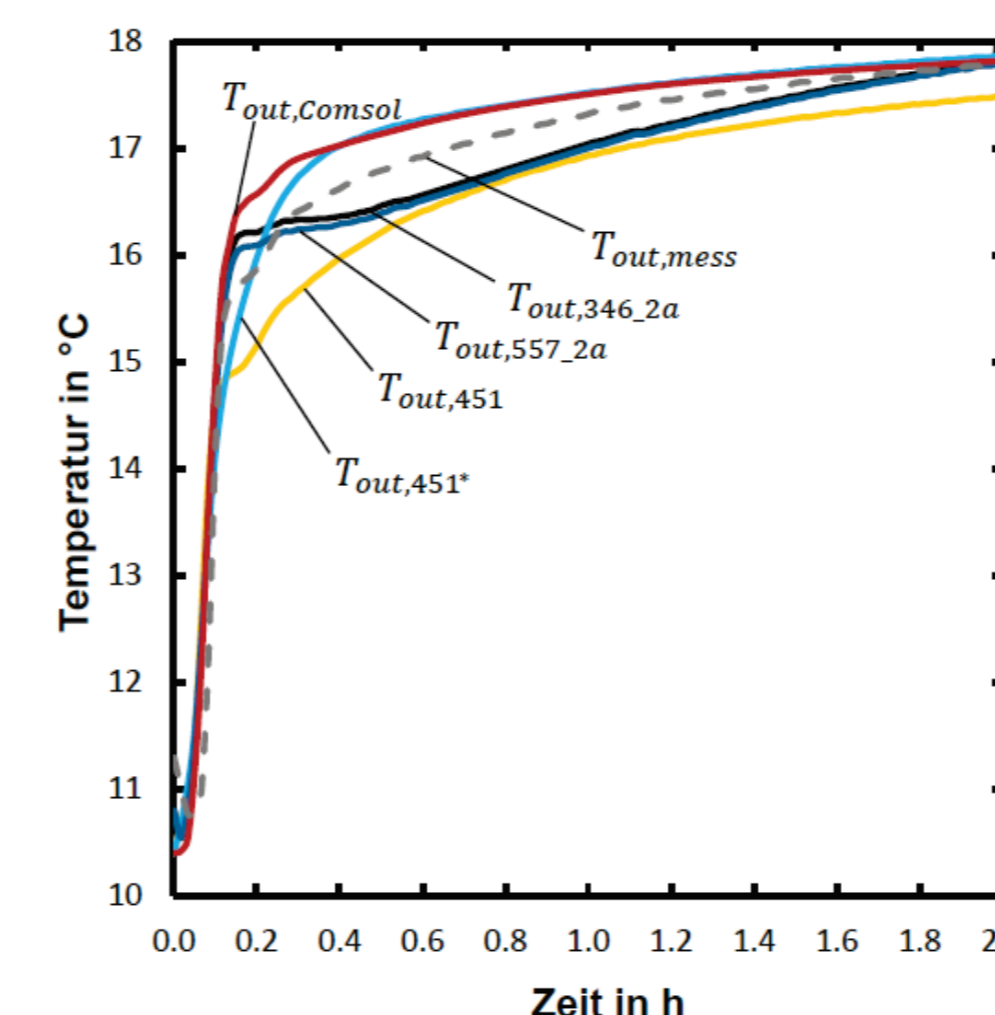
- Messung der Ein- und Ausgangsgrößen an den drei je 70 m langen Doppel-U-Sonden der ISFH-Versuchsanlage
- Regeneration des Erdreichs nach Versuchsende
- Nachsimulation in TRNSYS



