

Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br.	79	S. 43–59	7 Abb.		Freiburg 1991
-----------------------------------	----	----------	--------	--	---------------

Das badisch-elsässische Globalstrahlungsmeßnetz (Ein französisch-deutsches Gemeinschaftsprojekt)

von

Lutz Jaeger und Albrecht Kessler, Freiburg i.Br.,

Gérard Hug, Emmanuel Murzeau und Claude Unger, Straßburg

Le réseau de mesures radiatif de la vallée du Rhin (Un projet franco-allemand)

Anschriften der Verfasser:

Dr. L. JAEGER, Prof. Dr. A. KESSLER, Meteorologisches Institut der Universität,
Werderring 10, D-7800 Freiburg i. Br.

Prof. Dr. G. HUG, E. MURZEAU, C. UNGER, ENSAIS,
24, Bld. de la Victoire, F-67084 Strasbourg.

Zusammenfassung

Es wird über die Installation und die Struktur eines Netzes zur Messung der kurzwelligen solaren Strahlung im südlichen Oberrheintal berichtet. Die 10 Stationen dieses Netzes sind auf einer Nord-Süd Achse (im Elsaß) und auf einer grenzüberschreitenden West-Ost Achse angeordnet. Das Netz wird von drei französischen und einer deutschen Institution betrieben. In deren Händen liegt auch die Auswertung der gemessenen Daten. Ziel der Strahlungsmessungen ist es, im Rahmen eines EG-Projektes genauere Kenntnisse über die Möglichkeiten der Anwendung „erneuerbarer Energiequellen“, in diesem Fall von Solarenergie im Oberrheintal zu erhalten.

1. Einleitung

Es ist nicht unberechtigt, bei der Vorstellung eines internationalen Meßnetzes im Oberrheintal die *Societas Meteorologica Palatina* zu erwähnen. Diese Mannheimer Meteorologische Gesellschaft richtete vor rund 200 Jahren das erste internationale Wetterbeobachtungsnetz ein, dessen Daten in 12 stattlichen Jahrbüchern mit den Beobachtungen von 39 Stationen niedergelegt sind (CAPPEL 1980). Viele der Schwierigkeiten, die entstehen, wenn es darum geht, grenzüberschreitende Messungen durchführen zu wollen und mit denen der rührige Sekretär dieser Gesellschaft Johann Jacob Hemmer (1733–1790) zu kämpfen hatte, sind auch heute geblieben. Hatten die korrespondierenden Beobachtungen der „Societas“ das Ziel, die Grundlagen für eine Verbesserung der Wettervorhersage zu schaffen, so soll das badisch-elsässische Strahlungmeßnetz die Basis für die Nutzung solarer Energieformen in unserem Raum erarbeiten.

2. Grundlagen

Die Europäische Gemeinschaft unterstützt u.a. Forschungsvorhaben, die die Untersuchung der Einsatzmöglichkeiten wiedererneuerbarer Energiequellen ausloten. Unter diesem Gesichtspunkt hat die Europäische Kommission mit der Straßburger ADURE (Association pour le Développement de l'Utilisation Rationelle des Energies) in der dortigen Hochschule für Kunst und Ingenieurwissenschaften einen Vertrag abgeschlossen, der den finanziellen Rahmen und das wissenschaftliche Ziel formuliert (Contrat CEE no. J-10/EM 35-0049-DB/10J). Unter diesem Dach haben sich vier Institutionen zusammengefunden um das Projekt durchzuführen:

1. Le Service Météorologique Interrégional Nord-Est (SMIRNE), Direktor: M. MOCH,
2. Le Centre d'Etudes et de Recherches Eco-Géographiques (CEREG-UA95) de l'Université Louis Pasteur, Direktor: M. MERCIER,

Résumé

Il est question de l'installation et de la structure d'un réseau de mesure du rayonnement solaire de courte longueur d'onde dans le sud de la vallée du Rhin supérieur. Les 10 stations du réseau sont réparties sur un axe Nord-Sud (en Alsace) et un axe transfrontalier Est-Ouest.

Le réseau est exploité par 3 organismes français et un organisme allemand, qui s'occupent également de l'exploitation des données recueillies. Le but des mesures de rayonnement est d'acquiescer dans le cadre d'un projet européen, des connaissances plus précises sur les possibilités d'utilisation des «énergies renouvelables», dans ce cas l'énergie solaire, dans la vallée du Rhin supérieur.

1. Introduction

Lors de la présentation d'un réseau international de mesures dans la vallée du Rhin, il n'est pas injustifié d'évoquer la *Societas Meteorologica Palatina*. Cet organisme météorologique de Mannheim installa, il y a environ 200 ans, le premier réseau international d'observation météorologique dont les données, comprenant des observations de 39 stations, occupent 12 imposants volumes (CAPPEL, 1980). Beaucoup de difficultés, qui apparaissent quand il s'agit de faire des mesures par-delà les frontières et que l'entrepreneur secrétaire de cette société, JACOB HEMMER (1733–1790) eut à combattre, existent toujours.

Alors que les observations de la «Societas» devaient former la base nécessaire à une amélioration des prévisions météorologiques, le réseau transfrontalier de mesure de rayonnement devra servir à établir la base nécessaire à l'utilisation des diverses formes de l'énergie solaire.

