



Industrie Service



**Erfahrungen bei der Projektabwicklung  
solarthermischer Kraftwerke und Anwendung  
erforderlicher Regelwerksanforderungen  
im Sinne einer hohen Betriebsbereitschaft und Wirtschaftlichkeit**

**Hans Christian Schröder, Christian Irrgang**

Um den zukünftigen Energiebedarf decken zu können, muss die regenerative Energieerzeugung massiv voran getrieben werden.

Die derzeit in Bau befindlichen Kohlekraftwerke können nur als eine mittelfristige Lösung betrachtet werden. Hinzu kommt bei diesen Anlagen die Problematik der CO<sub>2</sub>-Abscheidung durch zusätzliche Anlagen, die zu einer Erhöhung der Stromerzeugungskosten führen werden.

Somit bleibt nicht viel Zeit, um möglichst große Projekte auf dem Gebiet solarthermischer Kraftwerke in Form großer Projekte voranzutreiben.

Das solche Projekte technisch gelingen können, wurde bereits in diversen Projekten nachgewiesen und somit liegt es nun an den Entscheidungsträgern der in Frage kommenden Regionen solche Projekte ohne Handelsbarrieren und unnötige länderspezifische Anforderungen zu ermöglichen.

Bei der Projektabwicklung besteht die Kunst darin, die vorgenannten Kernbereiche optimal technisch miteinander zu verknüpfen, bei gleichzeitig hoher Anlagenverfügbarkeit und Effizienz.

Solarthermische Anlagen der hier betrachteten Größenordnung werden in der Druckgeräterichtlinie derzeit nicht explizit betrachtet.

Daraus ergeben sich hinsichtlich der Einstufung der Kollektoren (Dampferzeuger) und anderer Bereiche weitere Interpretationsmöglichkeiten mit entsprechenden Auswirkungen auf Design, Herstellung, Ausrüstung, Abnahme und Betrieb.

Hinzu kommen dann länderspezifische behördliche Forderungen, die dem europäischen Regelwerk sowie freien Wettbewerb innerhalb der EU teilweise entgegenstehen.

Solche Anlagen lassen sich nur in einem ganzheitlichen Kontext sinnvoll betrachten und sind daher als eine geschlossene Anlage zu bewerten und abzunehmen. Die Bewertung einzelner Anlagenbereiche hinsichtlich Regelwerksanforderungen ist somit nicht zielführend.

Solarthermische Kraftwerke werden in Zukunft an Bedeutung gewinnen und sind als wesentlicher Baustein im zukünftigen Energiemix zu betrachten.

Solche Anlagen bestehen grundsätzlich aus vier Kernbereichen:

- ▶ Dampfproduktion durch die Aufheizung der Kollektoren über große Spiegelflächen
- ▶ Klassischer Kraftwerkstechnologie in Verbindung mit einer effizienten thermischen Speicherung der gewonnenen Solarwärme
- ▶ Stromerzeugung mit einer konventionellen Turbine
- ▶ Einspeisung ins öffentliche Netz

Vor dem Hintergrund, dass diese Zukunftsprojekte und deren Innovation nicht durch unnötige Regelwerksanforderungen belastet werden, sind daher angepasste Betrachtungsweisen erforderlich.

Wegen des permanent wechselnden Sonnenstandes steht bei solarthermischen Anlagen eine hohe Regelgüte im Focus.

Um das vorhandene Energieangebot „Sonne“ auch wirtschaftlich optimal zu nutzen ist dem Motto:

