

Programm
Aktive Sonnenenergienutzung, Photovoltaik

HORIZsolar

Entwicklung und Erarbeitung eines neuen und kostengünstigen Gerätes zur zeitgemässen und exakten Aufnahme des Horizontes

ausgearbeitet durch
Meier Christian, Frei Roland
energiebüro
Limmatstrasse 230, 8005 Zürich

im Auftrag des
Bundesamtes für Energie

Projektverantwortung

Firma	energiebüro
Kontaktperson	Christian Meier, Dipl. Ing. HTL, Inhaber
e-Mail	Christian.Meier@energieburo.ch
Adresse	Limmatstrasse 230 CH-8005 Zürich
Telephon	01/242 80 60
Fax:	01/242 80 86
Internet	www.energieburo.ch

Berichte

Firma	energiebüro
Kontaktpersonen	Roland Frei, Dipl. Umwelt-Natw. ETH Christian Meier, Dipl. Ing. HTL, Inhaber
e-Mail	Roland.Frei@energieburo.ch Christian.Meier@energieburo.ch
Adresse	Limmatstrasse 230 CH-8005 Zürich
Telephon	01/242 80 60
Fax	01/242 80 86
Internet	www.energieburo.ch

Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren des Berichts verantwortlich.

Zusammenfassung

HORIZsolar ist ein neuer mechanischer Fotostativ-Aufsatz und eine Bildbearbeitungssoftware für die photometrische Bestimmung des Horizontes. Mit der Kamerahilfe panoramaMaster werden exakt ausgerichtete Fotografien aufgenommen, welche mit dem Computerprogramm horizON zu einem 360°-Panorama zusammengefügt werden, aus welchem automatisch der Horizont berechnet werden kann.

Während dem Winterhalbjahr 1999/2000 wurde das Computerprogramm horizON in seinen Grundzügen entwickelt. Seit Herbst 1998 wird an der Entwicklung des panoramaMasters gearbeitet. Bis zum heutigen Zeitpunkt sind 2 Versionen des Prototypes des panoramaMasters hergestellt worden, eine erste Version von horizON liegt ebenfalls vor.

Der Status der Entwicklung zeigt aber die für einen Prototypen der ersten Generation typischen Lücken auf: Punkte wie Funktionalität und Kundenfreundlichkeit fallen unzureichend aus.

Abstract

HORIZsolar is a new 360°-panorama-tool and a picture-handling software for the photometric determination of the horizon. With the camera-help panoramaMaster accurately aligned pictures are taken up, which are merged with the software horizON to a 360°-Panorama. The horizon will be calculated automatically.

During the winter term 1999/2000, the software horizON was developed in its fundamentals. Since autumn 1998 the panoramaMaster is being developed. Up to today, 2 prototypes of the panoramaMaster were produced, and a first version of horizON also.

The status of the development shows for the prototypes of the first generation some typical lacks such as unsatisfactory functionality and insufficient customer friendliness.

INHALTSVERZEICHNIS

1	PROJEKTZUSAMMENFASSUNG	5
1.1	Ausgangslage	5
1.2	Konzept	5
2	ARBEITEN & ERGEBNISSE	7
2.1	Technische Randbedingungen & Pflichtenhefte	7
2.2	Mechanik: Prototyp I + II, Validierung & Festlegung definitiver Lösungsansätze	9
2.2.1	<i>Prototyp I</i>	9
2.2.2	<i>Prototyp II</i>	11
2.3	Entwicklung Software horizON, Validierung	12
2.4	Festlegung Herstellungsmöglichkeiten, Vertriebspartner, Vermarktung	13
2.5	Zusammenfassung & Ausblick	14
3	DIE PROJEKTPARTNER	15
4	PUBLIKATIONEN	16
4.1	16th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition in Glasgow	16
4.2	InterSolar 2000 in Freiburg	16

Anhang I: Plan Prototyp II

Anhang II: Anleitung / Beschrieb horizON v1.0

Anhang III: Kurzbeschrieb & CD-Hülle

Anhang IV: Poster / Paper Glasgow

1 Projektzusammenfassung

1.1 Ausgangslage

Horizontaufnahmen der Umgebung und von topographischen Erhöhungen, von umliegenden Gebäuden, Bäumen und Dachaufbauten sind nötig, um geeignete Gebäude zu evaluieren, bei denen die Betreibung von Solaranlagen in Frage kommen bzw. die Lichtverhältnisse inner- und ausserhalb des Gebäudes der vorgesehenen Nutzung entspricht – eine seriöse Anlagenplanung erfordert die Abschätzung der Eigen- bzw. Fremdbeschattung.