2. Fondements

La communauté européenne soutient entre autres des recherches sur les possibilités d'utilisation d'énergies renouvelables. De ce point de vue, la commission européenne a conclu un contrat avec l'ADURE (Association pour le Développement de l'Utilisation Rationnelle des Energies) dans l'école strasbourgeoise des Arts et Industries, qui fixe le cadre financier et le but scientifique (Contrat CEE no. J-10/EM 35-0049-DB/10J). Dans ce cadre 4 organismes se sont associés pour la réalisation du projet:

- Le Service Météorologique Interrégional Nord-Est (SMIRNE), Directeur: M. MOCH
- Le Centre d'Etudes et de Recherches Eco-Géographiques (CEREG-UA95) de l'Université Louis Pasteur, Directeur: M. MERCIER

3. Le Laboratoire d'Etude des Systèmes et des Processus Energétiques (LESPE) de l'Ecole Nationale Supérieure des Arts et Industries, Direktor: M. HUG und
 4. das Meteorologische Institut der Universität Freiburg, Direktor: Prof. Dr. A. KESSLER.

Ein Koordinierungskomitee, in dem alle Partner vertreten sind, definiert die Orientierung und die Arbeitsweise. Es trifft sich wenigstens zweimal im Jahr, wobei dann Zwischenberichte formuliert und an die Brüsseler Kommission gesandt werden müssen. Der Vorort liegt bei ADURE, wo auch die finanziellen Mittel verwaltet werden. Auf deutscher Seite hat der Deutsche Wetterdienst die Installation von zwei Stationen ermöglicht. Hierfür sei an dieser Stelle den beiden Wetteramtsleitern Herrn RUDOLPH (Wetteramt Freiburg) und Frau KÜHNEL (Wetteramt Stuttgart, zuständig für die Wetterstation Feldberg) herzlich gedankt. Das auf diese Weise betriebene Meßnetz wird drei Jahre arbeiten. Während dieser Zeit beginnt die wissenschaftliche Auswertung und wird nach dem Ende der Meßkampagne andauern.

3. Das Meßnetz

Das Meßnetz besteht aus zehn automatischen Stationen, acht in Frankreich: Soultzeren, Türkheim, Colmar, Alolsheim, Meyenheim, Mulhouse, Sélestat, Orbey und zwei in der Bundesrepublik: Freiburg und Feldberg (siehe Abb. 1). Die Stationen Alolsheim, Mulhouse, Orbey und Sélestat wurden von SMIRNE aufgebaut, die Station Soultzeren durch das CEREK, die restlichen fünf Stationen wurden mit Mitteln des Projekts errichtet. Nach dem Ende des Experiments werden die Stationen Colmar, Meyenheim und Türkheim vom französischen Wetterdienst übernommen.

3.1 Die Meßstationen

Alolsheim (48° 00,2'N, 7° 31,8'E, 198 m NN): Die Meßstation liegt auf dem Versuchsgelände der Vereinigung der elsässischen Gemüseproduzenten (CTIFL) in der Ebene in Rheinnähe (ca. 3 km). Der Meßmast selbst ist umgeben von Getreide- und Gemüefeldern. Einige einstöckige Gebäude und Folien-gewächshäuser bieten kaum eine Horizonteinengung.

Colmar (48° 03,9'N, 7° 19,9'E, 202 m NN): Die Station liegt am Westrand von Colmar, auf dem Gelände der INRA und wird vom französischen Wetterdienst betreut (Centre départemental de la Météorologie). Gemessen wird über einer Rasenfläche, die von Getreidefeldern, vor allem Maisfeldern umgeben ist. Die ebene Situation weist im Osten einige flache Gebäude auf.

- Le Laboratoire d'Etude des Systèmes et des Processus Energétiques (LESPE) de l'Ecole Nationale Supérieure des Arts et Industries, Directeur: M. HUG et
- Das Meteorologische Institut der Universität Freiburg, Directeur: Prof. Dr. A. KESSLER.

Un comité de coordination regroupant tous les partenaires définit les orientations et les méthodes de travail.

Ce comité se réunit au moins deux fois par an, ce qui donne lieu à des rapports intermédiaires devant être envoyés à la commission de Bruxelles. La direction est confiée à l'ADURE qui gère également les moyens financiers. Du côté allemand le Deutsche Wetterdienst a permis l'installation de 2 stations de mesure. Pour cela nous remercions sincèrement les directeurs des services météorologiques M. RUDOLPH (Service météo de Fribourg) et Mme. KÜHNEL (Service météo du Feldberg).

Le réseau installé est prévu pour une durée de mesures de trois ans. Pendant ce temps l'exploitation scientifique des données a commencé et se poursuivra au-delà de la campagne de mesure.

3. Le réseau

Le réseau se compose de 10 stations automatiques, huit en France: Soultzeren, Türkheim, Colmar, Alolsheim, Meyenheim, Mulhouse, Sélestat, Orbey, et deux en République Fédérale Allemande: Fribourg et Feldberg (voir fig. 1).

Les stations Alolsheim, Mulhouse, Orbey et Sélestat ont été installées par le SMIRNE, Soultzeren par le CEREG et les cinq restantes sur le fonds de projet. A la fin de l'expérience les stations de Colmar, Meyenheim et Türkheim seront intégrées dans le réseau de la météo nationale française.

3.1 Les stations de mesure

Alolsheim (48° 00,2'N, 7° 31,8'E, 198 m NN): La station se trouve sur le terrain d'essai de l'Association alsacienne des producteurs de légumes (CTIFL) dans la plaine à proximité du Rhin (environ 3 km). Le point de mesure proprement dit est entouré de champs de céréales et de légumes. Quelques bâtiments monoétages et des serres plastique ne créent quasiment pas d'effet de masque d'horizon.

Colmar (48° 03,9'N, 7° 19,9'E, 202 m NN): La station se trouve à la bordure ouest de Colmar, sur le terrain de l'INRA et est suivie par la météorologie française (Centre départemental de la Météorologie). Les mesures ont lieu au-dessus d'une surface de gazon entourée de champs de céréales, essentiellement du maïs. A l'est se trouvent quelques bâtiments peu élevés.