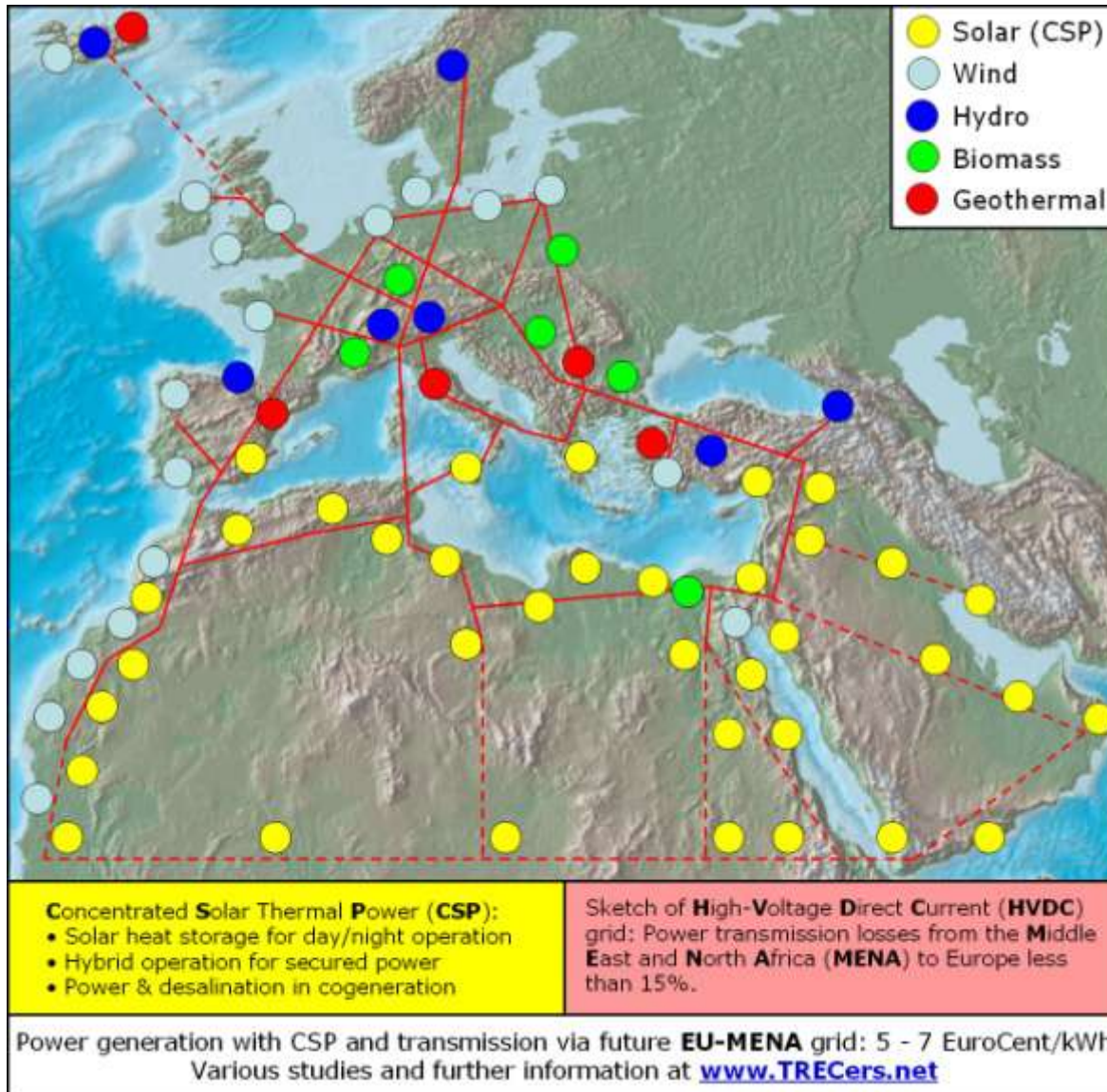
**„Regelung hat Vorrang vor kontraproduktiven Schutzauslösungen“**

besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

# Länderkarte möglicher regenerativer Anlagen

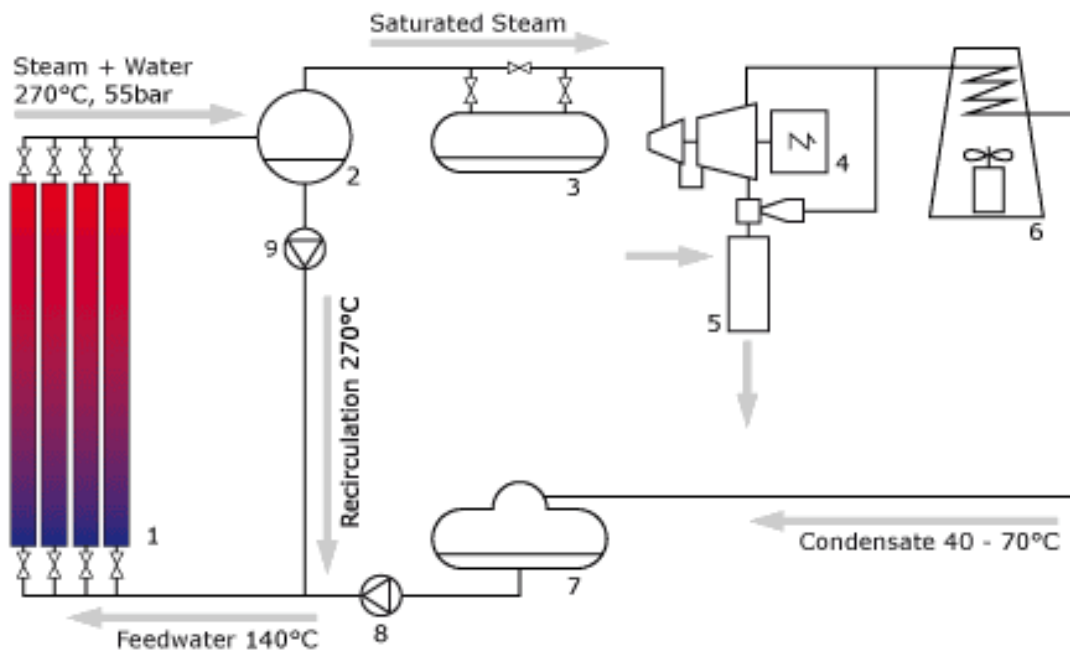


Industrie Service



Mögliche Standorte  
Solarthermische  
Kraftwerke  
Südeuropa / Nordafrika

## Steam Jet Cooling



- |                   |                        |                             |
|-------------------|------------------------|-----------------------------|
| 1 Solar Field     | 4 Turbine              | 7 Dearator / Feedwater Tank |
| 2 Steam Separator | 5 Steam Jet Cooling    | 8 Feedwater Pump            |
| 3 Steam Storage   | 6 Air cooled Condenser | 9 Recirculation Pump        |

## Modulkategorien

A

A 1

G / B 1 + F

## Regelwerke

DGRL

EN 12952

EN 13445

EN 13480

EN 61508 / 61511

## 1. Allgemeine Leistungen für Gesamtanlage:

### 1.1 Beratungsleistungen während der Planungsphase

- Verfahrenstechnische und sicherheitstechnische Beratungsleistungen im Umfang wie erforderlich
- Review von vorhandenen Spezifikationen und Leistungsverzeichnissen, ggfs. Erstellung von Spezifikationen sowie Qualitäts- und Inspektionsplänen
- Schnittstellenabgleich
- Schutzkonzepte und Umsetzung der Prozessleittechnik und Anlagenschutz

### 1.2 Gesamtabnahme, Koordination, Projektbegleitung

- Steuerung der erforderlichen Prüfvorbereitung und Prüfschritte
- Koordination der erforderlichen Prüfungen und Abnahmen mit den Lieferanten.
- Überprüfung der erforderlichen Unterlagen für die Schlussprüfung und Prüfung vor Inbetriebnahme und Erstellung Abschlussbericht als Grundlage für die örtlichen Behörden. Teilnahme an System- und Projektbesprechungen



## 1.3 Prüfung der Sicherheitseinrichtungen und Funktionsprüfungen

Bewertung, Prüfung und Abnahme der Regel- und Schutzfunktionen für die Gesamtanlage

- Hilfsmediumversorgung
- Turbinensystem, Umleitstation, Turbinentrip
- Einwirkungsmechanismen auf Gesamtsystem
- Schwarzfall



## **2. Gutachterliche Stellungnahmen**

zur Erlangung der Genehmigung auf Grundlage vorhandener technischer Unterlagen und gesetzlicher Vorgaben

## **3. Sicherheitstechnische Bewertungen zur Prüffristfestlegung**

## **4. Gefährdungsbeurteilung der Gesamtanlage**

## 5. Leistungen zu Druckgeräten wie Kollektoren, Behältern, Rohrleitungen

### 5.1 Entwurfsprüfung

- Zeichnungsaufwand ca. 80 Stück mit zugehörigen Anlagen
- Entwurfsprüfbescheinigung und Festlegung des Prüfdruckes
- Berücksichtigung der festgelegten technischen Regelwerke und Kundenspezifikationen

### 5.2 Teilbauprüfung im Werk

- Startgespräch mit allen Beteiligten, Herstellerüberprüfung
- Laufende Tätigkeiten im Werk werden an einen ansässigen TÜV vergeben. Durch den TÜV SÜD Industrie Service GmbH erfolgen Zwischenkontrollen. Erforderlicher Zeitaufwand ca. 1 Manntag/Woche (Fertigungszeit 5 Monate)
- Berücksichtigung der festgelegten technischen Regelwerke und Kundenspezifikationen
- Bei der Fertigung des Dampferzeugers gehen wir davon aus, dass dieser vollständig von einem osteuropäischen Lieferanten gefertigt wird (Tschechien, Slowakei oder Polen).

### 5.3 Bauprüfung und Festigkeitsprüfung auf der Baustelle

- Erforderlicher Zeitaufwand ca. 1 Manntag/Woche (Montagezeit 5 Monate)
- Berücksichtigung der festgelegten technischen Regelwerke und Kundenspezifikationen

### 5.4 Schlussprüfung (Druckgerät Dampfkessel)

- Prüfung der Sicherheitseinrichtungen (Sicherheitsventil)
- Prüfbericht, Konformitätsbescheinigung
- Hinweis: Die benannte Stelle für den Dampfkessel wird vom Kesselhersteller beauftragt. Die Leistungen sind hier jedoch aufgeführt, da sich erhebliche Synergieeffekte zur Qualitätssicherung ergeben, wenn dies gemeinsam von einer Stelle ausgeführt wird.