Im Rahmen von Solarstrombörsen müssen Solarstromanlagen – über einen langfristigen Zeitraum betrachtet – rentabel sein, um als Ökoinvestitionen mit gesicherter Rendite an Unternehmungen und Klein-Investoren verkauft zu werden. Aufgrund des Rentabilitätsdruckes und auch um genaue Ertragsvorhersagen machen zu können, ist es nicht möglich, Anlagen nur ‘auf gut Glück’ zu errichten. Die mögliche Beschattung einer Anlage durch ihre Umgebung kann für den Betreiber zu unerwartet hohen Ertragsausfällen führen, wofür der Planer haftbar gemacht wird. Die Kenntnis des Horizontes ist deshalb entscheidend. Auch bei der Dimensionierung von PV-Anlagen im Inselbetrieb ist der Horizont wichtige Eingabegrösse für die richtige Auslegung des Modulfeldes.

Bei der Horizontbestimmung findet man heute eine unbefriedigende Situation vor: Der Horizont wird entweder ‘von Auge’, von Hand mittels eines Kompasses und Neigungsmessers oder mit der ‘Heliochron’-Horizontaufnahme-Methode¹ nach Mützenberger aufgenommen. Die dabei erhaltenen Werte werden anschliessend z.B. in den Dimensionierungs- bzw. Strahlungsberechnungsprogrammen Polysun, MeteoNorm oder PV-Syst udgl. weiterbearbeitet. Die aufgezählten Horizontaufnahme-Methoden bergen grosse Ungenauigkeiten in sich, welche Planungsfehler nach sich ziehen, weshalb grosser Handlungsbedarf besteht!

1.2 Konzept

Zu Projektbeginn wurde folgendes Konzept ausgearbeitet:

Als Ansatz bietet sich die Möglichkeit, die Aufnahme des Horizontes nicht mehr wie bis anhin von Auge durchzuführen, sondern eine photographische Aufnahme und eine photometrisch- und computergestützte Auswertung des Horizontes preisgünstig zu ermöglichen.

Das Projekt wird in die folgenden 3 Teilaufgaben gegliedert:

- **Maschinenbau/Design:** Es wird ein Kameraführungsgerät-Prototyp (Horizontalgerät) entwickelt. Das Horizontalgerät ist mit einer 360°-Wasserwaage-Libelle und einem Kompass ausgerüstet, damit der auf dem Horizontalgerät montierte Fotoapparat exakt horizontal und nach Süden ausgerichtet werden kann. Es soll nun möglich sein, den

¹ ‘Mützenberger’ bzw. ‘Heliochron’-Horizontaufnahme-Methode

Dieses Gerät erfüllt allerdings die Anforderungen an eine moderne Horizontaufnahme-Methode bei den meisten Benützern nur ungenügend. Es ist zu umständlich, zeitraubend, bei flachen Winkeln ungenau und hat den Touch eines ‘Amateur- und Hobbybastlergerätes’. Aus der Aussage von verschiedenen Anlageanbietern, welche heute u.a. auch Laser-Nivellierungsgeräte udgl. einsetzen, ist ein Gerät wie der Heliochron der Branche hinderlich, da Geräte dieser Art bei der Kundschaft berechtigterweise als Bastlerzeug identifiziert wird.

Horizont von 120° Ost bis 120° West – nach der üblichen Gradeinteilung der PV-Branche – vollständig und präzise abzulichten. Das Gerät selber ist für verschiedene Objektive verwendbar; es ist also eine Skala für die verschiedenen Brennweiten vorhanden. Für alle Objektive muss der gewünschte Horizont ohne Überlappungen aber mit exakt anschließenden Bilderreihen aufnehmbar sein.