Entzheim (48° 33,0'N 7° 38,5'E, 150 m NN): Auf dem Straßburger Flughafen Entzheim wird die Strahlung auf dem Rasen der Freifläche des Flugplatzes gemessen.

Feldberg (47° 53'N, 8° 00'E, 1486 m NN): Das Strahlungsmeßgerät ist auf dem Dach der Wetterstation Feldberg im Schwarzwald installiert. Es handelt sich hierbei um eine Gipfellage, ohne Horizonteinengung, nur im Norden wird das Meßgerät vom Windmeßmast der Wetterstation überragt.

Freiburg (48° 00'N, 7° 51'E, 269 m NN): Installation auf dem Dach des Wetteramtes Freiburg des Deutschen Wetterdienstes. Das Flachdach des Hochhauses ermöglicht einen freien Gesichtskreis nach Süden, Westen und Norden, im Osten ist der Horizont durch die Nähe des Schwarzwaldrandes eingeschränkt.

Meyenheim (47° 55,6'N, 7° 26,5'E, 207 m NN): Fliegerhorst der französischen Luftwaffe (Base Aérienne 132), in der Rheinebene. Der Meßpunkt ist auf dem Dach des Kontrollturmes, der von flachen Gebäuden umgeben ist.

Mulhouse (47° 45,3'N, 7° 17,8'E, 245 m NN): Die Station liegt im Westteil der Stadt in der Nähe des Güterbahnhofs an der Doller. Das Strahlungsmeßgerät ist auf dem Dach eines Hauses in einem Stadtpark montiert.

Orbey, Lac Blanc (48° 08,2'N, 7° 05,6'E, 1130 m NN): Installation des Solarimeters auf einem 10 m hohen Turm auf leicht geneigtem, mit Buschwerk bewachsenem Gelände in den Vogesen, im Norden in ca. 100 m Entfernung findet sich ein Waldrand.

Sélestat (48° 17,2'N, 7° 27,8'E, 172 m NN): Das Meßgerät sitzt auf einem Fabrikdach in der Industriezone im Norden von Schlettstadt. Das Gebäude selbst steht am Rand dieser Zone, in der Nähe der Nationalstraße zu landwirtschaftlichen Nutzflächen hin orientiert.

Soultzeren (48° 4,8'N, 7° 06,6'E, 760 m NN): Installation in Spornlage auf geneigter Wiese. Die Station ist in das hydrologische Versuchsgebiet Ringelsbach des CEREG der Universität Louis Pasteur in Straßburg integriert.

Türkheim, Trois Epis (48° 06,1'N, 7° 13,9'E, 660 m NN): Das Strahlungsmeßgerät ist auf dem Flachdach des höchsten Sanatoriumsgebäudes in Trois Epis montiert. Im Westen ergibt sich durch die ansteigenden Berge der Vogesen eine geringe Horizonteinengung.

Neben den Daten dieser zehn speziell für das Projekt aufgebauten Stationen fließen auch die Meßwerte der Station Hartheim (47° 56'N, 7° 37'E, 201 m NN) in die Untersuchungen ein. Hier werden bereits seit Jahren Forschungsarbeiten zum Strahlungshaushalt durchgeführt, z.B. GARTHE et al. (1986). Das Untersuchungsgebiet Hartheim ist in JAEGER (1986) beschrieben.

3.2 Meßgeräte und Datengewinnung

Das gesamte Meßnetz ist einheitlich mit Kipp & Zonen Solarimetern ausgerüstet, wobei die Bauformen CM 6 und CM 11 verwendet wurden (Hersteller: Fa.

Entzheim (48° 33,0'N, 7° 38,5'E, 150 m NN): Sur l'aéroport strasbourgeois d'Entzheim, le rayonnement est mesuré sur la pelouse des zones de dégagement de l'aéroport.

Feldberg (47° 53'N, 8° 00'E, 1486 m NN): L'appareil de mesures est installé sur le toit de la station météo du Feldberg dans la Forêt-Noire. Il s'agit d'une situation sur un sommet, sans masque d'horizon, seul au nord l'appareil est dominé par le mât de vent de la station météo.

Fribourg (48° 00'N, 7° 51'E, 269 m NN): Installation sur le toit du service météo de Fribourg. Le toit plat de l'immeuble offre une vue dégagée sur le sud, l'ouest et le nord, à l'est l'horizon est partiellement masqué par la proximité de la Forêt-Noire.

Meyenheim (47° 55,6'N, 7° 26,5'E, 207 m NN): Base aérienne de l'armée française (Base Aérienne 132), dans la plaine du Rhin. Le point de mesure est sur le toit de la tour de contrôle. Dans les environs se trouvent quelques bâtiments plats.

Mulhouse (47° 45,3'N, 7° 17,8'E, 245 m NN): La station se trouve à l'ouest de la ville, à proximité de la gare de marchandises près de la Doller. L'appareil de mesure est fixé sur le toit d'un bâtiment des services techniques de la ville.

Orbey, Lac Blanc (48° 08,2'N, 7° 05,6'E, 1130 m NN): Installation de l'appareil de mesure sur une tour de 10 m au-dessus d'un terrain couvert de broussailles en pente légère. A environ 100 m. au nord se trouve une lisière de forêt.

Sélestat (48° 17,2'N, 7° 27,8'E, 172 m NN): L'appareil est installé sur le toit d'une usine dans la zone industrielle au Nord de Sélestat. Le bâtiment est situé en bordure de la zone, à proximité de la Nationale et orienté vers les terrains agricoles.

Soultzeren (48° 4,8'N, 7° 06,6'E, 760 m NN): Installation sur une prairie inclinée. La station est intégrée dans la zone d'expériences hydrologiques de Ringelsbach du CEREG de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg.