## 6. Qualitätssicherung aller Komponenten

- Designüberprüfung
- Fertigungsüberwachung in den Herstellerwerken, zusätzliche Fertigungsbesuche auf Basis der QIP's zu bestimmten Fertigungsschritten und Bauteilen (z.B. Kesseltrommel, Sammler)
- Bau-/Montageüberwachung während der Errichtungszeit
- Dokumentationsprüfung
- Abnahme

## 7. Vorprüfung und Abnahme der EMSR-Technik und des Anlagenschutzes

- Prüfung der EMSR-Technik und Schutzlogik insbesondere hinsichtlich der systemischen Zusammenwirkens aller Anlagenteile und Verfügbarkeit
- Integrationstest
- die Funktionsprüfungen sind in Punkt 1.3 enthalten
- Abnahme und Dokumentationsprüfung der Software

## 8. Garantie- und Gewährleistungsmessungen

- Erstellung eines notwendigen Messprogramm sowie Messstellenfestlegung
- Bescheinigung des ordnungsgemäßen Einbaus
- Garantienachweise der Anlagenkomplexe gegenüber dem AG
- Garantienachweise Turbine und Rückkühlanlage und der Einspeisequalität
- Nachweis sonstiger technischer Auslegungswerte (Gradienten, Bilanzen etc.)
- Betriebsmittelverbräuche
- Funktionsprüfung und Kalibrierung
- Nachweismessungen entsprechend Genehmigung
- Schallemissionen und Schallimmissionen

Durchführung unter Verwendung von Betriebsmessgeräten und teilweise erweiterter Messinstrumentierung zur Erhöhung der Messgenauigkeit

Grundlagen z. B. DIN 1942 / DIN 1943, VDI 2048, Richtlinien (DLR, FDBR)

# Ansicht Solarfelder und Receiver



Industrie Service



# Ansicht Solarfelder nach Fertigstellung



Industrie Service

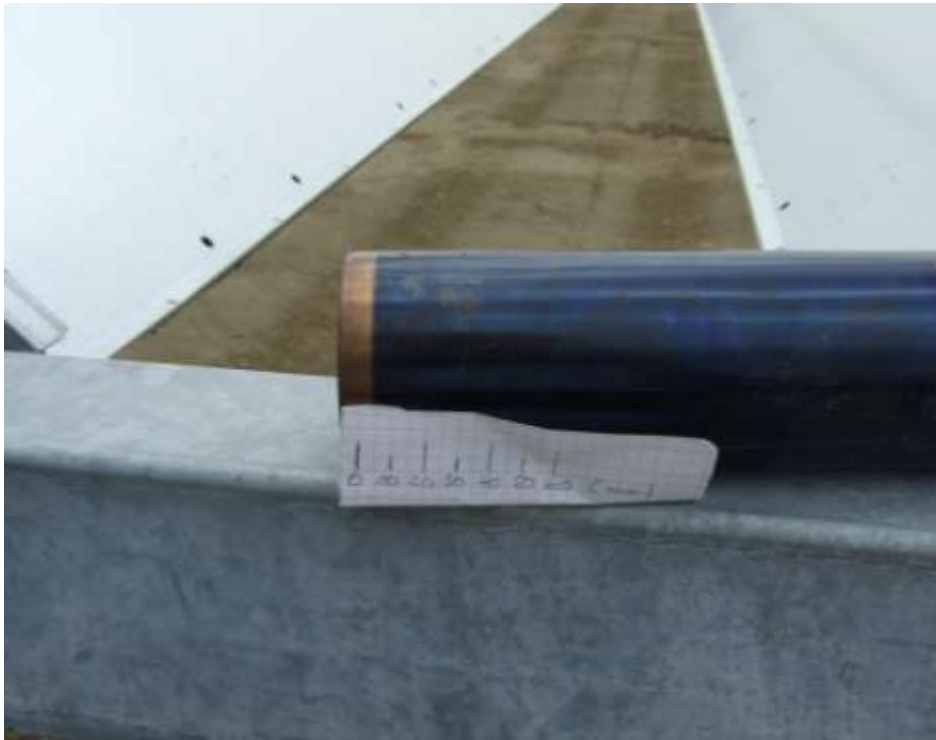


# Detailansicht einzelner Spiegelfelder



Industrie Service





Daten Rohre:  
Werkstoff: 1.4541 mit Beschichtung  
Rohrlängen 2 m  
DN 80 mm / Wanddicke 4 mm



Herstellung Schweißverbindungen:

- ▶ jede SN wird ausgerichtet
- ▶ mechanisierte Schweißung
- ▶ nach Schweißung wird
  - Aufnahme Endoskopie dokumentiert
  - jede Naht außen visuell überprüft
  - ca. 2 % durchstrahlt

