

Kurzfassung

zum

ABSCHLUSSBERICHT

F+E- Vorhaben 201 95 311/01:

**"Machbarkeitsstudien für neue Umweltzeichen in
Anlehnung an ISO 14024 für die Produktgruppe:
Thermische Solaranlagen"**

von

Dipl.-Ing. Volker Handke (IZT)

Dr.-Ing. Uwe Hartmann (DGS)

Dipl.-Pol. Michael Knoll

Dipl.-Ing. Philipp Spitzmüller

**IZT Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH
Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. Landesverband Berlin-Brandenburg**

**IM AUFTRAG
DES UMWELTBUNDESAMTES**

Februar 2003

Inhalt	Seite
1. Zusammenfassung	3
2. Zielstellung, und Vorgehensweise im Vorhaben	3
3. Ergebnisse der Marktrecherche, der Analyse der Umweltbelastungen und der Produktanforderungen	4
1.1 Marktrecherche.....	4
1.2 Produktauswahl sowie Definition des Geltungs- und Anwendungsbereiches.....	6
1.3 Umweltbelastung	6
1.4 Potential und Abschätzung für Produktoptimierung	8
1.4.1 Vermeidung von Gefahrstoffen	8
1.4.2 Reduzierung des Materialinputs	8
1.4.3 Reduzierung des Energieverbrauchs.....	9
1.4.4 Reduzierung stofflicher Emissionen.....	9
1.5 Bestimmung von ökologischen Anforderungen an Gebrauchstauglichkeit und Produktqualität	10
1.6 Zu berücksichtigende Normen bei der Vergabe	10
1.6.1 Verfahren zur Umweltkennzeichnung.....	10
1.6.2 Produktbezogene Normen	10
4. Geltungsbereich und Produkthanforderungen	11
1.7 Geltungsbereich.....	11
1.8 Produktionsanforderungen	11
1.8.1 Vermeidung von Gefahrstoffen	12
1.8.2 Beschichtungssysteme.....	12
1.8.3 Recyclinggerechte Konstruktion	14
1.9 Kumulierter Energieaufwand (KEA) und energetische Amortisationszeit	14
1.10 Produktinformationen	15
5. Ausblick	15

1. Zusammenfassung

2. Zielstellung, und Vorgehensweise im Vorhaben

Das Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (IZT) und die Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (DGS) wurden vom Umweltbundesamt beauftragt, eine Machbarkeitsstudie für ein neues Umweltzeichen für die Produktgruppe: „Thermische Solaranlagen“ durchzuführen.

Die Bearbeitung erfolgte in Anlehnung an EN ISO 14024 „Umweltkennzeichnung Typ I – Grundsätze und Verfahren“ und umfasste zwei Anforderungen: Zum einen die Überarbeitung des Umweltzeichens für Sonnenkollektoren RAL-UZ 73 unter Berücksichtigung der seit Vergabe erfolgten Entwicklungen in der Branche sowie die Prüfung, inwieweit es ökologisch sinnvoll und im Rahmen des Umweltzeichens machbar ist, eine Abgrenzung von galvanischen und nicht-galvanischen Beschichtungsverfahren der Absorber vorzunehmen. Zum zweiten sollte geprüft werden, inwieweit es sinnvoll und machbar ist, das bestehende Umweltzeichen für Sonnenkollektoren auf solarthermische Kompletanlagen auszuweiten.

Neben der Machbarkeitsstudie, die eine Auswahl der Produkte, eine Konsultation der interessierten Kreise und einen Überblick über die Markt- und Innovationsentwicklung sowie der Umweltbelastungen erbringen sollte, waren Vorschläge für ökologische Produkthanforderungen zu entwickeln, die von der Schadstoffvermeidung über die recyclinggerechte Konstruktion bis hin zu Lebensdauer und Energieertrag reichen.

Zunächst wurde im Rahmen einer Marktrecherche die aktuelle Situation hinsichtlich der Nutzung des Umweltzeichens „Blauer Engel“, der Anwendung der verschiedenen Beschichtungssysteme und der Verbreitung von solarthermischen Kompletanlagen sondiert. Gleichzeitig wurden die grundsätzlichen Umweltbelastungen durch solarthermische Produkte ermittelt und ihre Relevanz in Bezug auf mögliche Entlastungspotentiale und Produktoptimierungen erfasst. Auf der Grundlage der Ergebnisse der Marktrecherche sowie der festgestellten Umweltbelastungen und der Produktoptimierungen wurde anschließend eine Entscheidung für die Festlegung des Geltungsbereiches getroffen. Zur Fundierung dieser Entscheidung wurde eine internetgestützte Befragung von Herstellern solarthermischer Produkte durchgeführt. Auf der Grundlage der Ergebnisse dieser Befragung sowie mit Hilfe von Interviews mit besonders relevanten Branchen- und Verbandsvertretern wurde in enger Abstimmung mit der fachlichen Begleitung des Umweltbundesamts die Produktauswahl getroffen. Die Ermittlung der rechtlichen Rahmenbedingungen diente vorrangig dem Ziel, die Möglichkeiten zur Nutzung der bestehenden Normen für die Festlegung des Geltungsbereiches zu ermitteln.