- **Informatik:** Damit die Daten sofort ausgewertet werden können, aber auch um erste Abschätzungen machen zu können, werden die Photos des Teilhorizontes mit den Sonnenbahnen für den jeweiligen Ausschnitt übereinandergelegt. Dies soll mittels digitaler Bildverarbeitung geschehen. Es wird ein Softwaretool entwickelt, welches die aufgenommenen (digitalen) Bilder lückenlos aneinanderfügt und den Horizont erkennt – also zwischen „Himmel“ und „Erde“ unterscheiden kann und den Horizont schliesslich nachzeichnet. Dabei werden Objektivverzerrungen u.dgl. korrigiert. Die so entstandene Horizont-Datei weist das passende Format auf, damit sie in gängige Softwarepakete (z.B. Meteonorm) zur Weiterverarbeitung importiert werden kann. Zusätzlich werden spezielle Filter entwickelt, damit die Daten auch in anderen Formaten vorliegen und in anderen Programmen verwendet werden können.
- **Marketing:** Schliesslich wird das fertiggestellte Produkt vermarktet. Durch die offene Gestaltung des Gerätes und der Software ist ein breites Anwendungsgebiet vorhanden. Durch einen grösseren Absatzmarkt soll das Produkt zu einem moderaten Preis verkauft werden.

Für jeden dieser Teilbereiche werden Studenten gesucht, welche die Aufgaben in Form von Semester-, Diplom- oder Praktikumsarbeiten übernehmen. Die Betreuung und Koordination wird durch das Energiebüro sowie Dozenten der betreffenden Ingenieur- und Fachhochschulen sichergestellt. Dadurch soll eine kostengünstige aber dennoch professionelle Realisierung des Projektes gewährleistet werden.

2 Arbeiten & Ergebnisse

2.1 Technische Randbedingungen & Pflichtenhefte

In einem ersten Arbeitsschritt sind die technischen Randbedingungen abgeklärt worden. Daraus sind die Pflichtenhefte abgeleitet worden – je eines für den mechanischen Teil, je eines für den computerunterstützten Teil.

2.1.1 Anforderungsliste Teil Mechanik

FF = Feste Forderung MF = Mindestforderung ZF = Zielforderung W = Wunsch

X = ganz erfüllt **(X)** = teilweise erfüllt – = nicht erfüllt

FF MF ZF W	Anforderungen Mechanik			
	Nr.	Bezeichnung	Werte/Daten/ Erläuterungen	Erf llt
FF	1	Genau horizontale Ausrichtung ermöglichen		X
FF	2	Präzise Nord-Süd Ausrichtung	z.B. Kompass, Kimme - Korn	X
FF	3	Sichere Fixierung aller gängigen Kameratypen		X
MF	4	Für 1 Brennweite standard	z.B. 28 mm	(X)
ZF	5	Für häufigste Brennweiten einstellbar	z.B. 40°, 45°, 75°	(X)
FF	6	Sichere Fixierung auf allen gängigen Stativen		X
FF	7	Kameraposition für Aufnahmen sicher, einfach, genau und reproduzierbar einstellbar	z.B. Rasterung	(X)
ZF	8	Bildformat/Kamerafixierung Hoch- oder Querformat		–
ZF	9	Verschiedene Neigungswinkel der Kamera nach oben		(X)
W	10	Verschiedene Neigungswinkel der Kamera nach unten		(X)
FF	11	Möglichst wenig Einzelteile		X
FF	12	Präzise Fixierung der Kamera		(X)
FF	13	Für Standardfunktion nur eine Baugruppe		X
FF	14	Günstige Normteile		–
FF	15	Günstige Herstellung		–
FF	16	Fitting vermeiden		–
FF	17	Unempfindlich gegen - Staub - Wasser	Gemäss Norm Gemäss Norm	(X) (X)
FF	18	Grösse: handlich (Hand)		X
FF	19	Material: Korrosionsfrei (Al-Legierung oder Kunststoff)		X
ZF	20	Stossfest	ca. 1.5m, gemäss Norm	X
FF	21	Teile Spritzgusstauglich		(X)
FF	22	Möglichst alles Normteile		–
ZF	23	Gewicht: handlich	ca. 125 Gramm	X
FF	24	Oberfläche: falls Alu → farbig eloxiert		X
FF	25	Falls Beschriftung (Markierung): gut lesbar und		noch keine Beschriftung

FF MF ZF W	Anforderungen Mechanik			
	Nr.	Bezeichnung	Werte/Daten/ Erläuterungen	Erf llt
		eindeutig		
FF	26	Feeling: angenehm, verletzungssicher, präzise, einfach, klar, wissenschaftlich		(X)
FF	27	Look: präzise, modern, klarstrukturiert	Lok 2000	(X)
FF	28	Einklemmsicher, eindringsicher		X
ZF	29	Verlierschutz		-
FF	30	Energieunabhängig		X
FF	31	Ohne Verbrauchsmaterial		X
FF	32	Verschleissfrei		X
ZF	33	Kompass		-
FF	34	Alle Materialien nicht ferromagnetisch		X

