

Sind Solarkocher gefährlich für die Augen?

Von Paul Krämer

Zusammenfassung.

Bei Vorführungen von Solarkochern wird immer wieder die Frage einer Gefährdung für die Augen aufgeworfen. Dieser Artikel geht auf die verschiedenen Formen von Blendung ein: die relative oder physiologische, die psychologische, die absolute und die pathologische Blendung. Die Gefahren der Solarkocher sind die der optischen Strahlung der Sonne, die außer dem sichtbaren Licht auch die Bereiche Infrarot (IR) und Ultraviolett (UV) umfasst. Zum Vergleich werden Belastungen durch optische Strahlung – speziell UV – in Freizeit und Industrie herangezogen. Auf berufsgenossenschaftliche und staatliche Regelwerke in Deutschland sowie die Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation wird eingegangen. Die Gefahren der optischen Strahlung, denen insbesondere die Bevölkerung in tropischen Entwicklungsländern ständig ausgesetzt ist, sowie zugehörige Krankheitsbilder werden besprochen. Am Solarkocher handelt es sich – wie z.B. auch beim Skilaufen – um reflektierte Strahlung, die von unten oder horizontal einfällt. Daraus werden Empfehlungen für den Schutz der Augen abgeleitet. Weiter werden die Gefährdungen durch Solarkocher den Gefährdungen durch andere Energieträger – und dem Fehlen von Alternativen – in Entwicklungsländern gegenübergestellt.

Summary.

When solar cookers are publicly demonstrated in Europe, a frequently asked question regards the possibility of eye damage. This article discusses different effects of excess light on the eye – relative or physiological and psychological dazzling, absolute dazzling and pathological effects. The dangers of solar cookers are those of solar radiation, that is visible, infrared and ultraviolet light. For comparison, optic radiation exposure – especially UV – in industry and leisure time are mentioned and relevant regulations by government and professional bodies in Germany as well as WHO recommendations are pointed out. Eye diseases due to excess light, especially in tropical countries, are briefly discussed. In the case of solar cookers, radiation is reflected from below (or horizontally), a situation comparable to that while skiing. Recommendations for protective measures are proposed. To put matters in perspective, the possible damaging health effects of other household fuels in developing countries are also discussed, and more so the lack of fuel for cooking..

Einleitung. Wenn solares Kochen in Deutschland öffentlich demonstriert wird, ist die Mehrheit der Zuschauer in der Regel sehr positiv beeindruckt. Eine Minderheit verhält sich skeptisch bis ablehnend, wobei als Begründung meist die Möglichkeit der Blendung angeführt wird. Darum soll hier zunächst geklärt werden, was unter Blendung zu verstehen ist. Danach wird eine vorläufige Beurteilung der Augengefährdung durch das von einem Solarkocher reflektierte Sonnenlicht vorgenommen und es werden Schutzmaßnahmen vorgeschlagen. Die Überlegungen gelten in erster Linie für Parabolkocher, aber auch für Boxkocher, soweit diese zusätzlich mit einer aufstellbaren Reflektorfläche ausgerüstet sind. Die Einwirkungen auf die Haut und auf das Immunsystem werden hier nicht näher betrachtet. Abschließend wird ein Vergleich mit den Gefährdungen durch andere Kochenergien angestellt sowie auf die komplexen Zusammenhänge zwischen Licht – einschließlich Kunstlicht – und Gesundheitsstörungen hingewiesen.

1. Was bedeutet Blendung?

Ist das Auge an eine geringe Beleuchtung adaptiert, dann führt eine plötzliche Lichtfülle zur Blendung. Diese lässt sich mit der Überschreitung eines eingestellten Messbereiches bei einem Messinstrument vergleichen. Eine Blendung in diesem Sinne – z.B. auch durch das Fernlicht entgegenkommender Fahrzeuge bei Nacht – hat nichts mit einer Schädigung der Augen zu tun, auch wenn ‚Blendung‘ rein sprachlich mit ‚blind‘ zusammenhängt.

Die Anpassung des Auges an die mittlere Leuchtdichte der Umgebung bzw. des Gesichtsfeldes nennen wir Hell-Dunkel-Adaptation. Die Leuchtdichte ist definiert als die Lichtstärke pro Einheit der leuchtenden Fläche, sie ist demnach ein Maß für deren Helligkeit, gleichgültig ob es sich um eine selbstleuchtende oder eine reflektierende Fläche handelt. Sie wird gemessen in Candela pro Flächeneinheit (cd/m^2 oder cd/cm^2). Wir sehen infolge von Leuchtdichteunterschieden und Farbkontrasten in der Umgebung. Die Möglichkeit der Adaptation erlaubt das Sehen in einem sehr weiten Bereich von

Leuchtdichten, der nach Schmidt und Thews [1995] etwa 11 Zehnerpotenzen umfasst. So sehen wir noch Leuchtdichten von einigen Millionstel Candela/m² wie bei bewölktem Nachthimmel, aber auch mehreren Millionen cd/m² wie vor einem Schneefeld in der Sonne. „Die spektrale Reflektanz der Objektoberflächen, Farbkontraste und Hell-Dunkelkontraste bestimmen bei Tageslicht das Aussehen der Gegenstände“ [Schmidt und Thews, 1995, S. 283]. Die Farbkontraste können aber in unserem Zusammenhang unberücksichtigt bleiben.