Türkheim, Trois Epis (48° 06,1'N, 7° 13,9'E, 660 m NN): L'appareil de mesure est installé sur la toiture terrasse du bâtiment le plus élevé du centre de repos de Trois-Epis. A l'ouest se trouve un léger masque dû aux Vosges.

En plus des données de ces dix stations spécialement installées pour le projet, les mesures faites à Hartheim (47° 56'N, 7° 37'E, 201 m NN) où l'on fait depuis des années des travaux sur les bilans radiatifs, par exemple GARTHE et al. (1986), sont également intégrées dans les études. La zone d'étude Hartheim est décrite dans JAEGER (1986).

3.2 Appareils de mesure et acquisition des données

L'ensemble du réseau est équipé de pyranomètres Kipp & Zonen modèles CM 6 et CM 11 (fabricant: Kipp & Zonen, Delft, Hollande). La sensibilité de ces appareils se situe dans la gamme 0,3 à 3 μm . De plus d'autres paramètres météo,

Kipp & Zonen, Delft, Niederlande). Diese Pyranometer haben eine Empfindlichkeit, die im kurzwelligen Wellenlängenbereich bei 0,3 bis 3 μm liegt. Darüber hinaus werden von Station zu Station variabel weitere Klimaparameter, wie Temperaturen, Windgeschwindigkeit und -richtung sowie Niederschlag registriert. Als Besonderheit muß hervorgehoben werden, daß ein Solarimeter mobil im Meßnetz eingesetzt wird (Abb. 3). Dieses Gerät wird jeweils einen Monat neben den fest installierten Geräten montiert und wandert auf diese Weise von Station zu Station. Durch diese Parallelmessungen werden Unregelmäßigkeiten in den Strahlungsmessungen vermieden.

Die Meßwerterfassung selbst erfolgt durch Datalogger des Typs NEOL SAD 12. Die Abfrage der Strahlungswerte erfolgt alle 10 Sekunden. Abspeicherung der Daten und Synchronisation der Logger erfolgt allnächtlich über das Telefonnetz durch einen Zentralrechner in der ENSAI Straßburg. Die Zeitbasis ist Weltzeit (UTC).

4. Zielsetzung

Ziel der Untersuchung ist die Erarbeitung einer Klimatologie der räumlichen Verteilung der kurzwelligen Strahlungsverhältnisse im Oberrheintal und an den das Tal einrahmenden Gebirgsrändern der Vogesen und des Schwarzwaldes. Zum Problem der kurzwelligen Einstrahlung und zur Methodik sind am Meteorologischen Institut der Universität Freiburg bereits umfangreiche Vorarbeiten geleistet worden (GARTHE et al., 1985; JAEGER, KESSLER, 1980; JAEGER, 1981; JAEGER et al., 1986; KESSLER, 1983; KESSLER, 1985; KEDING, 1984 und KEDING, 1988). KEDING hat 1984 mit einem digitalen Geländemodell die räumliche Verteilung der kurzwelligen Einstrahlung im stark reliefierten Schwarzwald mit Hilfe zweier Eichstationen bestimmt. Seine Arbeiten über die langwellige atmosphärische Gegenstrahlung (vgl. Abb. 4 und 5) werden für die hier beschriebene Untersuchung ebenfalls von Nutzen sein. Wie stark kurzwellige Einstrahlung und Albedo über der offensichtlich gleichen Oberfläche auf engstem Raum variieren können zeigt Abb. 6, ein Beispiel aus dem MESOKLIP Experiment (JAEGER, 1981). Die drei vorderpfälzischen Stationen Böblingen und Zeiskam lagen nur wenige Kilometer auseinander, die Station Eschelbach auf der anderen Rheinseite im Kraichgau.

Einen Hinweis auf die Bedeutung der Trübungsverhältnisse gibt Abb. 7. Der 24. Juni 1988 war ein Strahlungstag, an dem nur im Schwarzwald an der Station Feldberg am Nachmittag Konvektionsbewölkung auftrat. Abgesehen davon erhielt die am tiefsten liegende Station Algolsheim (197 m) den geringsten Strahlungsgenuß, Freiburg mit 269 m erhält vergleichsweise mehr und Feldberg mit 1486 m Höhenlage die höchste kurzwellige Einstrahlung. Eine witterungsklimatische Betrachtung dieser Verhältnisse, verknüpft mit der Betrachtung der Bewölkung und den Feuchteverhältnissen wird Aussagen über eine Klimatologie der atmosphärischen Trübung im Untersuchungsgebiet bringen.

température, vitesse et direction du vent, précipitation sont mesurés dans certaines stations. Une des particularités du réseau est la présence d'un pyranomètre mobile installé un mois dans chaque station à côté du pyranomètre fixe, ce qui permet de garantir l'homogénéité des mesures sur tout le réseau.

La mesure proprement dite est faite par une centrale de type NEOL SAD 12. Les mesures sont échantillonnées toutes les 10 secondes. La récupération des données et la synchronisation des centrales se fait toute les nuits par téléphone à partir de l'ordinateur de l'ENSAIS Strasbourg. La synchronisation est effectuée en temps universel (TU).

4. But de l'étude

Le but de l'étude est la création d'une climatologie de la répartition spatiale du rayonnement visible dans la vallée du Rhin supérieur et des montagnes environnantes des Vosges et de la Forêt-Noire. De nombreuses études sur le rayonnement de courtes longueurs d'onde et sur la méthodologie ont déjà été faites à l'institut météorologique de l'Université de Fribourg (GARTHE et al., 1985; JAEGER, KESSLER, 1980; JAEGER, 1981; JAEGER et al., 1986; KESSLER, 1983; KESSLER, 1985; KEDING, 1984 et KEDING, 1988).