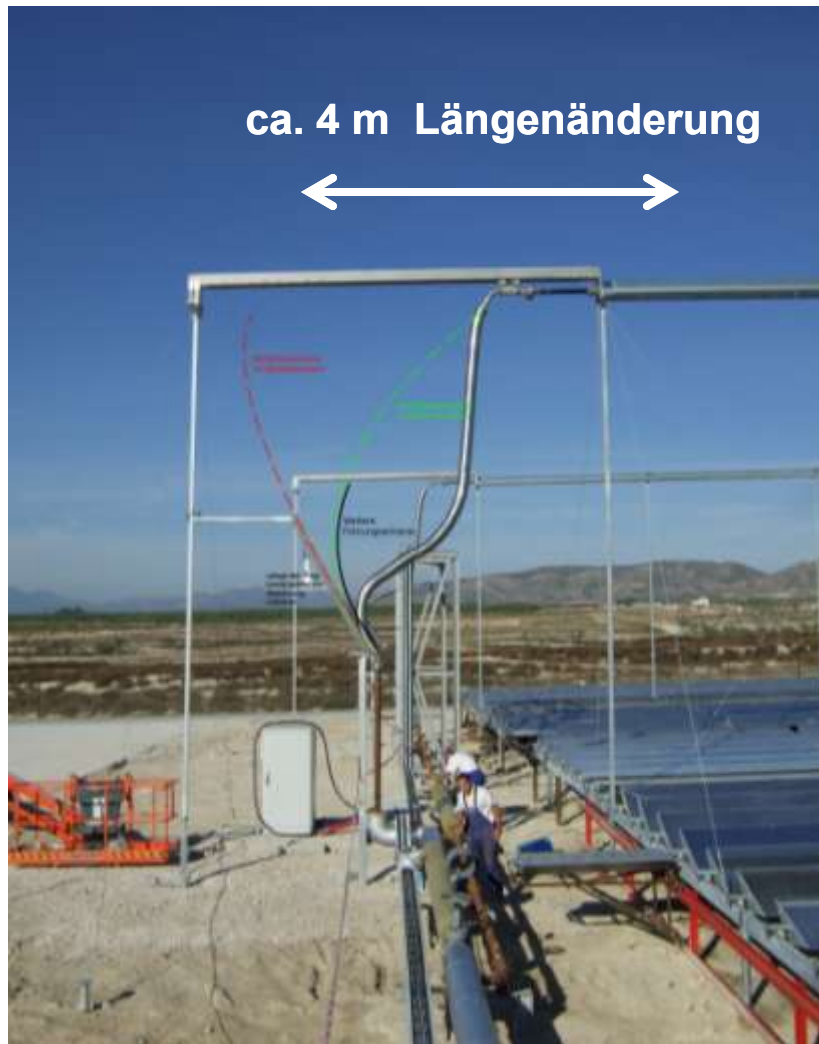
Schweißparameter für jede Schweißnaht werden dokumentiert

Schlussprüfung:  
Festigkeitsprüfung

# Detailansicht flexible Wellenschlauchleitung



Industrie Service



Druckgerät Wellenschlauchleitung

Modulkategorie : A1

Betriebsparameter: 70 bar, 140 / 250 °C

Festigkeitsprüfung nach DGRL ?