Anschließend erfolgte die Entwicklung von Kriterien für die Produkthanforderung im Rahmen einer Vergabegrundlage für das neue Umweltzeichen in der Produktgruppe: Solarthermische Kollektoren.

ren. Die Konsultation der interessierten Kreise, wie sie im Verfahren Umweltkennzeichnung nach ISO 14024 vorgesehen ist, wurde im Rahmen eines Fachgespräches realisiert. Auf diesem Fachgespräch wurden die entwickelten Produkthanforderungen präsentiert und hinsichtlich ihrer Akzeptanz und Realisierbarkeit überprüft. Die Erkenntnisse des Fachgespräches dienten anschließend der Weiterentwicklung und Konkretisierung der Produkthanforderungen, ihrer Nachweise und ihre formale Einbindung in die Vergabegrundlagen.

Im weiteren werden zunächst die Ergebnisse der Marktrecherche, der Analyse der Umweltbelastungen und die Potentiale für eine umweltorientierte Produktoptimierung zusammenfassend dargestellt. Darauf folgend werden die aus der Analyse abgeleiteten Anforderungen für das novellierte Verfahren (Geltungsbereich und die Produkthanforderungen) skizziert.

3. Ergebnisse der Marktrecherche, der Analyse der Umweltbelastungen und der Produkthanforderungen

1.1 Marktrecherche

Um neue Anforderungen für den „Blauen Engel“ erarbeiten zu können, ist es unerlässlich, über den aktuellen Markt „Solarthermische Anlagen und Komponenten“ gute Kenntnisse zu besitzen. Daher wurde eine Marktrecherche durchgeführt, die sich in 3 Teile untergliedern lässt:

- 1) der verschiedenen am deutschen Markt präsenten Beschichtungen von Absorbern
- 2) Marktverteilung und -durchdringung des „Blauen Engel“
- 3) Marktanteil von sogenannten Komplettanlagen (vorgefertigte thermische Solaranlagen)

Absorberbeschichtung

In der Recherche ging es darum, die zunehmende Verwendung von nicht galvanischen Beschichtungen und respektive den Rückgang der Beschichtung auf Chrombasis mit Zahlen zu belegen.

Recherchierte, in 2001 verkaufte Kollektorfläche [m²]:

<i>Schwarzchrom</i>	<i>TiNOX</i>	<i>Sunselect</i>	<i>Andere</i>	<i>Gesamt recherchiert</i>
139.430	277.190	247.250	110.930	774.800
18 %	36%	32%	14%	100%

Abbildung 3-1: Marktverteilung der Beschichtungssysteme

Insgesamt wurden in Deutschland im Jahr 2001 ca. 900.000 m² verglaste Kollektorfläche am Markt umgesetzt. 86% dieser Fläche konnte demnach recherchiert und eingeschätzt werden. Der verblei-

bende Teil konnte nicht recherchiert werden, da ein gutes Dutzend von Firmen keine Angaben machen wollten.

Das Ergebnis der Recherche zeigt, dass die Kollektoren, die nicht galvanisch aufgebrauchte Schichten nutzen, einen Marktanteil von über 50% haben, während die Kollektoren, die mit Beschichtungen auf Chrombasis arbeiten, lediglich 15% Marktanteil besitzen. Deren Einsatz beschränkt sich auf Nischenprodukte, wie z. B. Großkollektoren und kostengünstige Kollektoren.

Marktverteilung und -durchdringung des „Blauen Engel“

Mehr als 50% der zwischen 1997 und 2001 am Markt geführten Kollektoren besaßen das Umweltzeichen. Bezogen auf die Kollektorfläche und unter Berücksichtigung der am häufigsten verwendeten Absorberbeschichtungen sieht die Marktdurchdringung folgendermaßen aus:

Beschichtungsart	Anteil mit Umweltzeichen
Schwarzchrom	74,8 %
TiNOX	69,3 %
Sunselect	87,7 %
Gesamtrecherche	82 %

Das Umweltzeichen ist also bei den am meisten verwendeten Absorberbeschichtungen und auch auf dem gesamten Markt sehr stark vertreten.

Diese Aussage wird durch viele Firmen bestätigt, die angeben, dass der Blaue Engel für einen Kollektor zum „guten Ton“ gehört. Allerdings wird die Wirkung als Verkaufsargument für den Endkunden eher als gering eingeschätzt.

Marktanteil von sogenannten Komplettanlagen (vorgefertigte thermische Solaranlagen)

Um eine mögliche Erweiterung des Umweltzeichens auf sogenannte Komplettanlagen zu untersuchen, wurde auch dieser Marktbereich genauer untersucht. Dies ist jedoch deutlich schwieriger, da es zwar mittlerweile im Rahmen der Normung eindeutig Definitionen von Komplettanlagen gibt, der Markt sich jedoch insgesamt als noch recht uneinheitlich darstellt. Es kann festgestellt werden, dass der Verkauf von Komplettanlagen in den letzten Jahren deutlich zugenommen hat, eine Ausdehnung des Umweltzeichens jedoch aufgrund des noch wenig strukturierten Marktes und auch der noch unklaren zukünftigen Zertifizierungspolitik der Unternehmen hinsichtlich der EN-Normen als nicht sinnvoll eingeschätzt wird.