En 1984, KEDING a déterminé la répartition du rayonnement visible dans les parties accidentées de la Forêt-Noire à l'aide d'un modèle numérique de terrain en s'appuyant sur 2 stations de référence. Ses travaux sur le rayonnement atmosphérique à grande longueur d'onde serviront également pour l'étude en cours. Les variations importantes du rayonnement visible et de l'albédo de surface apparemment identiques sur de faibles distances, sont démontrées par un exemple (fig. 6) tiré de l'expérience MESOKLIP (JAEGER, 1981): Les trois stations de Böblingen et Zeiskam ne sont séparées que de quelques kilomètres, Eschelbach étant situé de l'autre côté du Rhin.

La fig. 7 donne un aperçu de l'importance de la turbidité. Le 24 juin 1988 a été une journée ensoleillée où il n'y a qu'à la station du Feldberg où des nuages convectifs sont apparus l'après-midi. Cela mis à part, la station d'Algolsheim (197 m.) a reçu le rayonnement le plus faible, Fribourg avec 269 m. comparativement plus et Feldberg avec 1486 m. d'altitude le maximum.

Une étude climatologique de ces phénomènes associée à l'étude de la nébulosité et de l'humidité relative fournira des données sur la climatologie de la turbidité dans la zone d'étude.

Angeführte Schriften

- CAPPEL, A. (1980): Societas Meteorologica Palatina (1780-1795). *Annalen der Meteorologie* (Neue Folge), **16**: 10-27, Offenbach.
- GARTHE, H.-J., JAEGER, L. & KESSLER, A. (1985): Langzeitmessungen zum Strahlungs- und Energiehaushalt eines Kiefernwaldes. Tagungsbericht Symp. Wald und Wasser vom 2.-5. Sep. 1984 in Grafenau, Wald und Wasser, Nationalpark Bayerischer Wald, 31-41, Grafenau.
- GARTHE, H.-J., JAEGER, L. & KESSLER, A. (1986): L'évapotranspiration, une quantité du bilan énergétique. Une étude à long terme au sujet d'une pinède dans la plaine du Rhin supérieur. Erstes gemeinsames wissenschaftliches Kolloquium der oberrheinischen Universitäten „Umweltforschung in der Region“, Tagungsbericht, 664-675, Straßburg.
- JAEGER, L. & KESSLER, A. (1980): Langzeitmessungen der Strahlungsbilanz und ihrer Komponenten über einem Kiefernbestand der südlichen Oberrheinebene. *All. Forst- u. Jagdz.* **151**: 210-218.
- JAEGER, L. (1981): Radiation measurements of the department of meteorology of Freiburg University during the experimental stage of MESOKLIP. *Meteorol. Rdsch.* **34**: 97-105.
- JAEGER, L., GARTHE, H.-J. & KESSLER, A. (1986): The climatological site Hartheim: Its philosophy, design and special measuring results. *Freiburger Geographische Hefte*, **26**: 189-199.
- KESSLER, A. (1983): Über die spezifischen Strahlungsumsätze verschiedener Oberflächentypen in Mitteleuropa, klimatologisch betrachtet. *Wiss. Ber. Meteorol. Inst. Uni. Karlsruhe*, **4**: 101-111.
- KESSLER, A. (1985): Heat balance climatology. World survey of climatology (Ed. in chief: H.E. LANDSBERG), *General climatology*, **1A**: 224 pp, Amsterdam London New York.
- KEDING, I. (1984): Die räumliche Verteilung der effektiven Sonneneinstrahlung im Gebirge, dargestellt am Beispiel eines hydrologischen Einzugsgebietes im Hochschwarzwald. *Dipl. Arb. Geowiss. Fak. Uni. Freiburg*, 142 pp.
- KEDING, I. (1988): Klimatologische Untersuchung der atmosphärischen Gegenstrahlung und Vergleich von Berechnungsverfahren anhand langjähriger Messungen im Oberreintal. *Diss. Geowiss. Fak. Uni. Freiburg*, 129 pp.