2.1.2 Anforderungsliste Teil Informatik

*** = Sehr wichtig ** = Weniger wichtig * = Nicht so wichtig

FF = Feste Forderung MF = Mindestforderung ZF = Zielforderung W = Wunsch

X = ganz erfüllt (X) = teilweise erfüllt - = nicht erfüllt

Gew.	FF MF ZF W	Anforderungen Informatik			
		Nr.	Bezeichnung	Werte/Daten/ Erläuterungen	Erf llt
***	FF	1	Aus farbigen Panoramafotos (digital) soll der Horizont extrahiert und die Werte zspaltig ausgegeben werden.	1° Auflösung , von -180° über Süden (o) nach +180 Azimut und von -20° bis +20° Höhenwinkel	X
***	FF	2	Monotone Tabelle		X
***	FF	3	Handeingabe für Korrekturen		X
*	FF	4	Semesterarbeit-Dokumentation		X
***	ZF	5	Ausgabefile *.hor (für MeteoNorm)		X
**	ZF	6	Objektivwechsel soll möglich sein	Höhenwinkel nicht mehr fix $\pm 20^\circ$	X
**	ZF	7	Bild-Koordinatenschnittpunkt setzen		X
*	ZF	8	Bilder exakt aneinanderfügen	Bilder: definierte Aufnahmen mit Stativ, mech. Teil von HORIZsolar	(X)
**	ZF	9	Glättfunktion		-
***	ZF	10	Benutzeroberfläche		(X)
***	ZF	11	Stand-alone Softwarelösung		X
*	ZF	12	Engl. handbook		X
*	W	13	Sonnenbahnen einzeichnen		-
*	W	14	Entzerrung (objektivabhängig) Höhenwinkel		-
*	W	15	Entzerrung Azimut		-

2.2 Mechanik: Prototyp I + II, Validierung & Festlegung definitiver Lösungsansätze

2.2.1 Prototyp I

Der Prototyp I besteht im wesentlichen aus 2 Aluminium-Büchsen, 1 Zylinderstift, verschiedenen Keilen mit verschiedenen Winkeln und den dazu passenden Schrauben und Unterlagscheiben, einer Libelle und einem externen Kompass.



Foto 1: Abbildung der Einzelteile Prototyp Nr. 1 (ohne Keile und Kompass)

Die eine Büchse wird auf das Stativ geschraubt und mit der Libelle und der Wasserwaage horizontal und vertikal ausgerichtet. Auf die zweite Büchse wird der Photoapparat aufgeschraubt. Diese Büchse lässt sich in der ersten gleiten und ist gegen diese in drei verschiedenen Winkelabständen verdrehbar. Die radiale Bohrungen sind so angebracht, dass man die zweite Büchse mit dem Photoapparat um genau definierte Winkel je nach Objektiv (z.B. 75° für 28 mm, 46° für 50 mm, 30° für 80 mm) drehen und mit einem Zylinderstift an der ersten, fest montierten Büchse fixieren kann.



Foto 2: Zusammengesetzter Prototyp I

Als Option kann man verschiedene Keile mit 10° , 20° oder 30° unterlegen, damit man einen höheren Horizont photographieren kann.

Validierung: Der Prototyp I erfüllt die geforderte Funktionsfähigkeit.

Produkteigenschaften wie Handhabung, Produktequalität, Sicherheit, Ästhetik udgl. fallen weitgehend **mangelhaft** aus:

- Der Prototyp I besteht aus verschiedenen Einzelteilen: Bei der Handhabung besteht die Gefahr, dass die zweite Büchse, mit der befestigten Kamera, herunterfallen und materiellen Schaden verursachen kann.
- Der Prototyp I ist in der Handhabung mühsam und anfällig: Zylinderstift raus, Drehung um einen Winkelabstand, Fixierung mittels Einschieben des Zylinderstiftes \rightarrow Einstellung des gewünschten Winkelabstandes nicht garantiert, da Überspringen einzelner Löcher sehr schnell geschehen kann.
- Handhabung ist nicht transparent \rightarrow ohne Anleitung ist Prototyp I nicht verwendbar
- Gewährleistung der Arbeitssicherheit: Beim Herunterfallen eines Einzelteiles vom Dach, werden Personen gefährdet
- Ästhetisch unzureichend: Der Prototyp I ist viel zu gross und 'klobig' \rightarrow eignet sich nicht als Zusatz zur Fotoausrüstung resp. zur kombinierten Anwendung