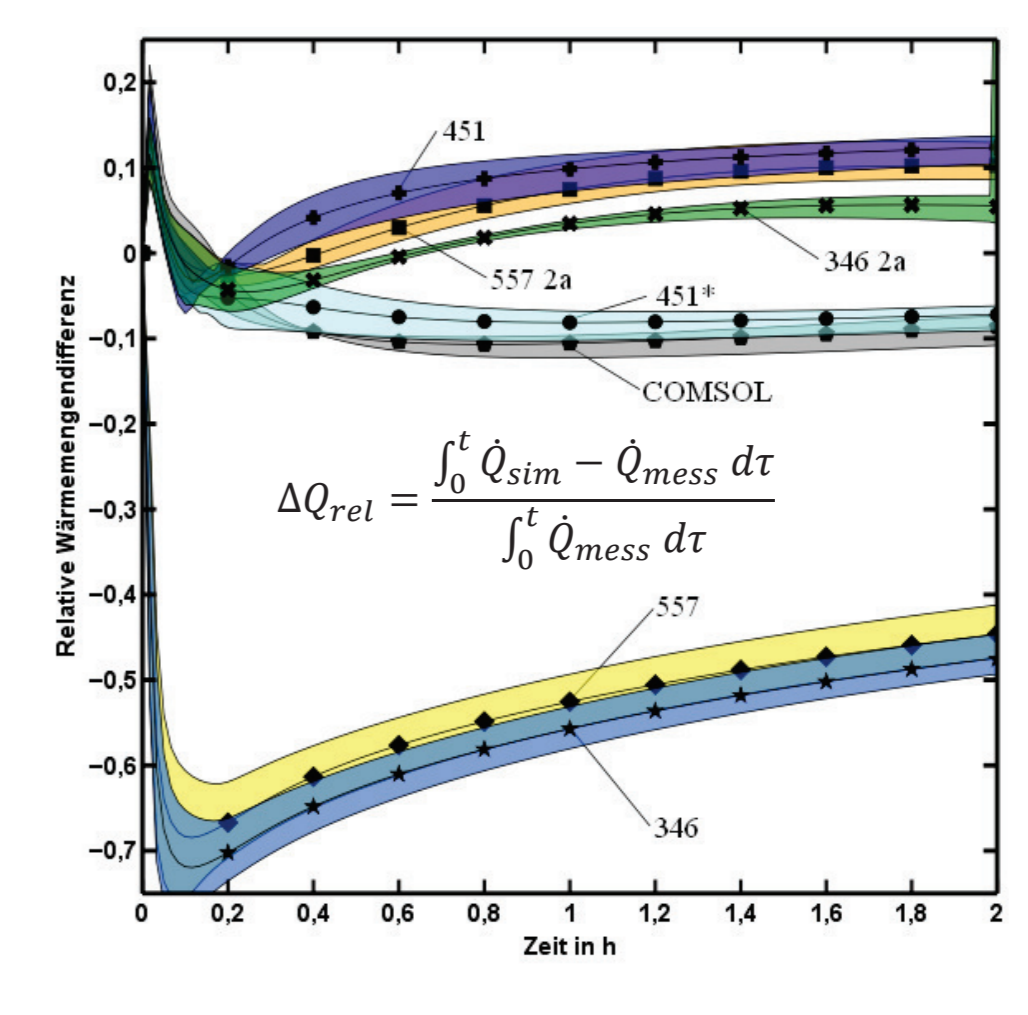
Versuchskonzept

### Verbesserte Nachsimulation

- COMSOL (FEM) als Referenzsimulation (numerisches Optimum)
- alle TRNSYS-Types zeigen sehr gutes dynamisches Verhalten mit ähnlicher Qualität wie COMSOL
- Type 346 approximiert Messung am besten



Austrittstemperaturen

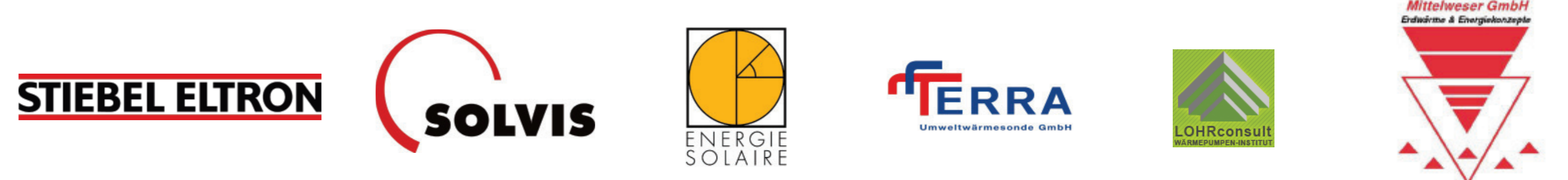


Rel. Wärmemengenabweichung

## Wissenschaftliche Partner



## Niedersächsische Partnerfirmen



Das Projekt „Hocheffiziente Wärmepumpensysteme mit Geo- und Solarthermie-Nutzung“ (kurz: Geo-Solar-WP) wird von der Europäischen Union und dem Land Niedersachsen mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE, W2-8011 4860) gefördert. Die Autoren danken für die Unterstützung.

## Institut für Solarenergieforschung Hameln (ISFH)

Am Ohrberg 1, 31860 Emmerthal, Telefon +49(0)5151 999-100, Telefax +49(0)5151 999-400, Internet www.isfh.de