Kollektorbewegung bis ca. 4 m

# Ansicht Außenanlagen und Maschinenanlage



Industrie Service



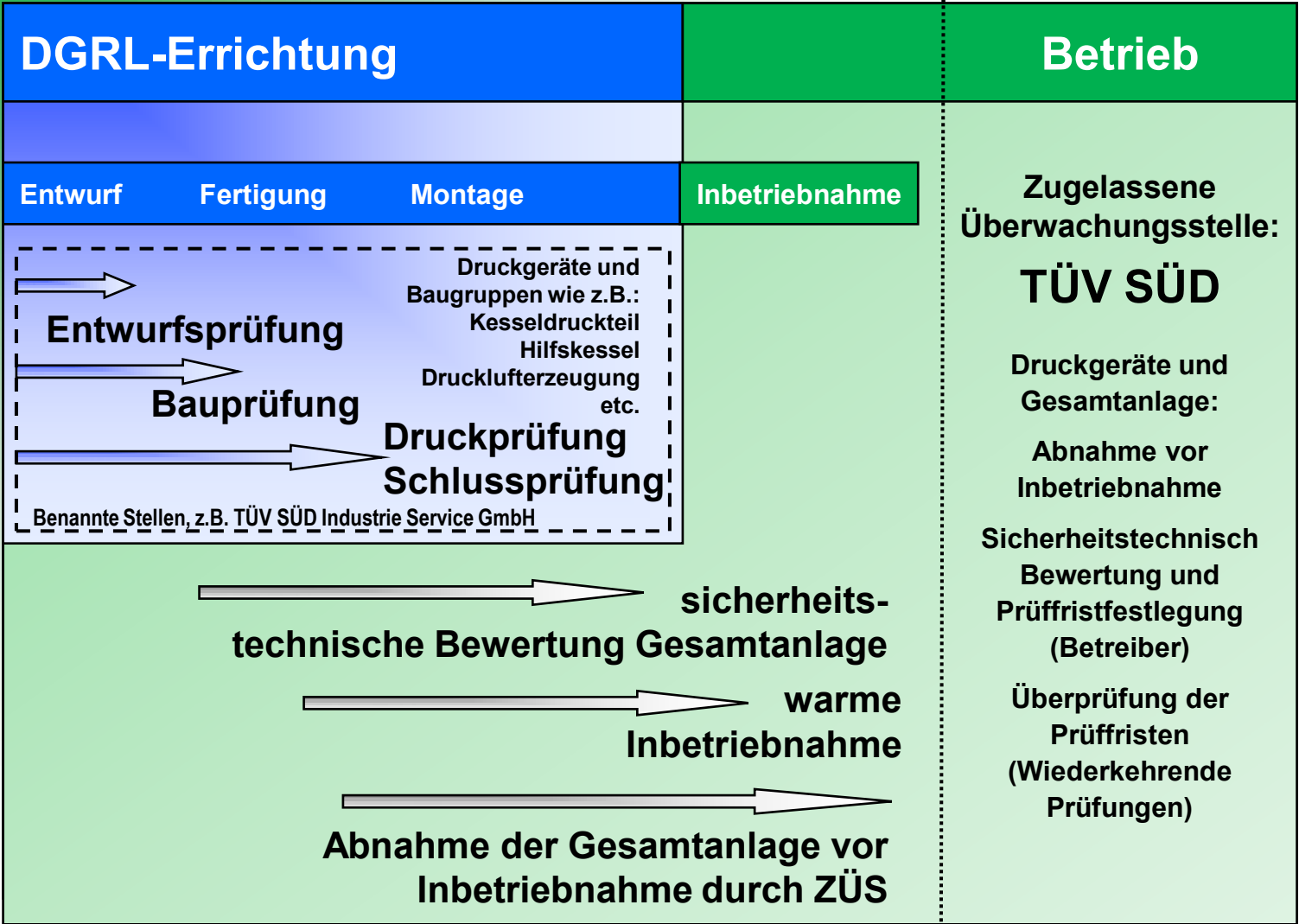
# Zusammenwirken DGRL, MRL und BetrSichV bei Losvergabe



Industrie Service

**Behörde**

EG-Konformitätserklärung durch Eigenhersteller (Betreiber)  
nach MRL 2006/42/EG (ab 1.1.2010 ohne Übergangsfrist gültig!)



Gutachterliche Stellungnahme der zugelassenen Überwachungsstelle, sofern notwendig

# Gesamtabnahme der funktionalen Anlage



Industrie Service

**Die Gesamtanlage besteht aus Solarfeld, Kollektor, Wasser-Dampf-Kreislauf, Nebenanlagen sowie E- und Leitechnik (Schutzfunktionen).**

Prüfung und sicherheitstechnische Bewertung der Gesamtanlage durch zugelassene Überwachungsstelle inkl. der implementierten Schutzfunktionen im Gesamtsystem.

Abschlussbericht als Grundlage zur Vorlage der lokalen Behörden in Form einer möglichen Abnahme nach BetrSichV oder anderer Anforderungen durch TÜV SÜD als ZÜS und / oder lokaler Abnahmegesellschaften

Prüfung und Bewertung der Anlagenverfügbarkeit und des implementierten Anlagenschutzes auf Grundlage EN 61508, 61511 für das Gesamtsystem.

Dampferzeuger  
Solarfeld

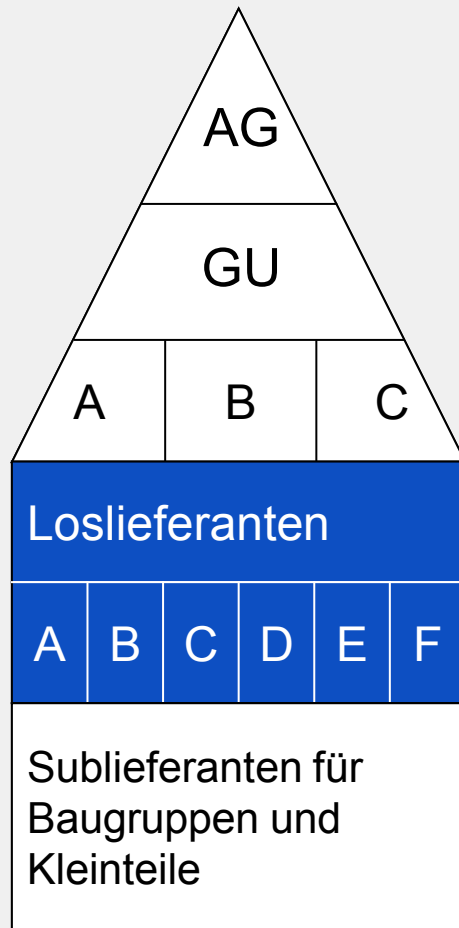
Wasser- und  
Dampfkreislauf  
Dampfturbine