1.2 Produktauswahl sowie Definition des Geltungs- und Anwendungsbereiches

Die Definition des Geltungs- und Anwendungsbereichs setzt eine Produktauswahl und die Festlegung der charakteristischen Produktfunktion voraus, um eine Eingrenzung der Produktgruppe vorzunehmen und eine Vergleichbarkeit der zu kennzeichnenden Produkte dieser Gruppe sicherzustellen (vgl. ISO 14024).

Für das novellierte Umweltzeichen im Bereich thermische Solarenergie ist eine Anlehnung an die EN-Normen plausibel. Allerdings ergab die Befragung von Verbänden und Produzenten, dass die EN-Normen für vorgefertigte bzw. kundenspezifische Anlagen in den nächsten 5 Jahren nur eine untergeordnete Rolle in Deutschland spielen werden. Deshalb wird empfohlen, das Umweltzeichen im Bereich thermische Solarenergie weiterhin nur auf Kollektoren zu beziehen.

1.3 Umweltbelastung

Bei der Ermittlung der Umweltbelastungen solarthermischer Energiesysteme wurde der gesamte Lebenszyklus berücksichtigt. Während der **Herstellung** sind insbesondere die produktionsbedingten Emissionen in Abwasser und Luft, das Abfallaufkommen und der Energieverbrauch von Interesse, wobei ein besonderes Augenmerk den galvanischen und nicht galvanischen Verfahren zur Beschichtung der selektiven Absorberoberflächen gilt. Während der **Nutzung** rücken grundsätzlich die Produktemission in Form von Leckagen, Ausdampfungen sowie der Verbrauch an Betriebsstoffen und Ersatzteilen und schließlich der Energiebedarf für die Pumpe und die Regelung in den Betrachtungsfokus. In der **Nachnutzung** sind die Umweltbelastungen in Gestalt der anfallenden Abfallmengen, ihrer stofflichen Eigenschaften und die Recyclingfähigkeit von Interesse.

Für die Analyse und Bewertung von Umweltbelastungen stehen verschiedene ökobilanzielle Methoden zur Verfügung. Sie unterscheiden sich u.a. im Aggregationsniveau der verwendeten Indikatoren. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurden auf der Grundlage des ermittelten Materialeinsatzes von vier ausgewählten Kollektoren (zwei Flachkollektoren und zwei Vakuumröhrenkollektoren) **drei Methoden** (EcoIndicator, ProBas-Datenbank, KEA) in ihren Umweltaussagen und hinsichtlich ihrer Praktikabilität für das Vergabeverfahren **verglichen**. Der EcoIndicator 99 stellt ein hochaggregiertes System dar, das sich einer schadensorientierten Methode bedient, die jedem Material eine dimensionslose Maßzahl, sogenannte EcoPoints (Pt) zuordnet, welche eine kumulierte Umweltbelastung und den damit verknüpften Schaden darstellt. Die ProBas-Datenbank erlaubt dagegen sehr detaillierte, quantifizierte Aussagen hinsichtlich der Einträge in die Umweltmedien Luft und Wasser sowie des anfallenden Abfalls und des Ressourcenverbrauchs.

Trotz der unterschiedlichen methodischen Konzepte zur Bestimmung der Umweltbelastung sind übereinstimmende Ergebnisse zu konstatieren. So weisen die Umweltbelastungen der in solarthermischen Anlagen verwendeten Materialien bei allen drei Bewertungssystemen eine direkte Mas-

senabhängigkeit auf. Daraus folgt, dass die massenstärksten Materialien die größte Umweltbelastung verursachen.

Die Betrachtung der Umweltauswirkung nach der EcoIndicator 99 Methode liefert zwar eine belastungsfähige und operationalisierbare Kennzahl, lässt jedoch keine Aussagen über die zugrundeliegenden Wirkungsbereiche der Umweltbelastungen zu. Demgegenüber erfordern detaillierte quantitative Aussagen über die Umweltbelastungen in die verschiedenen Umweltmedien (ProBas) gewichtete Bewertungen der einzelnen Umweltbelastungen sowie eine Aussage über die Wertigkeit der Auswirkungen und Schäden. Beides scheint im Zusammenhang mit dem Umweltzeichen wenig praktikabel.

Deshalb wurde der Kumulierte Energie Aufwand (KEA) als Referenzsystem zur Ermittlung der Umweltbelastungen gewählt. Zumal es sich bei der Solarthermie um eine Technologie zur Energiewandlung handelt und ein Großteil der Umweltprobleme ursächlich mit dem Energieeinsatz verbunden ist. Darüber hinaus lassen sich die mit einem Produkt und seinen Materialien verbundenen Energiemengen relativ leicht bestimmen, zu einer Kennzahl aggregieren und anschließend im Entscheidungsprozeß als transparente Orientierungsgröße nutzen. Zusätzlich lassen sich die KEA-Werte von Energiewandlungsanlagen zur Berechnung von anlagenspezifischen energetischen Amortisationszeiten nutzen. Ein weiterer Vorteil ist die methodische Robustheit aufgrund der Festlegung von Begriffen, Definitionen und Berechnungsmethoden in der VDI Richtlinie 4600.

Einschränkend muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass Produkte, die eine hohe Umweltbelastung (bspw. aufgrund ihrer Toxizität), aber nur einem geringen Energiebedarf (bspw. aufgrund ihres Charakters als Kuppelprodukt) aufweisen, mit der KEA Methode nur unzureichend erfasst, bewertet und abgebildet werden können.