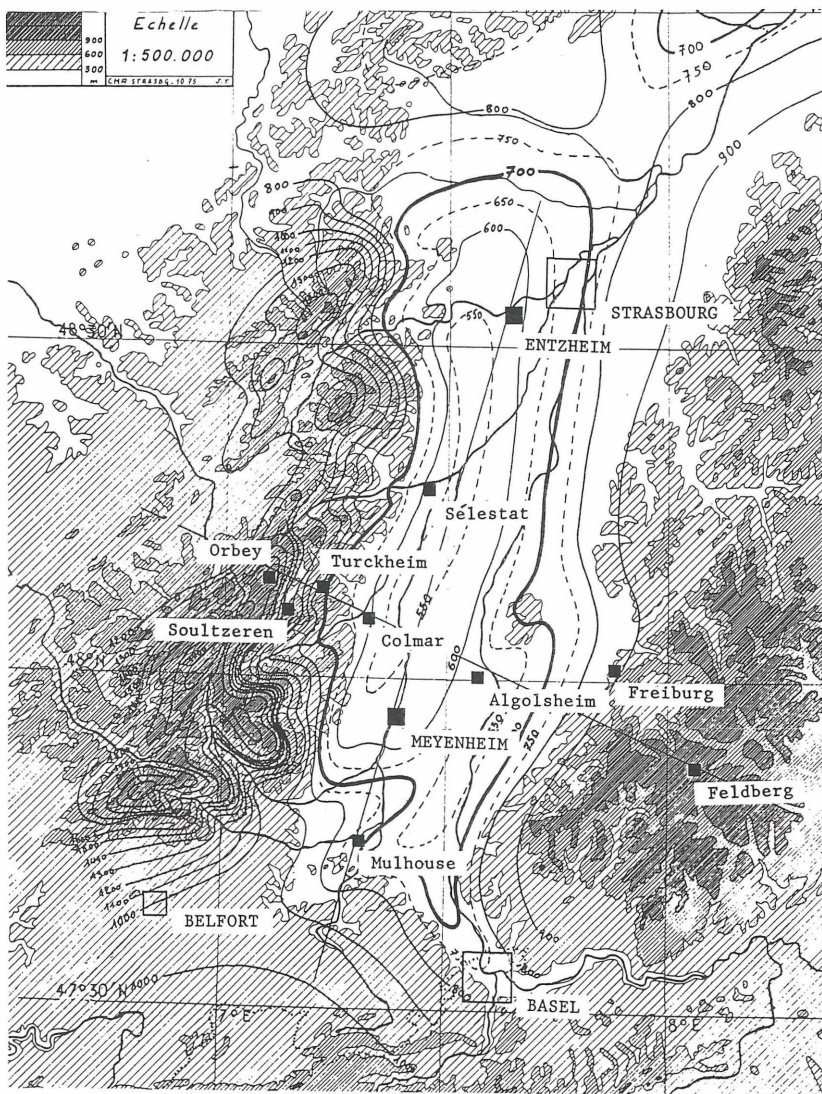


Abb. 1: Lage der Meßstationen und mittlere jährliche Niederschläge (1959-1975) am südlichen Oberrhein.

Fig 1: Position des stations de mesure et précipitations moyennes (1959-1975) dans la vallée du Rhin supérieur

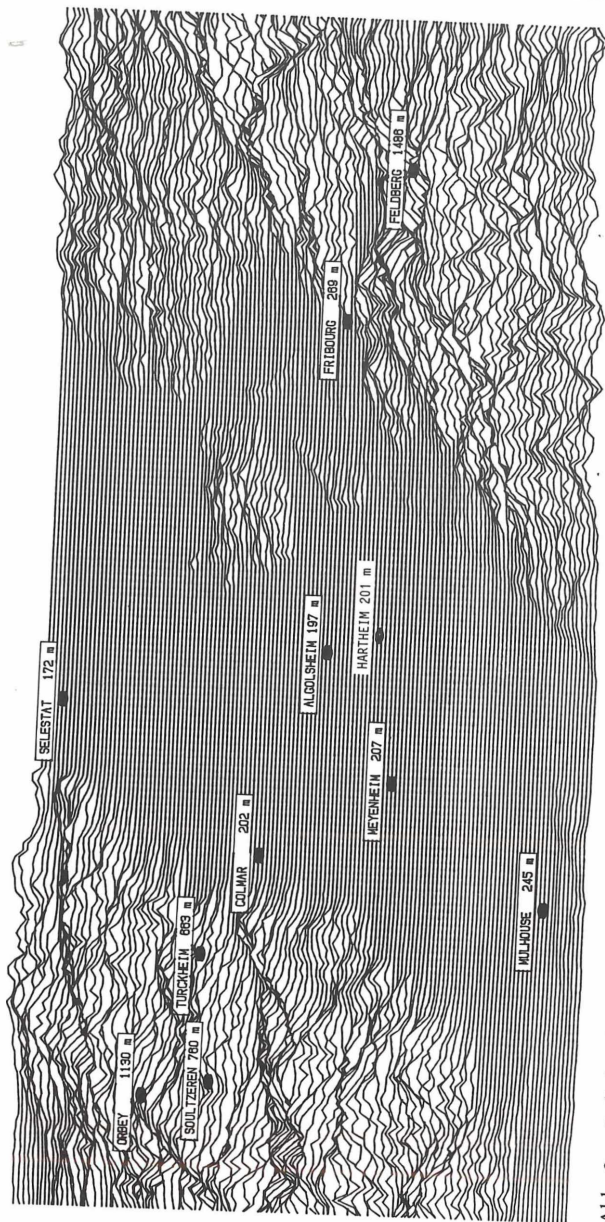


Abb. 2: Relief und Stationslagen mit Höhenangaben im südlichen Oberrheintal (Programmierung: CLAUDE UNGER, ENSAIS).

Fig 2: Relief de la vallée du Rhin supérieur avec position et altitude des stations (programmation: UNGER CLAUDE, ENSAIS)

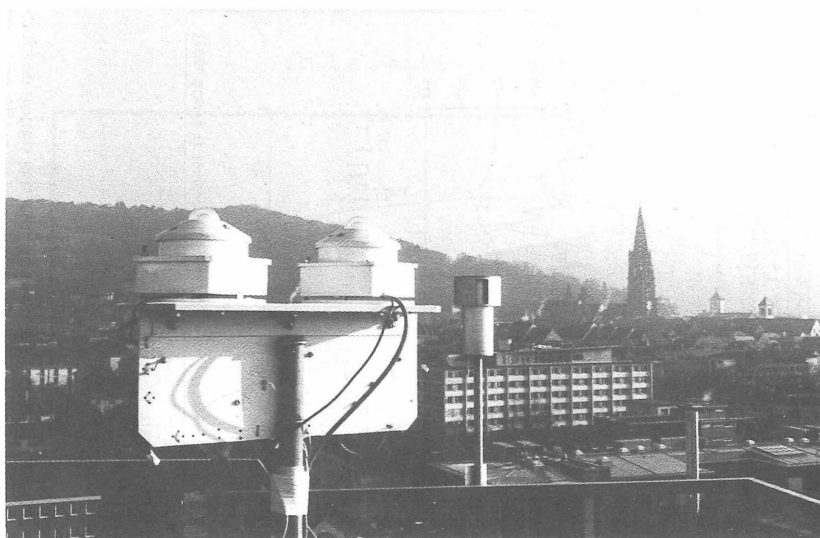


Abb. 3: Pyranomter und Referenzpyranometer an der Station Freiburg, Blickrichtung Osten.