Die Leuchtdichteunterschiede im Gesichtsfeld liegen normalerweise innerhalb eines Verhältnisses von 1 zu 40. Bei größeren Unterschieden tritt Blendung auf. Dabei ist es nicht nötig, dass das Blendlicht – absolut gesehen – besonders stark ist. So überblendet der Mond schwache Sterne in seiner Nähe, und auf einem dunklen Bildschirm mit Zeichen geringer Leuchtdichte können Lichtreflexe, die von einer Lichtquelle hinter dem Rücken des Beschäftigten herrühren, die Erkennung erschweren (Blendung). Die Blendung ist abhängig von der Leuchtdichte der (Stör-)Lichtquelle, ferner von der Dauer der Bestrahlung und dem Einfallswinkel. Verstärkte Blendung erfolgt nach längerer Dunkelanpassung.

Die genannten Formen der Blendung lassen sich als relative oder physiologische Blendung bezeichnen. Daneben wird bei starkem Unterschied zwischen der Leuchtdichte einer Lichtquelle und der Umgebungsleuchtdichte auch von psychologischer Blendung gesprochen, wenn es zu einer ständigen und ungewollten Ablenkung der Blickrichtung zur Lichtquelle hin kommt und dadurch ständig wiederholte Adaptationsvorgänge des Auges ausgelöst werden. [Handbuch NIR, Kap. 5]. Oberhalb von 100 000 cd/m² tritt Absolutblendung ein. Bei stärkerem Lichtstrom bzw. Strahlungsfluss mit Schädigung von Augengewebe sprechen wir von pathologischer Blendung.

2. Optische Strahlung und Augengefährdung.

Als optische Strahlung bezeichnen wir die spektralen Bereiche Infrarotstrahlung, sichtbares Licht und UV-Strahlung. Es ist zweckmäßig, die Frage nach der Gefährlichkeit der optischen Strahlung der Sonne (und vergleichbarer künstlicher Strahlenquellen) für die Augen allgemein zu stellen, zumal an Solarkochern kaum Beobachtungen vorliegen. Bei der Beurteilung spielen auch die mengenmäßigen Anteile der verschiedenen Spektralbereiche eine Rolle.

Die Sonne erzeugt oberhalb der Atmosphäre eine mittlere Bestrahlungsstärke von 1367 W/m^2 (Solarkonstante). Nach dem Eintritt in die Atmosphäre werden die Anteile des Spektrums verschieden stark geschwächt.

Tab. 1: Anteile der Sonnenbestrahlungsstärke am Erdboden und außerhalb der Atmosphäre [nach Handbuch NIR der BG der Feinmechanik u. Elektrotechnik].

Spektralbereich	Außerhalb der Atmosphäre	Am Erdboden (Meereshöhe)
Infrarotstrahlung	44 %	42 %
Sichtbare Strahlung	47 %	52 %
Ultraviolette Strahlung	9 %	6 %

Optische Strahlung kann photochemische und thermische Schädigungen verursachen. Dabei ist zwischen kurzzeitiger und langzeitiger Einwirkung zu unterscheiden. Licht-allergische und licht-toxische Schädigungsmöglichkeiten können hier außen vor bleiben, da sie sich ganz sicher auch vor und ohne Solarkochereinsatz zeigen und Behandlung erfordern. Hier sei nur darauf hingewiesen, dass die in Afrika nicht seltenen Albinos sich natürlich nicht in der Umgebung eines Solarkochers aufhalten sollten, da ihnen das schützende

Pigment fehlt (an der Haut bedeutet vorhandenes Pigment jedoch nur einen teilweisen Schutz).

2.1. Infrarote und sichtbare Strahlung. Die IR-Strahlung wird wie folgt weiter unterteilt:

IR-A: von 780 nm bis 1400 nm

IR-B: von 1400 nm bis 3000 nm

IR-C von 3000 nm bis 1mm.

2.1.1. Langzeiteinwirkung. Langzeitige Einwirkung von Infrarotstrahlung (und UV-Strahlung) kann einen grauen Star (Katarakt) hervorrufen. Schon normalerweise hat in sonnenreichen Ländern der graue Star im Durchschnitt einen etwa zehn Jahre früheren Altersgipfel als in gemäßigten Breiten. Die Linsenextraktion gehört daher in diesen Ländern zu den häufigsten augenärztlichen Operationen. Augenärzte sprechen deshalb auch von einem „Kataraktgürtel“ [V. Klauß, 1993].

In Europa sind Linsentrübungen bei künstlichen Strahlenquellen als ‚Feuerstar‘, ‚Hitzestar‘ oder ‚Glasbläserstar‘ bekannt. Zur Verhütung wird empfohlen, die IR-Bestrahlungsstärke auf 100 W/m^2 und / oder die Dauer der Einwirkung zu begrenzen.