Die Umweltbelastungen durch solarthermische Anlagen und ihre Komponenten werden von den eingesetzten massenwirksamen Materialien hervorgerufen. Namentlich die Metalle Kupfer, Aluminium und Stahl verursachen hinsichtlich der energetischen Aufwendungen, den mit der Herstellung verbundenen CO₂-Emissionen, den mit der Förderung verbundenen Abfällen in Form von Abraum sowie des Verbrauchs nicht erneuerbarer knapper Ressourcen in Form von Erzen die wesentlichen Umweltbelastungen.

Auch Glas ist zu nennen, das als massenintensives Material neben seinen energetischen Aufwendungen und den CO₂-Emissionen während seiner Herstellung insbesondere Gewässereinträge in Form von anorganischen Salzen induziert.

Eine Ermittlung der Umweltbelastung durch die Beschichtungssysteme der selektiven Absorberoberflächen und ihre Beurteilung muss noch vertieft werden. Zum einen fehlen belastbare Daten über die Herstellungsprozesse, zum anderen ist die abschließende Beurteilung der Langzeitbeständigkeit und der Recycelfähigkeit der Beschichtungssysteme noch offen.

1.4 Potential und Abschätzung für Produktoptimierung

Auf der Grundlage der ermittelten Umweltbelastungen wurden umweltorientierte Optimierungspotentiale aufgezeigt:

1.4.1 Vermeidung von Gefahrstoffen

Durch europäische Normen und das bestehende Umweltzeichen sind bereits zahlreiche Anwendungen von Gefahrstoffen ausgeschlossen. Der verbleibende Optimierungsbedarf zur Vermeidung von Gefahrstoffen in der Wärmeträgerflüssigkeit und den Dämmstoffen ist gering.

Grundsätzlich weiterhin Gegenstand von Strategien zur Vermeidung von Stoffen mit nachweislich bedeutender öko- und humantoxischen Wirkung sind aber die in solarthermischen Produkten enthaltenen Schwermetalle **Blei** und **Chrom VI**. Für Chrom VI, das in der galvanischen Beschichtung der selektiven Absorberoberflächen Anwendung findet, existieren erprobte Substitutionsmöglichkeiten in Form der nicht galvanischen Beschichtungsverfahren. Die Vermeidung des toxischen Schwermetalls Chrom VI durch die Substitution der galvanischen Beschichtungsverfahren erscheint angesichts des prioritären Vermeidungsgebotes von Abfällen gemäß § 4 KrWG/AbfG auch dann angezeigt, wenn eine metallische Verwertung der galvanischen Abfälle möglich ist.

Für Blei, welches gängiger Bestandteil von Loten zur Verbindung der Rohrleitungen ist, existieren bis jetzt noch keine erprobten Substitute. Möglichkeiten bestehen in bleifreien Loten, die jedoch in der Regel höhere Löttemperaturen benötigen oder in anderen Verbindungsverfahren wie Wellenlöten oder Ultraschallschweißen. Es besteht also ein beträchtliches Optimierungspotential, dessen Erschließung jedoch nicht kurzfristig zu erwarten ist.

1.4.2 Reduzierung des Materialinputs

Eine Reduzierung des Materialinputs kann über eine Erhöhung der Ressourcenproduktivität erfolgen. Grundsätzliche Ansatzpunkte bieten die Verlängerung der **Nutzungsdauer**, die **Materialauswahl** und das **Recycling**.

Die Nutzungsdauerverlängerung besitzt jedoch als Strategie für ein Produkt der Haustechnik mit einer durchschnittlichen Lebensdauer von ca. 20 Jahren nur noch geringe Potentiale.

Eine Materialpräferenz oder -diskriminierung ist selten eindeutig möglich. Zu dem muss die Funktionalität berücksichtigt werden. Relativ eindeutig fällt ein umweltorientierter Vergleich zwischen Mineralwolle und Polyurethan-Hartschaum als Dämmung aus. Mineralwolle ist zu bevorzugen.

Ein Handlungsansatz zur Erschließung der Recyclingpotentiale bildet die Zusammensetzung der Bauteile nach Recyclingpfaden (z.B. Kupfer, Stahl, Aluminium, Glas). Daraus ergibt sich das konstruktive Gestaltungsgebot, Werkstoffe möglichst einstofflich zu verwenden oder zumindest einstofflich leicht separierbar einzusetzen. Grundsätzlich ist der Materialeinsatz in der Solarthermie

jedoch bereits geprägt von relativ reinstofflichen, metallischen und mineralischen Werkstoffen mit ausgeprägten Recyclingmöglichkeit auf überwiegend hohem Verwertungsniveau.

Neben der Recyclingebene bietet die umweltorientierte Materialauswahl einen Ansatzpunkt zur Produktoptimierung. Eine Orientierung in Richtung umweltverträgliche Materialauswahl liefert die Betrachtung der materialspezifischen Umweltindikatoren.