Fig 3: Pyranomètre et pyranomètre de référence à la station de Fribourg, vue vers l'est

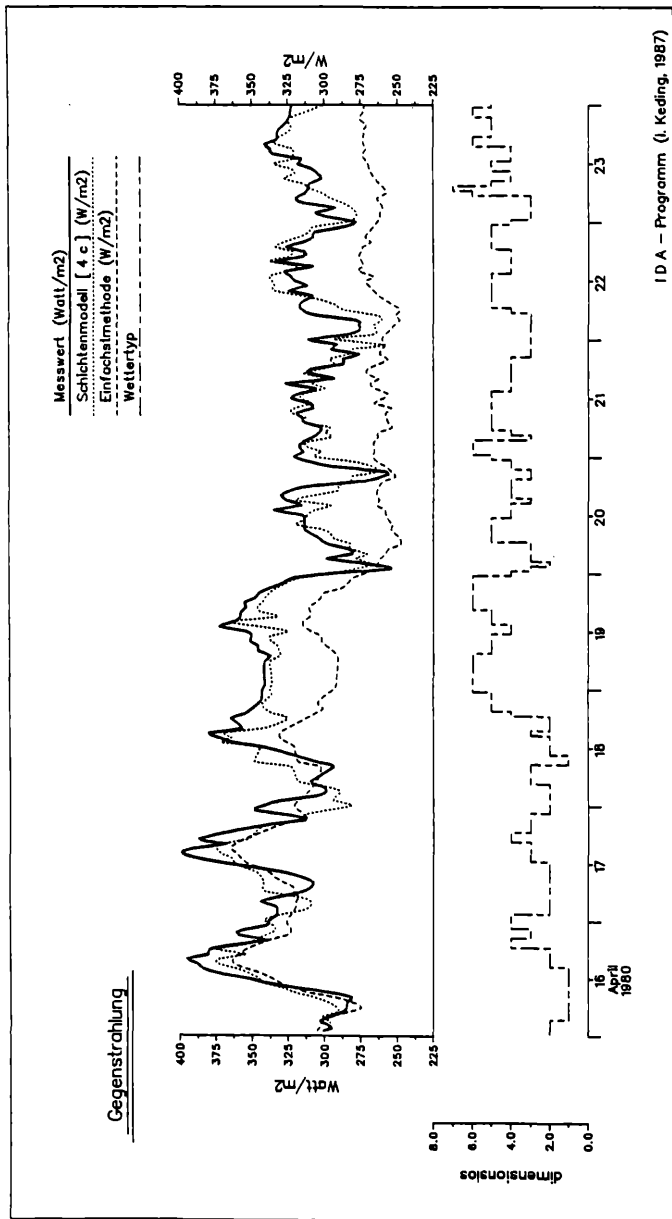
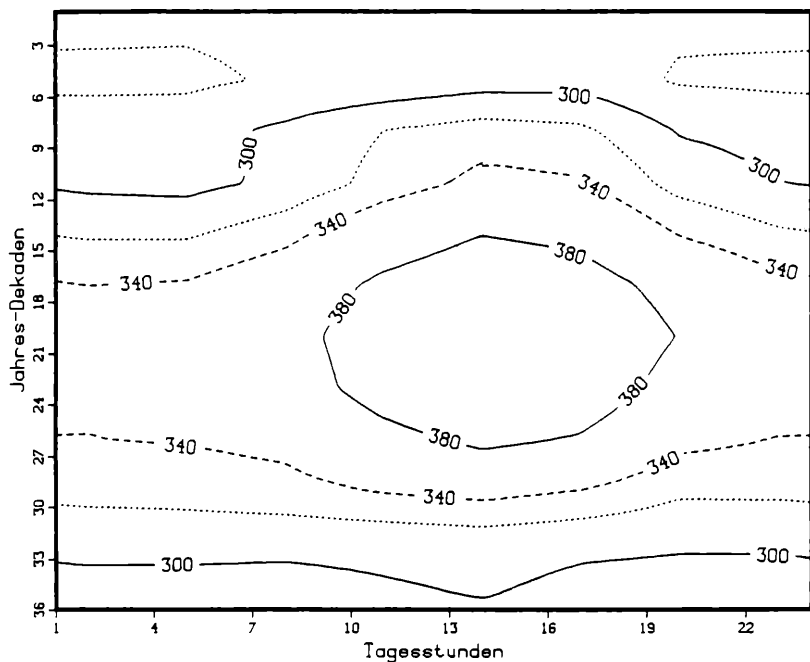


Abb. 4: Beispiel einer modellhaften Untersuchung der atmosphärischen Gegenstrahlung an der Meßstation Hartheim (aus KEDING 1988). Der zeitliche Verlauf der Strahlung vom 16.-23. April 1980 ist hier modelliert und nach Wettertypen analysiert worden.

Fig 4: Exemples de modélisation de la réflexion atmosphérique à la station de Hartheim (KEDING 1988). La variation temporelle du rayonnement du 16 au 23 avril a été modélisée et analysée par types de temps.