2.1.2. Kurzeiteinwirkung. Akut kann Infrarotstrahlung thermische Wirkungen (Wärmebildung) im Auge auslösen. Für photochemische Reaktionen oder gar Ionisierung reicht die Energie von IR-Strahlung jedoch nicht aus. Tierversuche ergaben, dass es bei Absorption thermischer Strahlung hoher Intensität ($1\text{-}4 \text{ kW/m}^2$) in der Linse und ihrer Umgebung (Hornhaut, Iris, vordere Augenkammer) akut zu Linsentrübungen kommen kann. Die für eine Schädigung dieser Art beim Menschen infrage kommenden Emissionsquellen sind in der Regel Breitbandquellen wie die Sonne. Wegen der durch Hitze und Blendung ausgelösten Abwehr trifft Infrarotstrahlung hoher Intensität aber kaum je auf ein ungeschütztes Auge. Nur bei Strahlungsquellen ohne wesentlichen sichtbaren Anteil besteht die Möglichkeit erhöhter Expo-

sition im IR-A-Bereich¹ [Arbeitskreis Nicht-Ionisierende Strahlung der BG Feinmechanik und Elektrotechnik, AK-NIR]. Da eine solche Situation durch den Einsatz von Lichtschutzbrillen ohne Infrarotschutz künstlich geschaffen werden könnte, sind diese daher bei der Arbeit am Solarkocher nicht zu empfehlen, um das in den Tropen bereits vorhandene Risiko der Kataraktbildung nicht weiter zu erhöhen. Allerdings lässt sich die relative Bedeutung von IR- und UV-Strahlung bei den Kataraktursachen in den Tropen schwer abschätzen.

Eine Abschirmung gegen Strahlung aus mehreren Spektralbereichen ist auch erforderlich beim Schweißen; die intensive sichtbare Strahlung muss gedämpft werden, nicht nur um das Auge zu schützen, sondern auch um eine blendfreie Beobachtung des Schweißvorganges zu ermöglichen. Neben der Dämpfung im sichtbaren Bereich werden in der Norm DIN EN 169 Anforderungen an den UV- und IR-Schutz für Schweißerschutzfilter gestellt. Höhere Schutzstufennummern entsprechen dabei einem niedrigeren Licht-Transmissionsgrad. Die Skala der Schutzstufen reicht bis 16.

Außer Schweißern sind weitere Berufsgruppen zum Teil intensiver Belastung im sichtbaren Bereich ausgesetzt, wie z. B. Schauspieler (die, obwohl im Rampenlicht, nicht die Augen schließen dürfen, also den Lidschlussreflex unterdrücken), Beleuchter, Feuerwehrleute.

2.2. Ultraviolettstrahlung.

Seit Jahren wird eine deutliche Zunahme an Hautkrebserkrankungen beobachtet. Diese wird einerseits auf ein verändertes Freizeitverhalten mit verstärkter UV-Exposition zurückgeführt. Andererseits spielt die Zunahme des UV-Anteils an der auf die Erdoberfläche auftreffenden Sonnenstrahlung eine Rolle. Letztere ist durch die Ausdünnung der stratosphärischen Ozonschicht bedingt. Die UV-Strahlung am Boden ist von einer Reihe von Faktoren ab-

¹ Ähnlich wie bei der UV-Strahlung werden auch im IR Bereich je nach Wellenlänge Unterteilungen vorgenommen.

hängig; dazu zählen Jahreszeit, Tageszeit (Sonnenstand), Ozongehalt der Atmosphäre, Aerosole, Bewölkung, Höhe über dem Meeresspiegel und die Reflektion der Umgebung (Albedo).

Die UV-Strahlung wird je nach Wellenlänge wie folgt unterteilt:

- UVC 100 bis 280 Nanometer
- UVB 280-315 Nanometer
- AVA 315-400 Nanometer.

2.2.1. Der UV-Index. Zu der Agenda 21, die auf der Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro 1992 beschlossen wurde, gehören auch Maßnahmen gegen die Gefahren durch ultraviolette Strahlung. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat daher im Verein mit der Umweltorganisation der Vereinten Nationen und anderen internationalen Gremien 1994 Kriterien für die Beurteilung erarbeitet [WHO, Environmental Health Criteria 160] sowie das globale UV-Projekt ‚Intersun‘ gestartet, das die Forschung voranbringen und bei der Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse behilflich sein soll. Ein Ergebnis dieses Projektes ist die Definition eines globalen UV-Indexes, der zeitlich und räumlich Hinweise für die Einschätzung des Risikos durch UV-Strahlung geben und die Öffentlichkeit auf die mit UV verbundenen Gefahren aufmerksam machen soll. Ähnlich äußert sich die Strahlenschutzkommission beim Bundesamt für Strahlenschutz [SSK 1996]. „Der UV-Index ist definiert als Tageshöchstwert der sonnenbrandwirksamen Bestrahlungsstärke in W/m^2 , arithmetisch gemittelt über 10-30 Minuten und multipliziert mit 40. Die sonnenbrandwirksame Bestrahlungsstärke ist das Produkt der spektralen Bestrahlungsstärke am Erdboden, gemessen für eine horizontale Bezugsfläche, mit der relativen spektralen Standard-Erythem-Wirksamkeit nach CIE², integriert über den gesamten UV-bereich“ [SSK 1996]. Der UV-Index kann Werte zwischen 0 und 20 (in Äquatornähe, mit-

² Abkürzung nach der französischen Bezeichnung « Commission Internationale de l'Éclairage » (Internationale Beleuchtungskommission).

tags, bei klarem Himmel) annehmen. In Deutschland werden im März bis 3 beobachtet, im Sommer bei wolkenlosem Himmel 6 in Norddeutschland und 7-8 in Süddeutschland. In den Tropen werden leicht UV-Indices von 8 und mehr erreicht, also Werte, bei denen durch das Projekt ‚Intersun‘ ein Schutz der Augen (und der Haut) für unbedingt nötig erachtet wird. Dies gilt wohl-gemerkt allgemein, ohne Gedanken an den Einsatz von Solarkochern.