Rohrleitungen

EMSR  
Netzeinspeisung

Hilfssysteme

Prüfungen nach folgenden Regelwerken und Erstellung von Prüfberichten, Bescheinigungen mit anschließender CE-Bescheinigung und Erklärung



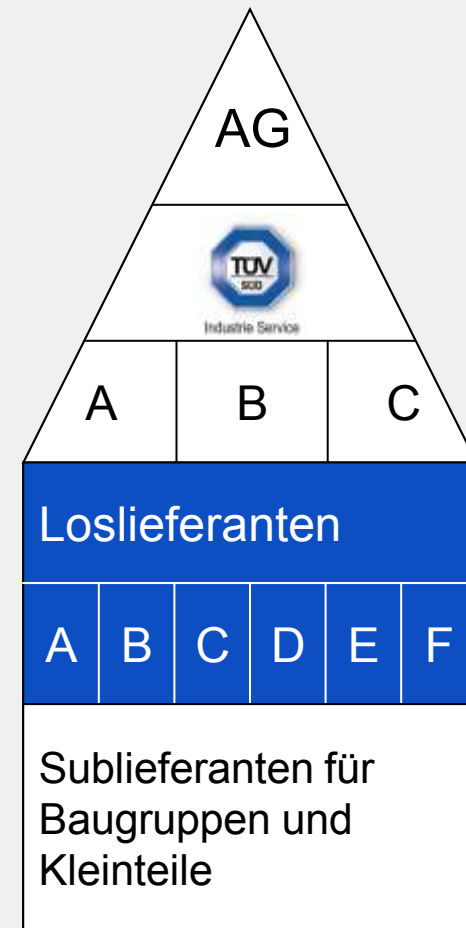
Auftraggeber

**Regelwerkskonformität**

Anlagenbereiche

Anlagenbereiche

Lieferanten



ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ 認 証 証 書 ◆ CERTIFIKAT ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT



## ZERTIFIKAT

Schlussnahme nach Errichtung und Regelwerk-Konformität der Anlage auf Grundlage der DGRL

Zertifikat-Nr.: Z-2009-03-21-1703-1

Inhaber des Zertifikats: **NOVATEC BioCool AG**  
 Lorenzstraße 29  
 D-76135 Karlsruhe



Anlage: Solarthermisches Kraftwerk Puerto Errada T III - Spanien

Prüfung: Vom TÜV SÜD erfolgte eine Gesamtbekundung der Anlage auf Grundlage des R & B-Verfahrens nach erfolgreicher Eintragung vor Beginn der Inbetriebnahme der Anlage auf Grundlage der Druckprüfanweisungen und zugehöriger Regelwerke sowie der Angaben zu den verfahrenstechnischen und statischen Teil der Anlage.

- Grundlage der Bekundung war:
- Druckprüfanweisungen
  - EN 12952, EN 13480, EN 13445
  - DIN EN 90788, EN 81588 und 81511