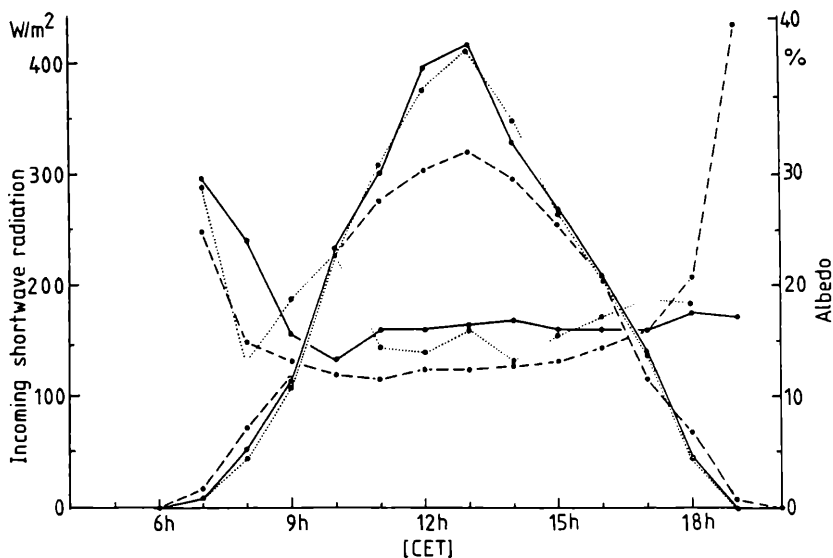
Gegenstrahlung in Watt, (Alle Wettertypen)



IDA - Programm (Keding, 1987)

Abb. 5: Isoplethen der atmosphärischen Gegenstrahlung in Hartheim (aus Keding 1988). Beispiel für eine zeitlich mittlere Darstellung der Strahlungsverhältnisse aus den Jahren 1977-1984.

Fig 5: Isoplèthes de la réflexion atmosphérique à Hartheim (KEDING 1988). Exemples de représentation moyennée de la situation radiative des années 1977 à 1984



Hourly mean values (Sept., 23th to 28th 1979) of shortwave incoming radiation, and albedo in Böbingen (continuous line), in Eschelbach (dashed line), and in Zeiskam (dotted line). The surfaces are ploughed stubble-fields.

Abb. 6: Vergleichende Darstellung von Globalstrahlung und Albedo dreier Meßstationen am nördlichen Oberrhein (aus JAEGER 1981). Gemittelt wurde über den Zeitraum 23.-28. 9. 1979, die Oberflächen waren Stoppelfelder.

Fig 6: Représentation comparative du rayonnement global et de l'albedo pour 3 stations de la partie nord du Rhin supérieur (JAEGER 1981). Moyenne du 23 au 28. 9. 1979, le sol était couvert de chaumes.

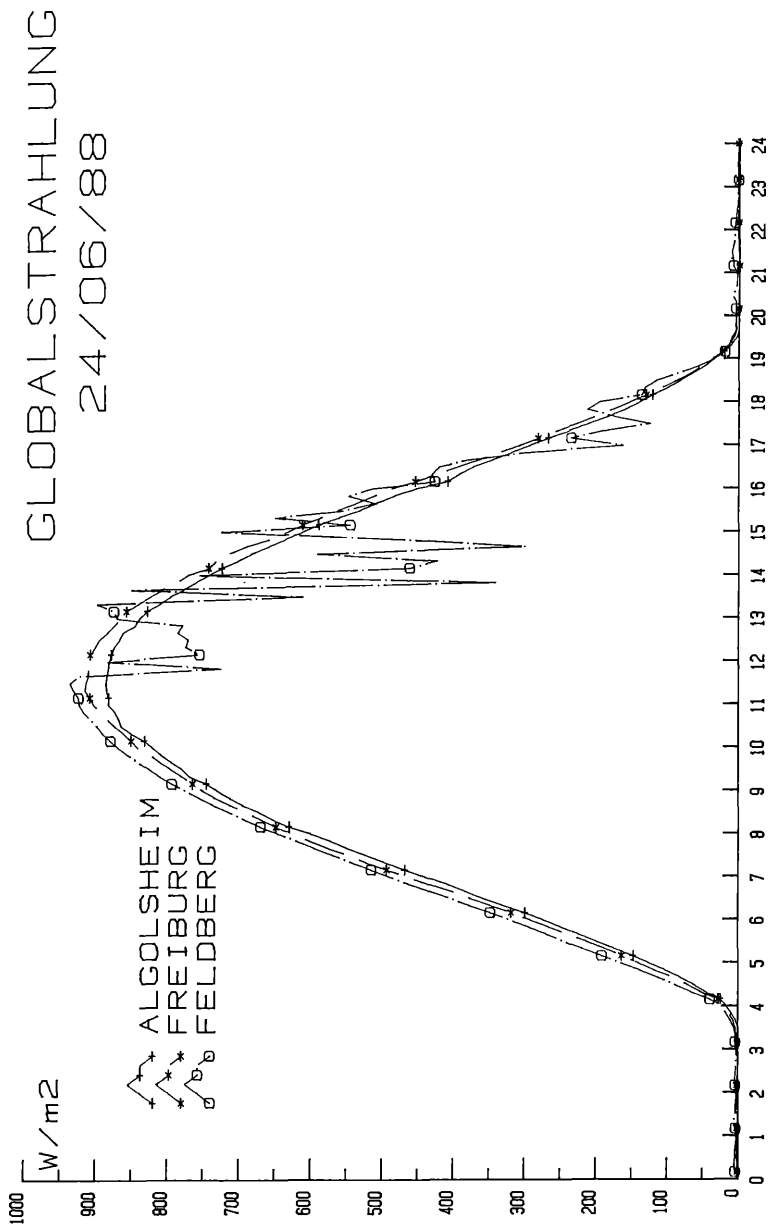


Abb. 7: Globalstrahlung am 24. Juni 1988 in Algolsheim (197 m), Freiburg (269 m) und Feldberg (1486 m).

Fig. 7: Rayonnement global du 24 juin 1988 à Algolsheim (197 m), Fribourg (269 m) et Feldberg (1486 m)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1989

Band/Volume: [79](#)

Autor(en)/Author(s): Jaeger Lutz, Kessler Albrecht, Hug Gerard, Murzeau Emmanuel, Unger Claude

Artikel/Article: [Das badisch-elsässische Globalstrahlungsmeßnetz \(Ein französisch deutsches Gemeinschaftsprojekt\) 43-59](#)