EXPOSURE CATEGORY	UVI RANGE
LOW	< 2
MODERATE	3 TO 5
HIGH	6 TO 7
VERY HIGH	8 TO 10
EXTREME	11+

Table 1: UV radiation exposure categories

Abb. 1 Expositions-kategorien je nach UV-Index. Quelle: ‚Global UV Index, A Practical Guide‘. Mit freundlicher Genehmigung der Weltgesundheitsorganisation.

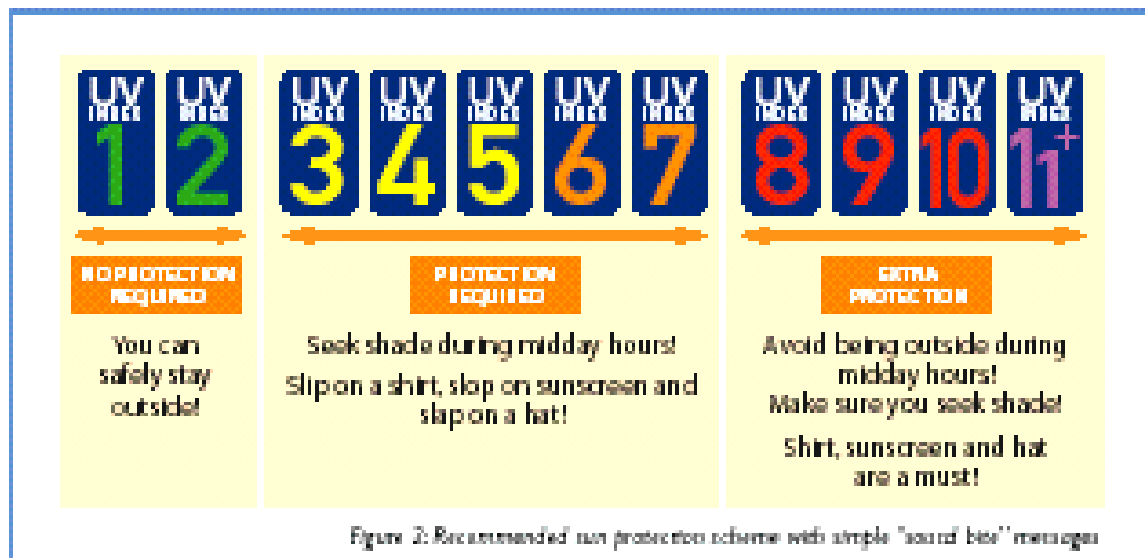


Abbildung 2: Empfohlenes Schema des Schutzes gegen solare UV-Strahlung. Quelle: ‚Global UV Index, A Practical Guide‘, mit freundlicher Genehmigung der Weltgesundheitsorganisation.

2.2.2. Zivilisationsbedingte Einwirkungen von UV-Licht.

Welche anderen eventuell gefährlichen Lichtexpositionen bringt unsere Zivilisation mit sich? Hier stehen Belastungen bei Sport und Freizeit oben an, siehe Infos Nr. 4 und 6 der Strahlenschutzkommission [SSK]. So ist übermä-

ßige Lichtexposition – einschließlich UV-Strahlung – mit Blendung und Hautgefährdung möglich bei:

- Wintersport: Blendung durch Schnee
- Wassersport (Segeln): Blendung durch die spiegelnde Wasseroberfläche
- Im Gebirge bei Bergwanderungen
- In Solarien
- Beim Sonnenbaden am Strand
- Durch Halogenlampen
- Hg-Niederdrucklampen
- Hg-Hochdrucklampen
- Leuchtstofflampen
- Medizinischen Anwendungen
- In Regionen mit ausgedünnter stratosphärischer Ozonschicht (hier kann unter Umständen auch UVC eine Rolle spielen, das sonst durch die Ozonschicht zurückgehalten wird).

Hinzu kommen technische Prozesse in der Industrie, die den Einsatz von UV-Licht erfordern, wie gewisse Trocknungs- und Härtungsvorgänge.

2.2.3. Erkrankungen durch übermäßiges UV-Licht. Die Hornhaut des Auges (Cornea), eine etwa 1 mm dicke Schicht von Bindegewebe, kann durch UV-Strahlung angegriffen werden. Dabei wird die oberste Zellschicht zerstört. Sechs bis acht Stunden nach Exposition treten Augenschmerzen auf, die dank der hohen Erneuerungsfähigkeit der Hornhaut nach 1 bis 2 Tagen abklingen. Man spricht von Photokeratitis (strahlungsbedingter Hornhautentzündung), Verblitzen, Schweißerblende Schweißer-Ophthalmie (engl. ‚welders´ flash‘, oder ‚arc eye‘), oder, falls schneebedingt, von Schneeblindheit (Keratitis nivalis). In mindestens einem Fall ist es bei einem wissenschaftlichen Mitarbeiter eines Instituts im Zusammenhang mit Solarkochern zu einer Hornhautentzündung gekommen. Auch die Bindehaut kann betroffen sein (Photo-Konjunktivitis).