2.2.2 Prototyp II

Der Prototyp II stellt ein kompakteres Gerät dar, welches aus Einzelteilen fix zusammengesetzt ist (vgl. Plan Anhang I). Der Prototyp II besteht aus einem drehbaren und einem fixierbaren Teil, mit integrierter Rasterung mittels eines federnden Druckstückes. Der fixierbare Teil der Drehvorrichtung wird auf das Stativ befestigt. An den drehbaren Teil wird die Kamera befestigt. Mittels einer integrierten Libelle kann die Drehvorrichtung horizontal ausgerichtet. Die Kamera wird nun im Kreis von einem Einrastungspunkt zum nächsten Einrastungspunkt um die eigene Achse gedreht, wobei bei jedem Einrastungspunkt eine Photographie gemacht werden kann.

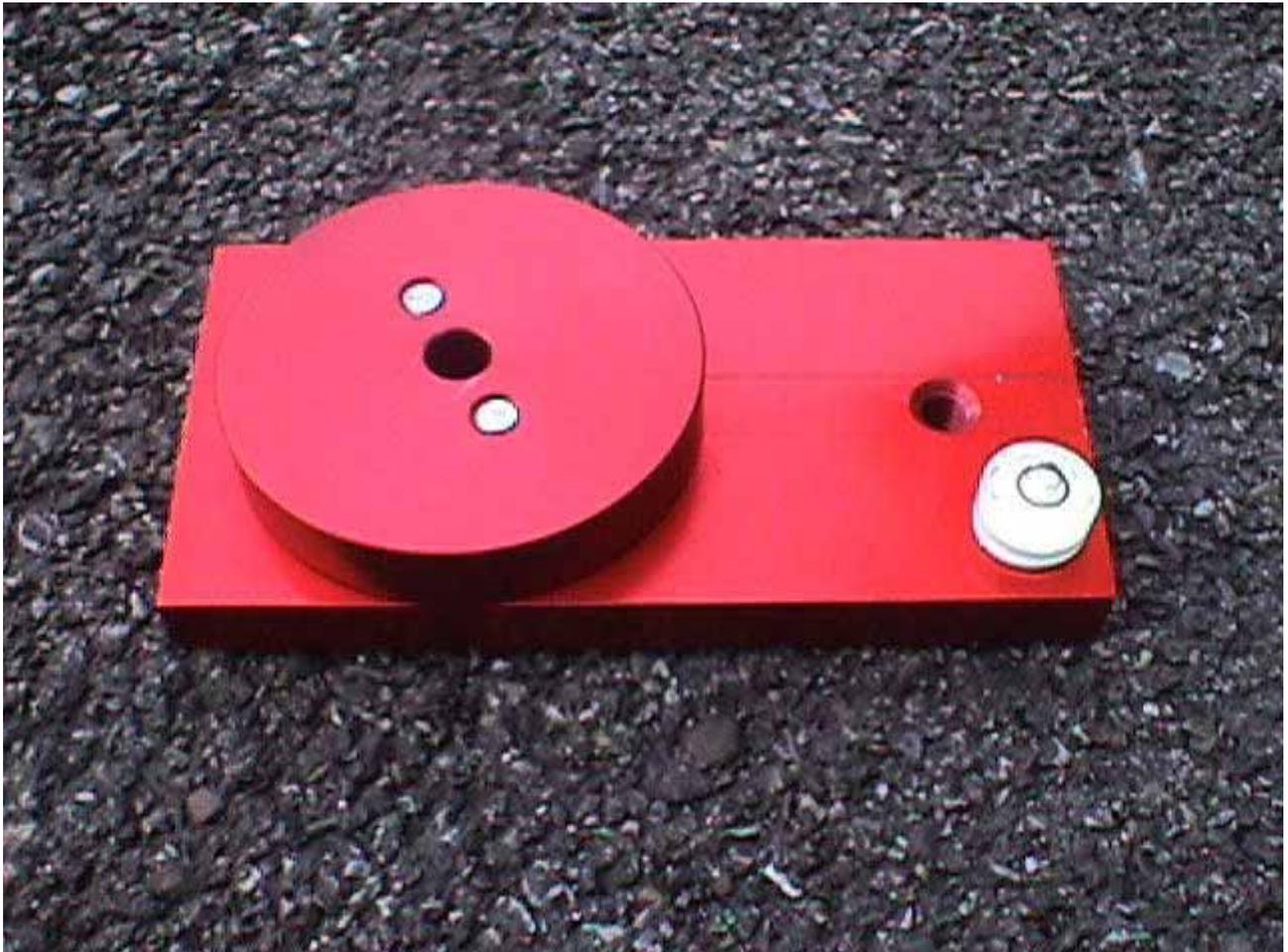


Foto 3: Prototyp II

Die Rasterung sieht Winkelabstände von 30° vor.

Validierung: Der Prototyp II erfüllt die geforderte Funktionsfähigkeit für horizontal ausgerichtete Aufnahmen. Der Prototyp II ist klein und handlich und passt in jede Fotoausrüstung. Geneigte Aufnahmen sind bewusst ausgeschlossen worden, da geneigte Verzerrungen im entwickelten Computerprogramm horizON v1.0 nicht berücksichtigt werden können.

Mangelhafte Produkteigenschaften:

- Die Kamera kann nur horizontal befestigt werden: Bei hohen Horizonten übersteigt der Horizont die Bildfläche.

- Winkelrasterung noch nicht optimiert
- Ergonomisch und funktionell nicht ein-eindeutig: Nicht klar, wie man den Prototyp II handhaben muss. Aussehen entspricht nicht der Anwendungslogik!
- Design und Qualitätssicherung zu wenig ausgereift.

2.3 Entwicklung Software horizON, Validierung