1.4.3 Reduzierung des Energieverbrauchs

Bezüglich der Reduzierung des Energieverbrauchs während des Betriebes ist die Energieeffizienz der Pumpe entscheidend. Hier liegt Optimierungspotential in der Anwendung drehzahlgesteuerter Kreiselpumpen. Entscheidender sind die Energieeinsätze für die Herstellung. Da solarthermische Anlagen der Energiewandlung dienen und Energie dabei als Wärme bereitstellen, kommt dem energetischen Gesamtverhalten jedoch eine Schlüsselstellung zu. Die energetischen Amortisationszeiten kann -hier bezogen auf die Gesamtanlage- mit 15 bis 27 Monaten (test 4/02) jedoch erheblich variieren. Ein wesentliches Optimierungspotential stellt also die Minimierung der Amortisationszeiten dar. Die energetische Amortisationszeit ist jedoch ein Ausdruck für das Verhältnis von aufgewandter zu bereitgestellter Energiemenge des Gesamtsystems. Damit können für seine Minimierung zwei grundsätzlich unterschiedliche Strategien verfolgt werden: Die Minimierung der aufgewandten Energiemenge durch eine entsprechende Materialauswahl einerseits und die Maximierung der bereitgestellten Energiemenge andererseits. In der Praxis werden die Optimierungspotentiale in Form verringerter Amortisationszeiten durch das Verfolgen beider Strategien realisiert.

1.4.4 Reduzierung stofflicher Emissionen

Als stoffliche Emissionen kommen Leckagen, Ausgasungen und im weitesten Sinne auch Ersatzteile und Betriebsstoffe in Betracht. Leckagen im Kollektorkreislauf und der damit einhergehende Austritt von Wärmeträgerflüssigkeit sind außer im schrumpfenden Sektor des Eigenbaus zu vernachlässigen.

Dagegen besitzen Ausgasungen eine gewisse Relevanz. Zwar ist die Ausgasung von Gefahrstoffen aus Dämmmaterial eher gering, jedoch sind bei hohen Temperaturen und in den ersten Lebensjahren der Anlage insbesondere aus dem bleihaltigen Weichlot gasförmige Emissionen möglich. Aufgrund mangelnder Substitute erscheint das Optimierungspotential jedoch gering.

Ähnlich verhält es sich mit Ersatzteilen, deren Bedarf in solarthermischen Anlagen aber ausgesprochen gering ist. Als Austauschteil kommt die Korrosionsschutzanode in Betracht, die als Verbrauchsmaterial im Laufe der durchschnittlichen Anlagenlebensdauer von ca.20 Jahren je nach Wasserqualität 1 bis 3 mal ausgewechselt wird.

Als Betriebsmittel ist noch das Auffüllen der Wärmeträgerflüssigkeit zu nennen und das mit der Wartung einhergehende Einstellen der Additivkonzentration. Da es sich jedoch um einen unvermeidbaren Stoffumgang handelt, ist derzeit kein realistisches Optimierungspotential erkennbar.

1.5 Bestimmung von ökologischen Anforderungen an Gebrauchstauglichkeit und Produktqualität

Die ökologischen Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit und Produktqualität von Kollektoren bzw. kompletten Solaranlagen kann hauptsächlich in Zusammenhang mit der einwandfreien Funktion der Komponente bzw. der gesamten Anlage gebracht werden.

Bis auf einige Ausnahmen kommt mit diesen Anforderungen hauptsächlich der Installateur der Kollektoren bzw. Anlagen in Berührung. Kernpunkte für eine zufriedenstellende Funktion sind somit die Kenntnisse und Fähigkeiten des Installateurs, die Handhabbarkeit und Konstruktion der Produktes sowie die Montage- bzw. Bedienungsanleitung für Einbau und Betrieb des Produktes.

Bezogen auf die gesamte Solaranlage sind bezüglich der Handhabbarkeit des Produktes noch weitere Aspekte zu beachten, welche die Bedienung der Solaranlage des Nutzers betreffen. Hier ist insbesondere die Bedienungsfreundlichkeit der Regelung zu nennen.

Für Komplettanlagen kommen im Gegensatz zum Kollektor weitere Aspekte bezüglich der peripheren Komponenten wie Ausdehnungsgefäß, Speicher, Wärmeüberträger etc. zum tragen. Diese Komponenten müssen so konstruiert sein, dass Fehler bei Montage, Betrieb und Wartung möglichst vermieden werden. Auch müssen die Produktbeschreibungen und Bedienungsanleitungen eindeutig und einfach sein. Letztendlich sind ausreichende Kenntnisse der Installateure erforderlich, was eine gute Aus- und Weiterbildung in dem Bereich voraussetzt.

1.6 Zu berücksichtigende Normen bei der Vergabe

1.6.1 Verfahren zur Umweltkennzeichnung

Die **EN ISO 14024** legt Grundlagen und Verfahren fest, die sowohl für die Entwicklung von Typ I Umweltkennzeichnungsprogrammen einschließlich Auswahl von Produktkategorien, Umweltkriterien und charakteristischen Funktionen der zu untersuchenden Produkte und für die Beurteilung und den Nachweis der Übereinstimmung anzuwenden sind. Darüber hinaus legt sie die Zertifizierungsverfahren für die Vergabe des Umweltzeichens fest.

1.6.2 Produktbezogene Normen

In den letzten Jahren sind europäische Normen für Sonnenkollektoren, komplette Solaranlagen und Warmwasserspeicher erarbeitet worden. Diese definieren Mindestanforderungen an die Produkte

und Testmethoden zu ihrer Überprüfung sowie Methoden zur Ermittlung der thermischen Leistungsfähigkeit.