Vom Flügelfell (Pterygium), einer mit Blutgefäßen versehenen Bindegewebswucherung, die sich auf die Bindehaut und Hornhaut auflagert, wird ebenfalls angenommen, dass sie durch UV-Licht mindestens mitverursacht wird. Das Flügelfell ist im allgemeinen harmlos, kann sich aber entzünden und, wenn es fortschreitet, das Zentrum der Hornhaut und damit die Pupillenöffnung verdecken.

An der Augenlinse kann UV-Strahlung ebenso wie IR-Strahlung einen grauen Star, (Katarakt) hervorrufen [WHO 1994, NIR-Handbuch, 6. Kapitel, und SSK 1996]. Nach Schätzungen der Weltgesundheitsorganisation gibt es weltweit etwa 12 bis 15 Millionen Blinde infolge von Katarakt, und bei 20 % davon ist die Sonnenstrahlung die Ursache oder eine wesentliche Mitursache WHO „Intersun, The Global UV Project“]. Allerdings lässt sich der relative Anteil der solaren IR- und UV-Strahlung bei der Verursachung des grauen Stars bisher nicht bestimmen.

In der Mitte der Netzhaut (Retina) können durch UV-Bestrahlung photochemische oder thermische Veränderungen hervorgerufen werden, in deren Folge blinde oder in der Farbwahrnehmung gestörte Flecke auftreten können (Retinitis actinica). Die Gefährdung entsteht vor allem durch kurzwellige Strahlung (unterhalb von 500 nm, also den Blaulichtanteil); der verantwortliche Spektralbereich erstreckt sich bis 300 nm, also bis in den Bereich UV-B hinein. Eine Regeneration erfolgt, wenn überhaupt, nur langsam.

Möglicherweise steht auch die altersabhängige Makula-Degeneration (die Makula ist die Stelle des schärfsten Sehens auf der Netzhaut) im Zusammenhang mit Lichtbelastungen .

Auch Tumore wie das maligne Melanom des Augapfels und das Basalzell-Karzinom der Augenlider werden auf langjährige Sonneneinstrahlung auf die Augengegend zurückgeführt.

3. Schutzmaßnahmen.

3.1. Qualitätssicherung, Schutzmaßnahmen und Schulung: Jedermann bei uns weis und akzeptiert, dass für den Umgang mit Gas und Elektrizität besondere berufliche Qualifikationen, Schutzvorkehrungen und Sicherheitsregeln erforderlich sind. Nur in Sachen Solarkocher hält sich jeder, der von der Sonne beschienen wird, für von Haus aus kompetent. Solarkocher brauchen jedoch – wie jede andere Technik auch – ein Mindestmaß an Ausbildung für die Verkäufer und Monitricen³, sowie Anleitung bzw. Nachbetreuung nach dem Kauf für die Nutzer, um ein zufriedenstellendes und ungefährdetes Funktionieren zu gewährleisten. Dies ist in der Vergangenheit oft nicht bedacht worden. Zu diesen Voraussetzungen gehören (Darstellung in Anlehnung an das Solarkochbuch von Imma Seifert [2002]):

- Einhaltung der Geometrie des Paraboloids; Abweichungen vermehren das Streulicht, mindern die Leistung und können zur Blendung führen,
- Bei Nichtbenutzung Wölbung nach oben klappen (wie beim SK 14) bzw. Flügel hochklappen (wie beim Papillon),
- Beim Einsetzen und Entnehmen des Topfes Spiegel schwenken, so dass er die Sonne abdeckt,
- Keine zu kleinen oder zu flache Töpfe/Pfannen verwenden, damit die Strahlung nicht am Topf vorbei oder darüber hinweg geht (nach Durchgang durch den Brennpunkt werden die Strahlen wieder divergent),
- Die Topfoberfläche muss geschwärzt⁴ sein. Eine metallisch glänzende Oberfläche würde nicht nur die Leistungsaufnahme herabsetzen und zu verlängerter Kochzeit führen, sondern auch die Streustrahlung vermehren.
- Nicht in den Reflektor schauen, wenn kein Topf im Kocher ist oder der Kocher nicht auf die Sonne ausgerichtet ist,

³ Mitarbeiterinnen von Frauenorganisationen, die sich mit der Förderung des solaren Kochens befassen.

⁴ Zur Schwärzung kann ein Thermolack verwendet werden. Eine überall einsetzbare Methode ist nach Haffner (mündliche Mitteilung) das Einreiben des Topfes mit Fett oder Öl und anschließendes Abbrennen über einem offenen Holzfeuer. Eine Rußschicht ohne Einbrennen von Fett hat einen weniger guten Wärmedurchgang wegen der isolierenden Wirkung von Luftblasen zwischen den Rußteilchen.

- Dritte Personen sollten nicht von der Seite der Sonne her in den Kocher hineinschauen können, sondern wie der Koch oder die Köchin – von der Sonne aus gesehen hinter dem Kocher stehen. Gegebenenfalls ist eine Absperrung sinnvoll.
- Da der Solarkocher bei Hochstand der Sonne eingesetzt wird, ist gegen die direkte Sonnenstrahlung ein Sonnenschutz, wie er am Papillon montiert werden kann, oder eine Kopfbedeckung mit Schutz von Gesicht und Nacken (wie durch einen breitkrempigen Hut) empfehlenswert. Ein Hut schützt allerdings nicht gegen die reflektierte Strahlung, die von unten kommt oder horizontal einfällt.