Die Software wurde in einem fließenden Dialog zwischen Studenten und den Projektverantwortlichen entwickelt. Die Zielvorgaben wurden im Rahmen einer Semesterarbeit mehrheitlich erfüllt. Eine Demo-Version der Software horizON ist unter www.energieburo.ch erhältlich. Die komplette Anleitung auf englisch ist unter dem Help-File im Programm zu finden. Eine kurze Anleitung/Beschrieb ist unter Anhang II vorfindbar.

Charakteristika & Möglichkeiten der Software horizON:

- Einladen von digital vorliegenden Fotografien
- Definition der eingeladenen Bilder (Grösse, Objektiv udgl.)
- Manuelle Überlappung der synonymen Bildausschnitte
- Schneiden und Zusammenfügen der überlappenden Bildausschnitte bis zu einem 360°-Panorama
- Export von Panorama-Fotografien ist möglich
- Automatische Horizont-Kalkulation unter Berücksichtigung verschiedener Parameter
- Einfache Lösungen von Grenzfällen
- Möglichkeit, den Horizont als Export-File unter kompatiblen MeteoNorm- und Polysun-Format abzuspeichern, und in den erwähnten Simulations-Software zu importieren
- Besitzt eine Benutzeroberfläche

Aufgrund der Abklärung, ob Resultate – in Form von Export-Formaten – in bereits existierende Simulations-Software weiterverwendet bzw. angepasst werden kann, ist die Schnittstelle auf MeteoNorm und Polysun zugeschnitten worden. Die Kompatibilität zu weiterer Simulations-Software ist, infolge noch mehrheitlich fehlender bzw. sich erst in Entwicklung befindenden Beschattungsfunktionen, noch nicht weiter berücksichtigt worden.

Validierung: Ausserhalb der Semesterarbeit wurde die Erstabgabe der Software weiterverbessert und-entwickelt, damit eine erste Demo-Version möglichen Interessenten möglichst früh vorzustellen war. Die Version horizON v1.0 ist noch nicht markttauglich.