Die für die Machbarkeitsstudie relevanten Normen sind die:

EN 12975-1/-2/ Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile – Kollektoren – Teil 1: Allgemeine Anforderungen. Teil 2: Prüfverfahren.

EN 12976-1 /-2 Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile – Vorgefertigte Anlagen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen. Teil 2: Prüfverfahren.

ENV 12977-1/-2/-3 Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile – kundenspezifisch gefertigte Anlagen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen. Teil 2: Prüfverfahren. Teil 3: Leistungsprüfung von Warmwasserspeichern für Solaranlagen.

Diese Normen ersetzen teilweise die deutschen Normen DIN 4757-1, DIN 4757-2, DIN V 4757-3 und DIN V 4757-4.

4. Geltungsbereich und Produktanforderungen

1.7 Geltungsbereich

Für das novellierte Umweltzeichen im Bereich thermische Solarenergie ist eine Anlehnung an die EN-Normen plausibel. Allerdings ergab die Befragung von Verbänden und Produzenten, dass die EN-Normen für vorgefertigte bzw. kundenspezifische Anlagen in den nächsten 5 Jahren nur eine untergeordnete Rolle in Deutschland spielen und kaum angewendet werden. Deshalb wird empfohlen, das Umweltzeichen im Bereich thermische Solarenergie weiterhin **nur auf Kollektoren entsprechend EN 12975** zu beziehen.

1.8 Produktionsanforderungen

Um zu einer möglichst ganzheitlichen Bewertung der Produkte entlang ihres gesamten Lebenszyklus' zu gelangen, wird empfohlen, die Endfertigung der Kollektoren in den Vergabegrundlagen zu berücksichtigen. Als Mindestanforderung wird die Einhaltung der bestehenden umweltrechtlichen Regelungen an der Produktionsstätte der Endfertigung der Sonnenkollektoren vorgeschlagen. Für die Produktionsstätten, die nach EMAS Verordnung registriert sind oder die über ein zertifiziertes Umweltmanagementsystem nach ISO 14001 verfügen, gelten diese Anforderungen als erfüllt.

1.8.1 Vermeidung von Gefahrstoffen

Da hinsichtlich der Gefahrstoffe in Solarkollektoren nur geringe Veränderungen zu verzeichnen sind, die zudem überwiegend rechtlich-administrativer Natur sind, erfolgt die Würdigung von gefährlichen Inhaltsstoffen in Anlehnung an die bestehenden Vergabegrundlagen der RAL UZ 73.

Die Verwendung von halogenierten Kohlenwasserstoffen im Wärmeträgermedium oder bei der Herstellung des Dämmmaterials sowie der Verpackung wird bereits durch die FCKW-Halon-Verbotsverordnung von 1991 hinreichend geregelt.

Es wird vorgeschlagen, die zu vermeidenden gefährlichen Inhaltsstoffe in der Ausgasung der Dämmung bei Stagnationstemperaturen über die Kennzeichnung gemäß der jeweils gültigen Fassung der GefStVO sowie über die Kennzeichnung als „umweltgefährlich“ gemäß der jeweils gültigen EG-Richtlinie 67/548/EWG zu definieren.

Das Wärmeträgermedium ist nicht als Bestandteil des Kollektors aufzufassen. In Anlehnung an die EN 12975 wird jedoch von einer Herstellerempfehlung hinsichtlich des zu verwenden Wärmeträgermediums ausgegangen. Für derart empfohlene Wärmeträgermedien wird die Definition der zu vermeidenden gefährlichen Inhaltsstoffe ebenfalls über eine Kennzeichnung gemäß GefStVO sowie der jeweils gültigen EG-Richtlinie 67/548/EWG vorgeschlagen (s.o.). Darüber wird jedoch noch eine Berücksichtigung der Einstufung in die Wassergefährdungsstufe 2 oder 3 gemäß der jeweils gültigen Fassung der VwVwS empfohlen.

1.8.2 Beschichtungssysteme

Die Beschichtungen werden traditionell galvanisch als Schwarzverchromung aufgetragen. Seit einiger Zeit existieren jedoch nicht galvanische physikalische Beschichtungsverfahren, die sich auf dem Markt zunehmend durchsetzen. Seit der Markteinführung der im Vakuumverfahren aufgetragenen hochselektiven Beschichtungen ist der Marktanteil der schwarzchrombeschichteten Absorber erheblich zurückgegangen.

Der energetische Aufwand der Beschichtung beim Vakuumverfahren liegt mit 12 kWh/m^2 gegenüber 27 kWh/m^2 bei nicht-physikalischen Beschichtungsverfahren zwar deutlich niedriger, ist im Verhältnis zum energetischen Gesamtaufwand für die Herstellung des Kollektors jedoch kaum von Belang.

Entgegen den Angaben in der Literatur unterscheiden sich der Energieeinsatz und der Wasserverbrauch in den untersuchten Beispielbetrieben nur marginal. Signifikante Unterschiede sind jedoch insbesondere in den Bereichen der Luftemissionen und des Abwassers festzustellen.