3.2. Reflektierte Strahlung und die Geometrie der Lage des Auges. Die direkte Strahlung der Sonne fällt überwiegend vertikal von oben ein, so dass die Augen durch ihre Lage in der Augenhöhle, die wulstige Vorderkante des Daches der Augenhöhle, die Brauen und Augenlider ziemlich gut geschützt sind. Reflektierte Strahlung wie aus Schneefeldern, Wasseroberflächen, Sandfeldern, Kreidebrüchen und auch Solarkochern hat ihre – scheinbare – Quelle jedoch unter oder in Augenhöhe, so dass die Geometrie der Augenposition keinen Schutz bietet. So wird verständlich, dass bei Schlittenhunden in der Arktis das Auftreten von grauem Star (Katarakt) ein geläufiges veterinärmedizinisches Problem ist [Faltblatt der ‚University of Colorado‘, ‚UV Radiation and the Eye‘].

Aus dem oben Gesagten ist zu schließen, dass individueller Augenschutz beim solaren Kochen empfehlenswert ist, da eine erhöhte Exposition gegenüber reflektierter optischer Strahlung bei der Arbeit am Solarkocher anzunehmen ist. Dabei sollte auf Schutz gegen verstärkte Strahlung aus allen drei Spektralbereichen (sichtbares Licht, UV und IR) geachtet werden.

3.3. Individueller Augenschutz. Hinweise für die Wahl geeigneter Schutzbrillen gibt das Augenschutzmerkblatt der Berufsgenossenschaften [BGR

192 „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“]⁵, und zwar im Anhang 2 unter Punkt 5 „Sonnenschutzfilter“. Dabei ist auf die Vorzahl 6 zu achten, die den Infrarotschutz bezeichnet. Die Vorzahl 5 bezeichnet dagegen Sonnenschutz-Filter ohne besonderen Infrarotschutz (diese sind hier nicht aufgeführt). Selbstverständlich muss auch der UV-Schutz gesichert sein.

Tab. 2: Auszug aus dem Anhang 2 der BGR 192 „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“, 5: Sonnen-Schutzfilter

Schutzstufe	Verwendung	Bezeichnung
6-1,7	Als helles Filter	hell
6-2	Als empfohlenes Universalfilter meist gut verwendbar	mittel
6-2,5	Meist gebräuchlich in Mitteleuropa	dunkel
6-3,1	In den Tropen und Subtropen, für Himmelsbeobachtungen, im Hochgebirge, Schneeflächen, hellen Wasserflächen, Sandflächen, Kalk- und Kreidebrüchen, für den Straßenverkehr nicht zu empfehlen	Sehr dunkel
6-4,1	Nur bei extremen Bestrahlungsstärken, nicht für den Straßenverkehr geeignet	Extrem dunkel

Bei der Auswahl von Filtern für den Einsatz an Solarkochern in sonnenreichen Entwicklungsländern ist zu berücksichtigen, dass die starke Lichtexposition – unabhängig vom Einsatz oder Nicht-Einsatz von Solarkochern – lebenslang erfolgt. Die eventuelle zusätzliche zeitweilige Belastung durch Solarkocher muss vor diesem Hintergrund gewichtet werden. Die tatsächliche Belastung durch optische Strahlung beim Einsatz von Solarkochern soll im Jahr 2003 von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin in

⁵ früher ZH1/703.

Dortmund in Zusammenarbeit mit einigen Solarkocherinitiativen gemessen werden. Geographische und Klimadaten erlauben dann Umrechnungen für andere Klimate und geographische Breiten. Daher ist es zur Zeit noch nicht ratsam, eine bestimmte Schutzstufe zu empfehlen. Es sollte aber auf Seitenschutz geachtet werden, besonders bei Verwendung des Papillon-Kochers.

Weitere Gesichtspunkte für den Schutz gegenüber optischer Strahlung können sich aus der zur Zeit in der Beratung befindlichen neuen Fassung der Unfallverhütungsvorschrift „Optische Strahlung“ des Hauptverbandes der Gewerblichen Berufsgenossenschaften ergeben.

4. Weitere Kriterien der Beurteilung.

Die Frage, ob Solarkocher gefährlich seien, sollte nicht isoliert beantwortet werden. Vielmehr sind auch die folgenden Gesichtspunkte maßgebend:

- Welche Gefahren bestehen bei anderen Kochmöglichkeiten, speziell in Entwicklungsländern?
- Was bedeutet das Fehlen sowohl von anderen Kochmöglichkeiten als auch von Solarkochern?