Folgende Punkte sind betreffend Funktionalität & Kundenfreundlichkeit **unzureichend**

- Spektrum der Exportformate (bis jetzt nur MeteoNorm-Format)
- Horizont-Anzeigemodus
- Horizontlinie-Berechnung (nicht mehr punktuell, sondern anhand der Steigungsänderungen)
- Aufbau der Benutzerebene (Unterscheidung Experten- vs. Laien-Modus)

bzw. **fehlen** gänzlich

- Allgemeine Print-Option (z.B. Wiedergabe des Panoramas mit Horizontlinie) fehlt
- Aufhebung / Entzerrung der Vertikalverschiebung
- Sonnenbahnen-Anzeige / Gradeinteilung

- Teilautomatisches Zusammenfügen der Fotos
- Entzerrung geneigt aufgenommener Bilder
- Modularisierung in panoramastitcher v2.0 und horizON v.2.0
- Deutsche Version

2.4 Festlegung Herstellungsmöglichkeiten, Vertriebspartner, Vermarktung

Die Herstellung der Prototypen fanden durch kleine mechanische Werkstätten im Rahmen von Einzelanfertigungen statt. Vertriebspartner und Vermarktung spielen zum jetzigen Entwicklungs-Stadium eine untergeordnete Rolle.

Die Herstellungsmöglichkeiten werden in Zukunft stark von der Nachfrage des Produktes abhängen. Vertriebspartner, davon abhängig auch die Vermarktung, sollten auf lokaler Ebene gefunden werden bzw. direkt über die Hersteller und Vertreiber verschiedener Simulations-Software. Eine Einbindung des Produktes in bestehende Simulations-Software ist nicht ausgeschlossen.

Getätigte Marketingaktivitäten:

1. Erstversion eines Produktkurzbeschriebes (s. Anhang III)
2. Produkt-Präsentation HORIZsolar (Prototyp II & Software-Idee) an einen auserwählten Personenkreis, u.a. an der Deutschen PV-Konferenz 2000 in Staffelstein, zum Erlangen eines Feed-Backs
3. Rücksprache mit Architekten, um Nutzungsmöglichkeiten, Bedürfnisse & Ansprüche auszuloten
4. Produktion Demo-CD:
 - Herstellung Demoversion von Software horizON v1.0 (Einbindung der Software in DLL-Tool durch Informatik-Firma)
 - Produkte- und Anwendungsbeschreibung
 - Graphische Gestaltung der CD-Hülle (s. Anhang III), des CD-Labels und des CD-Inhaltes (logischer, verständlicher Aufbau) durch externen Graphiker in enger Zusammenarbeit mit Informatik-Firma
5. Vertrieb der Demo-CD an der PV-Weltkonferenz 2000 in Glasgow
6. Einbindung der Demoversion von horizON v1.0 in die SPF-Info CD-ROM

Das Interesse ist bis anhin sehr positiv und recht vielversprechend ausgefallen – die Nachfrage jedoch bescheiden. Dies ist auf die verschiedenen Kinderkrankheiten von horizON v1.0 und dem noch fehlenden, markttauglichen Stativaufsatz zurückzuführen.

Um das Kundenpotential voll auszuschöpfen, sollen in Zukunft neben den SolarplanerInnen auch die ArchitektInnen zielgerichtet angesprochen werden.

Ausgehend von den bisherigen Erfahrungen werden im folgenden zwei verschiedene Marketingstrategien aufgegleist:

Parameter	Variante A	Variante B
Kundensegment	SolarplanerInnen & ArchitektInnen	SolarplanerInnen, ArchitektInnen & Hobby-FotografInnen
Verkaufsmenge	ca. 500 bis 1'000 Stück	ab 10'000 Stück

Parameter	Variante A	Variante B
Herstellung	'Einzelanfertigung'	Spritzguss-Technik
Preis	CHF 250.- bis CHF 350.-	weniger als CHF 100.-
Vermarktung	gezielter Anschrieb der Kundensegmente	Vermarktung und Vertrieb über konventionelle Verkaufskanäle, über verschiedene Grossanbieter
Produktqualität	hochstehend (MADE in SWITZERLAND)	den Möglichkeiten entsprechend
Produktionsort	Inland	Ausland
Markennamen	panoramaMaster & horizON	

Unter Berücksichtigung der schnellen Entwicklungsphasen im Multimedia-Sektor (→ vgl. neuste Digitalkamera von Canon mit integrierter Panorama-Software) kommt eher Variante A zum Tragen. Sollten die Preise der Digitalkameras in Zukunft nicht drastisch fallen, so könnte durchaus auch Variante B weiterverfolgt werden, sofern eine Zusammenarbeit mit der Foto-Branche möglich sein wird.