Gemäß KrWG ist Abfall vorrangig zu vermeiden. Unter diesem Gesichtspunkt ist auch der Anfall von metallhaltigen Galvanikschlamm aus der Schwarzverchromung vorrangig zu vermeiden.

Dies gilt um so mehr, als eine Vermeidung technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar erscheint.

Die Luftemissionen aus den galvanischen Beschichtungsprozessen besitzen insbesondere unter Gesichtspunkten des Arbeitsschutzes erhebliche Relevanz.

Die extrem dünnen Schichtdicken der nicht galvanischen Systeme stellen grundsätzlich eine geringe Materialausbringung dar. Dieser Umstand ist daher zunächst ressourcenschonender. In wie weit dieser Vorteil während des Recyclingprozesses, z.B. aufgrund der geringen Einschleppung von Störstoffen in den sekundären Kupferkreislauf aufrecht erhalten bleibt, kann aus gegenwärtiger Sicht nicht eindeutig beurteilt werden. Ähnlich wie im Abfallbereich sollte jedoch auch der Ressourcenschutz mit der Vermeidung von Ressourcenverbrauch beginnen.

Bezüglich des Langzeitverhaltens ist es unstrittig, dass eine Degradation des Absorptionsvermögens und des Emissionsvermögens der Absorberbeschichtung in den jeweils relevanten Bereichen des Spektrums während der Betriebszeit des Kollektors den Ertrag negativ beeinflusst und deshalb vermieden werden muss. Für Schwarzchrombeschichtungen liegen Messergebnisse zum Absorptions- und Emissionsvermögen vor, die bestätigen, dass diese Beschichtung eine gute Beständigkeit aufweist. Erste Messergebnisse für neuere Beschichtungen (PVD, Sputtern, PECVD) deuten ebenfalls auf eine hohe Langzeitbeständigkeit hin. Es wäre allerdings wünschenswert, die Ergebnisse auf eine breitere Datenbasis (Zahl der untersuchten Kollektoren aus der Produktion) zu stellen und mit Ergebnissen aus gebauten und über einen längeren Zeitraum betriebenen Anlagen zu vergleichen. Grundsätzlich ist hinsichtlich der fehlenden Praxisbestätigung der Langzeitbeständigkeit von nicht galvanischen Beschichtungen jedoch anzumerken, dass dieser Umstand nicht dazu führen sollte, einem innovativen Verfahren den Markteintritt zu erschweren.

Bezüglich der Verwendung von sechswertigem Chrom in der Schwarzverchromung ergeben sich erhebliche Implikationen aus dem europäischen Umweltrecht. Gemäß der Richtlinie 67/548/EWG zählen Verbindungen von sechswertigem Chrom, von einigen Ausnahmen abgesehen, zu den gefährlichen Stoffen. Gemäß der Grundsätze der europäischen Gemeinschaft unterliegt das Inverkehrbringen gefährlicher Stoffe einem prinzipiellen Vermeidungsgebot. Dieses Vermeidungsgebot ist in verschiedenen Richtlinien präzisiert worden:

Dazu zählen die RL 94/62/EG über „Verpackungen und Verpackungsabfälle“ und die RL 91/157/EWG über „gefährliche Stoffe enthaltende Batterien und Akkumulatoren“. Insbesondere die RL Vorschläge WEEE (2000/0158) über „Elektro- und Elektronikaltgeräte“ sowie ROHS 2000/0159 zur „Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in elektrischen und elektronischen Geräten“ schreiben vor, dass die Mitgliedstaaten sicherzustellen haben, dass, von Ausnahmen abgesehen, sechswertiges Chrom zusammen mit anderen ausgewählten gefährlichen Stoffen, ab 1.1.2008 durch andere Stoffe zu ersetzen ist.

Es wird empfohlen daher, Beschichtungssysteme, die unter der Verwendung von sechswertigem Chrom hergestellt werden, von der Umweltzeichenvergabe auszuschließen.

1.8.3 Recyclinggerechte Konstruktion

Für die Vergabegrundlagen wird die Berücksichtigung der Recyclingfähigkeit der Konstruktion der Solarkollektoren vorgeschlagen. Die diesbezüglich empfohlenen konstruktiven Kriterien orientieren sich an der VDI-Richtlinie 2243. Als Nachweis wird eine schriftliche Erklärung über die Einhaltung der Grundprinzipien der recyclinggerechten Konstruktion sowie die Verwendung und die Vorlage einer im Anhang der Vergabegrundlage befindlichen Checkliste vorgeschlagen.

Da noch keine fundierten Screenings der Kollektorkonstruktionen existieren, mit deren Hilfe Kollektoren hinsichtlich ihrer recyclinggerechten Konstruktion eingeordnet werden können, lassen sich zur Zeit keine belastbaren und trennscharfen Aussagen treffen, welche Kollektorkonstruktionen als recyclinggerecht gelten können und welche fertigungstechnisch notwendig sind. Daher wird empfohlen, die Checklisten in den Vergabegrundlagen lediglich informativ einzusetzen. Werden die Anforderungen an die recyclinggerechte Konstruktion, wie sie in den Checklisten beschrieben sind, nicht eingehalten, so hat der Antragsteller diese Abweichung von den Anforderungen zu begründen.