4.1 Gefährdungen und Nachteile durch den Einsatz anderer Formen von Energie zum Kochen:

- Holz: Städter haben kaum je die Möglichkeit Holz zu sammeln, sie müssen es kaufen; es besteht Verbrennungsgefahr für Kinder und Anfallskranke durch Hineinfallen in das offene Feuer, Gefahr von Erkrankungen der Bindehaut und der Bronchien durch Holzrauch: „ARI“ (Acute Respiratory Infections), besonders beim Kochen im Inneren des Hauses,
- Holzkohle: Beschleunigte Erschöpfung der Holzreserven durch schlechten Wirkungsgrad bei der Herstellung [Hafner et al. 2002], Emissionen von Methan, Kohlenmonoxid und kohlenstoffhaltigem Staub bei der Herstel-

lung, hoher Preis, Abgabe in Kleinmengen an Arme oft um ein Vielfaches überteuert⁶,

- Flaschengas: Explosionsgefahr, sehr hoher Preis, fehlende Transportmöglichkeit ohne Fahrzeug, Gas ist in Kleinmengen nicht zu bekommen und auch aus diesem Grund für Ärmere unerreichbar, Unterbrechung der Belieferung bei fehlenden Devisen des importierenden Landes,
- Kerosin (ein Gemisch paraffinischer, naphtholischer und aromatischer Kohlenwasserstoffe): Verbrennungen sind nach Erfahrungen der ärztlichen Hilfsorganisation ‚Hammer Forum‘ sehr häufig – z.B. in Eritrea und Jemen – und wurden in den Mitteilungen des Forums dokumentiert [siehe auch Kasten, Claudia 2002]; es besteht Verpuffungsgefahr durch Bildung zündfähiger Dampf-Luftgemische sowie Vergiftungsgefahr⁷ durch Verschlucken (Lungenschäden sind möglich!) bei Verwechslung infolge Abgabe in häuslichen Kleinbehältern; Kerosin ist teurer als Holz, es bewirkt einen nachteiligen Geschmack der Speisen durch Kerosin-Abgase,

4.2. Gefährdungen durch das Fehlen von Kochmöglichkeiten:

Fehlende Kochmöglichkeit führt zu Mangel- und Fehlernährung auch ohne Mangel an Lebensmitteln. Die Möglichkeit zu kochen gehört zu den Grundbedürfnissen; bleibt sie unbefriedigt, sind zusätzliche soziale Spannungen unvermeidlich. In manchen afrikanischen Flüchtlingslagern wurden schon Teile der knappen Lebensmittelrationen, die von Hilfsorganisationen verteilt worden waren, von den Flüchtlingen gegen Brennstoffe zum Kochen eingetauscht, zumal in der Umgebung der Lager meist schon alles abgeholzt ist.

5. Welche Gefahren hat das Licht im Allgemeinen?

Die bei uns allgemein akzeptierte Durchbrechung des natürlichen Hell-Dunkel-Rhythmus durch Kunstlicht ist ebenfalls bedenklich, was den Kritikern

⁶ In Kenya oft um das Achtfache. Quelle: [„Adding fuel to the fire“, ‘Editorial’ der Zeitschrift ‘Ecoforum’, Nairobi 5/4 2002, S. 9].

⁷ In Deutschland wird für kerosinhaltige Produkte die Sicherheitskennzeichnung Xn (gesundheitsschädlich) verwendet. Zusätzlich gilt der Hinweis (R 65): kann Lungenschäden verursachen.

des Einsatzes von Solarkochern meist nicht bekannt ist. Der Mensch ist – wie Tiere und Pflanzen – auf den Wechsel von Hell und Dunkel im Tagesrhythmus eingestellt. Davon hängt u.A. das Funktionieren seines Immunsystems ab. Im Mai 2002 fand in Köln ein internationales Symposium statt, welches die Zusammenhänge zwischen sichtbarer Strahlung und Krebs untersuchte. Das Thema lautete: „Light, Endocrine Systems and Cancer. Facts and Research Perspectives“. Hier stand die Diskussion um die wahrscheinlich krebsbegünstigende Wirkung von nächtlicher Lichteinwirkung („Light at Night“, LAN) im Mittelpunkt. Es wurde die These vorgebracht, dass das Licht das Leben auf Erden nicht nur ermöglicht, sondern auch begrenzt. Zusammenfassungen der Tagungsergebnisse und der Referate sind im Zentralblatt für Arbeitsmedizin dokumentiert [Nr. 9, Bd. 52, 2002].

Es könnte sein, dass die nächtliche Leselampe, das abendliche Fernsehen und andere nächtliche Lichteinwirkungen und insbesondere Nachtarbeit für die Bevölkerung der Nordhalbkugel weit schädlicher sind als die von reflektierenden Solarkochern ausgehende Streustrahlung für die Bevölkerung der Südhalbkugel, die Kunstlicht bis heute weitgehend entbehrt, aber dringend auf alternative Kochenergien angewiesen ist.

Parabolkocher wie der SK 14 der EG Solar in Altötting und der neue ‚Papillon‘, der im Solar-Institut der Fachhochschule Jülich entwickelt wurde, sind bereits weitgehend optimiert und lassen sich ohne besondere Gefährdung handhaben. Die Entwicklung ist aber nicht abgeschlossen, Entwickler und Nutzer arbeiten zusammen. Solarkocher bieten wie die Nutzung von Wasserkraft, Wind, Photovoltaik, Erdwärme, Kernenergie die Möglichkeit einer Energiebereitstellung außerhalb des Kohlenstoffzyklus, also ohne CO₂-Ausstoß. Einzigartig aber ist ihre dezentrale Einsetzbarkeit für Kochzwecke in sonnenreichen Ländern. Das ist wichtig, da ein Teil des Verbrauchs der ca. 2 Milliarden Menschen, die Brennholz bzw. Holzkohle verfeuern, nicht nachhaltig, d.h. nicht erneuerbar erzeugt wird. Wenn dieser Teil durch Solarko-