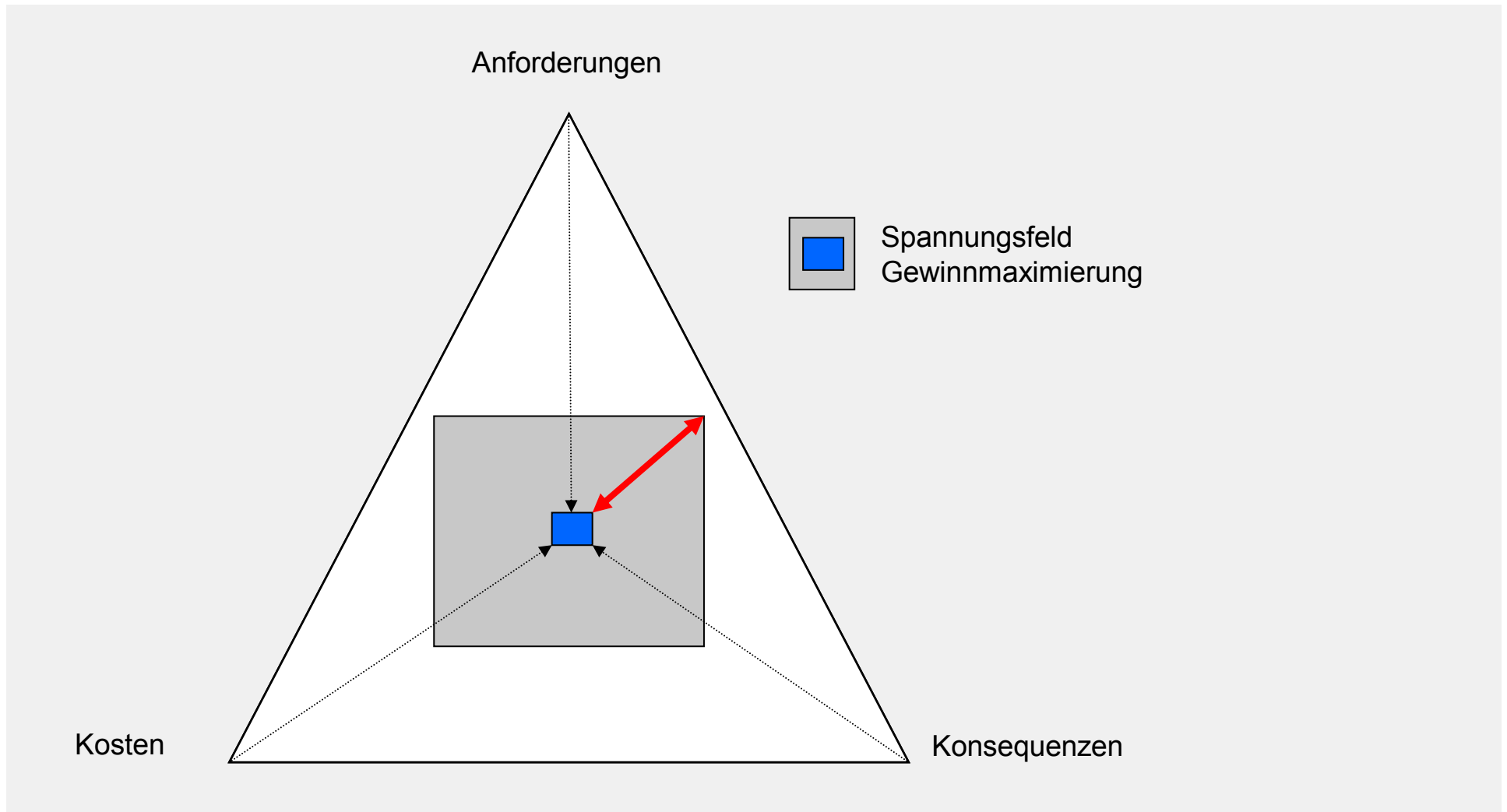
Prüfungsbemerkung:  
 Die oben genannte Anlage wurde im Zuge der gesamten Projektbearbeitung während der Errichtungsphase auf Grundlage der vorgenannten Regelwerke und Anweisungen geprüft. Nach erfolgreicher Schlussnahme der Anlage nach der Errichtung wurde vom TÜV SÜD ein Abschlussbericht erstellt, der Bestandteil dieses Zertifikats ist.  
 Die errichtete Anlage erfüllt somit die Anforderungen der vorgenannten Regelwerke und Anweisungen.

Datum: 31. März 2009



Hans Christian Schmid  
 TÜV SÜD AG, Bereich Industrie Service  
 70569 Stuttgart, Germany

TÜV SÜD Industrie Service GmbH | Industriestraße 1 | 70569 Stuttgart | Telefon: +49 (0) 71 41 16-1 | Fax: +49 (0) 71 41 16-2000





## Was sollte getan werden

- ▶ Einstufung solcher Anlagen in geeignete Regelwerke
- ▶ Abstimmung von gesetzlichen Anforderungen in Ländern
- ▶ Vorantreiben von solchen Anlagen in großtechnischem Maßstab
- ▶ Beschreibung von Standards für Anlagen
- ▶ Errichtung gleicher Anlagen (Standardisierung) – modular
- ▶ Lebenszyklusbetrachtung für langfristigen Betrieb

**Gerne lösen wir auch Ihre Aufgabe. Reden Sie mit uns.**

## **Ansprechpartner**



TÜV SÜD Industrie Service GmbH  
Geschäftsfeld Anlagentechnik  
Dudenstraße 28  
68167 Mannheim

### **Hans Christian Schröder**

Telefon: +49 (0)621 395–287  
Telefax: +49 (0)621 395–593  
E-Mail: [anlagenservice@tuev-sued.de](mailto:anlagenservice@tuev-sued.de)