Darüber hinaus werden Produkthanforderungen hinsichtlich der Rücknahme und der Kennzeichnung der Kollektoren empfohlen. Es wird vorgeschlagen, eine verpflichtende Erklärung über die Rücknahme des Kollektors und der dort eingesetzten Materialien in die Vergabegrundlage aufzunehmen. Ferner sollten im Rahmen der Anforderungen an die Produktinformationen Demontage- und Verwertungshinweise aufgenommen werden.

1.9 Kumulierter Energieaufwand (KEA) und energetische Amortisationszeit

Für die Ermittlung des KEA für die Herstellung sind die Massenbilanzen der vier Referenzkollektoren genutzt worden. Zusätzlich wurden die Massenbilanzen von 12 weiteren Kollektoren verwendet. Die kumulierten energetischen Aufwendungen für Herstellung, Transport, Installation, Betrieb und Wartung werden mit berücksichtigt. Gutschriften aufgrund von Substitutionen z. B. von Dachmaterial und deren Transport oder von fossilen Energieträgern werden nicht berücksichtigt.

Bei der KEA Betrachtung entlang der verschiedenen Stationen des Lebenszyklus von solarthermischen Anlagen und deren Komponenten überwiegt der energetische Aufwand für die Herstellung. 79% bis 83% der gesamten energetischen Aufwendungen entfallen auf die Herstellung der Kollektoren, Komponenten und des Montagesets. Demgegenüber entfallen lediglich 0,4% bis 0,9% der gesamten energetischen Aufwendungen auf die Herstellung der selektiven Beschichtungen der Absorberoberflächen.

Maßgeblicher und neuer Punkt für die modifizierten Anforderungen im Rahmen des Umweltzeichens für Kollektoren ist die energetische Amortisationszeit. Diese kann aus dem solaren Ertrag bzw. der Einsparung konventioneller Energie (f_{sav}) und dem KEA-Wert gebildet werden.

Die Verwendung der energetischen Amortisationszeit als Anforderung im Rahmen des modifizierten Umweltzeichens führt vor allem in ökologischer Hinsicht zu einer transparenten und nachvollziehbaren Bewertung, die nur mit geringem Aufwand zu ermitteln ist.

Entsprechend des Geltungsbereiches wird für das Umweltzeichen für Kollektoren der Kollektorertrag und nicht der Anlagenenertrag herangezogen. Die Ermittlung des Kollektorertrages findet unter Anwendung des Simulationsprogramms TRNSYS und der Verwendung des Decks „ITW-Standardbedingungen“ statt.

Für die Erlangung des Umweltzeichens müssen von den Kollektorherstellern bestimmte Grenzwerte der energetischen Amortisationszeit unterschritten werden.

Als Grenzwert für vakuumisierte Kollektoren wird eine energetische Amortisationszeit von 9 Monaten vorgeschlagen, für nicht vakuumisierte Kollektoren 5 Monate.

Die Unterscheidung liegt darin begründet, dass der Prozeß der Vakuumisierung bei der Herstellung energetisch eine relativ grosse Rolle spielt und demzufolge berücksichtigt werden muss.

1.10 Produktinformationen

Da es sich bei solarthermischen Anlagen um technische Produkte mit hoher Lebensdauer handelt, die für einen umweltgerechten Umgang nach ihrer Nutzung dauerhafte Informationen hinsichtlich Demontage, Verwertung und Entsorgung benötigen und in Anlehnung an die informatorischen Pflichten gemäß EN 12975 wird die Aufnahme von umfassenden Produktinformationen in die Anforderungen der Vergabegrundlage angeregt. Diese Produktinformationen sollten knappe, klare und eindeutig formulierte Hinweise hinsichtlich Sicherheit, Installation, Bedienung, Wartung, Demontage und Recycling bzw. Entsorgung umfassen und durch verständliche und anschauliche Skizzen unterstützt werden.

5. Ausblick

Der Anlass für die Novellierung der RAL UZ 73 war neben der Anpassung an die erfolgten Entwicklungen in der Branche, die Kritik an dem bisherigen Geltungsbereich. Dieser orientierte sich nicht an den real nachgefragten, gekauften und schließlich installierten thermischen Solaranlagen, sondern nur an der Komponente Kollektor. Diese Kritik ist in so fern berechtigt, als sowohl aus Gründen der maximalen Ganzheitlichkeit einer Bewertung als auch in Hinblick auf die Umweltbelastung und die Energieeffizienz das Gesamtsystem Thermische Solaranlage maßgeblich ist.

Auch der vorliegende Vorschlag zur Novellierung der Ral UZ 73 beschränkt sich noch auf die Zeichenvergabe für den Kollektor. Die Gründe dafür sind einmal methodische Schwierigkeiten bei einer trennscharfen Produktdefinition, liegen aber überwiegend in der mangelnden Akzeptanz der noch jungen europäischen Normen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Nutzung der Normen in 3-5 Jahren für die Hersteller unumgänglich geworden sein wird. Es bleibt daher einer zukünftigen Machbarkeitsstudie vorbehalten, unter diesen veränderten Rahmenbedingungen die Umweltkennzeichnung von solarthermischen Komplettanlagen zu entwickeln.

Mit der energetischen Amortisationszeit verfügt die novellierte RAL UZ 73 jedoch bereits über einen Indikator, der auch für die umweltorientierte Bewertung von Gesamtanlagen ausgelegt ist.