cher ersetzt werden könnte, wäre dies ein großer Gewinn für den Klimaschutz.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Gefahren, die von Solarkochern ausgehen können, nichts Spezifisches an sich haben, das nur für sie gelten würde. Die Gefährdungen sind die der reflektierten optischen Strahlung der Sonne. Dass ein Übermaß an Sonnenstrahlung – insbesondere über den UV-Anteil – gefährlich sein kann, wird durch das Projekt ‚Intersun‘ der Weltgesundheitsorganisation seit Jahren der Öffentlichkeit nahegebracht. In unseren Breiten resultiert die Gefährdung in erster Linie aus Freizeitaktivitäten. In den Tropen sind die Menschen das ganze Jahr einer hohen Dosis ausgesetzt. Die mögliche zusätzliche Belastung durch Solarkocher ist aber zu beachten und sollte zu Schutzmaßnahmen Anlass geben. Zur Vorbeugung gegen Gefährdungen ist eine Schulung im Umgang mit Solarkochern und die Beachtung der Bedienungsanleitung erforderlich. Zusätzlich ist ein individueller Schutz gegen die durch den Parabolspiegel reflektierte Strahlung der Sonne empfehlenswert.

Solarkocher dürften nicht mehr Gefahren und Nachteile aufweisen als die Alternativen, soweit diese überhaupt verfügbar sind, vor allem aber gegenüber dem Fehlen von wirtschaftlich und ökologisch möglichen und vertretbaren Alternativen. Mangel an Brennmaterial bedeutet Hunger; den von Minvielle [1999] geprägten Begriff „Energiehungersnot“ kann man daher nicht nur bildlich gesprochen als ‚Hunger‘ nach Energie, sondern vor allem konkret als Hunger und Mangelernährung infolge von Brennstoffmangel interpretieren..

Literaturhinweise:

AK-NIR (Arbeitskreis Nicht-Ionisierende Strahlung) der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik, „Handbuch NIR“ (als Ringbuch erhältlich), Köln, Stand 1997.

Assmann, J., Müller, H., und Borgmann, R., „Lichteinwirkungen“, in: Handbuch NIR.

- Brüggemeyer, H., Serick, F., Siekmann, H., und Sutter, E., „Sichtbare und Infrarote Strahlung“, in: „Handbuch NIR“.
- Jossen, H., und Eggink, G. J., „Ultraviolettstrahlung“, in: „Handbuch NIR“.
- Hafner, Bernd, Heinzen, Willi und Krämer, Paul: „Solarkocher. Grundlagen sowie praktische, sozioökonomische und ökologische Betrachtungen“, Münster-Sarmsheim 2002.
- Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Fachausschuss ‚Persönliche Schutzausrüstungen‘ der BGZ, BGR 192 (früher: ZH1/703), „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“, St. Augustin (2001).
- Kasten, Claudia: „Kerosin – ein billiger und gefährlicher Brennstoff“ ‚Forum Umwelt und gerechte Entwicklung, FugE News, 2/2002, Hamm/Westfalen.
- Klauß, V.: „Tropische Ophthalmologie“, in: W. Lang, „Tropenmedizin in Klinik und Praxis“, Stuttgart New York (1993).
- Minvielle, Jean-Paul, „La question énergétique au Sahel », Paris 1999.
- Ohne Namen: Editorial (Leitartikel): „Adding fuel to the fire“, in der Zeitschrift „Ecoforum“, Nairobi 5/4 (2002).
- Schmidt R.F. und Thews G., „Physiologie des Menschen“, 26. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, (1995).
- Seifert, I.: „Solares Kochen mit dem Parabol-Kocher“, EG Solar Altötting (2002) (fünfsprachig, bebildert).
- SSK (Strahlenschutzkommission): „Praktische Anwendung des UV-Index“, <http://www.ssk.de/1996/prakuviv.htm>
- SSK (Strahlenschutzkommission): „Schutz des Menschen vor solarer UV-Strahlung“, Empfehlungen und Stellungnahmen der Strahlenschutzkommission, Bundesanzeiger, Bonn (1998).
- SSK (Strahlenschutzkommission): „Schutz des Menschen vor den Gefahren der UV-Strahlung in Solarien, Empfehlungen und wissenschaftliche Begründung“, Reihe Informationen der Strahlenschutzkommission Nr. 6, Bonn, (2001).
- World Health Organization: „Environmental Health Criteria (EHC) 160, Ultraviolet Radiation“, Geneva 1994.
- World Health Organization: „Intersun, The Global UV Project“, Quelle: <http://www.who.int/peh-uv/publications/english/whoehg95-17.htm>
- World Health Organization World Meteorological Organization, United Nations Environmental Programme, International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: „Global Solar UV Index: A Practical Guide“, Geneva 2002.
- Der Autor ist Arzt für Arbeitsmedizin, Tropenmedizin und Allgemeinmedizin, jetzt im Ruhestand, Mitglied von Solar Global e.V. (Jülich). Herrn Dr. Ing. Dieter Seifert, Neuötting und Herrn Prof. Schwarzer, Jülich, verdanke ich wertvolle Hinweise.