2.5 Zusammenfassung & Ausblick

Zusammenfassend soll erwähnt werden, dass die Zielvorgaben – im Rahmen der zur Verfügung gestandenen Möglichkeiten – in den Grundzügen vollständig erfüllt worden sind. Prototyp I wie auch Prototyp II gewährleisten im wesentlichen die Funktionalität. Die erste Rohversion des Computerprogrammes horizON kann die digitalen Fotografien einlesen, zusammenfügen und den Horizont automatisch bestimmen.

Die Entwicklung des Produktes hat zum heutigen Zeitpunkt noch nicht das Stadium der Markttauglichkeit erreicht. Verschiedene Verbesserungen & Variierungen sind notwendig, um Funktionalität, Qualität und Kundenfreundlichkeit im Rahmen des Machbaren sinnvoll zu sichern. Folgend werden einige Punkte zusammengefasst aufgeführt, welche notwendig sind, damit das in den Grundzügen entwickelte Produkt (Basis: Prototyp II & horizON v1.0) der PV-Branche einen Nutzen bringen wird.

Weiterentwicklung des **Prototypes II**

- Sicherstellung von Fotoaufnahmen hochkant: Horizontausschnitt wird vergrössert (→ nötig bei hohen Horizonten)
- Optimierung der Winkelrasterung, sodass Fotografien stärker überlappen (→ Minimierung der Bildverzerrungen, → keine fehlenden Bildausschnitte, was die Software sonst mit Fehlberechnungen quittiert)
- Sicherstellung der Anwendungslogik (→ Horizontalgerät sollte wie Stativkopf mehr oder weniger selbsterklärend sein)
- Design und Qualitätssicherung stärker berücksichtigen (→ Als vorgesehener Zusatz zur Fotoausrüstung muss ein entsprechendes Niveau unbedingt erreicht werden)

Weiterentwicklung der Software **horizON**

- Integration zusätzlicher Exportformate und Sicherung der Schnittstellen zu den gängigsten Simulations-Softwares
- Einbindung einer Print-Option zur Wiedergabe des Panoramas mit Horizontlinie auf Papier (.....> Verwendung als externes Hilfsmittel / Veranschaulichung,> Wunsch von Architekten und Landschaftsplanern)
- Überarbeitung des Horizont-Anzeigemodus inkl. Neuberechnung der Horizontlinie anhand von Steigungsänderungen
- Sicherstellung der Entzerrung der Vertikalverschiebung (.....> Notwendigkeit, um die Qualität der Resultate zu gewährleisten)
- Anzeigen Sonnenbahnen / Gradeinteilung (.....> Erhöhung der Veranschaulichung und Sicherstellung erster Abschätzungen)
- Entwicklung des teilautomatisches Zusammenfügen der einzelnen Ausgangs-Fotografien
- Entzerrung geneigt aufgenommener Bilder (.....> Vergrößerung des Horizontausschnittes möglich)
- Vereinfachung der Benutzerebenen (Unterscheidung Experten- vs. Laien-Modus> Sicherstellung der Kundenfreundlichkeit)
- Modularisierung in panoramastitcher v2.0 und horizON v.2.0 (.....> Auswahlmöglichkeit je nach Gebrauch)
- Ausgabe einer deutschen Version (.....> Erhöhung des potentiellen Kundenkreises)
- Einbindung der Software als Tool in vorhandene Simulations-Software

Bei einer allfälligen Weiterverfolgung des Projektes, sollten die gemachten Erkenntnisse unbedingt berücksichtigt und eingebunden werden.

3 Die Projektpartner

Fachhochschule Aargau
HTL Brugg Windisch
Klosterzelgstrasse
5200 Windisch

Hochschule für Technik und Architektur
Burgdorf
Jlcoweg 1
3400 Burgdorf

Hochschule für Technik und Architektur
Berner Fachhochschule
Quellgasse 21
2501 Biel

4 Publikationen

4.1 16th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition in Glasgow

Das Projekt HORIZsolar wurde in der Postersession der Konferenz vorgestellt (Paper in Anhang IV beigelegt). Das Interesse an dem Thema war sehr gross und es konnten nützliche Erkenntnisse gewonnen werden.

4.2 InterSolar 2000 in Freiburg

Das Projekt HORIZsolar wurde im Rahmen der Produktneuheiten-Börse an der InterSolar 2000 in Freiburg in Form eines Referates mit Laptop-Animation vorgestellt. Das Interesse am Thema war durchschnittlich, da die Messe für die Weiterbildung von Laien konzipiert wurde, und nicht für die der Fachkräfte der Solarbranche.

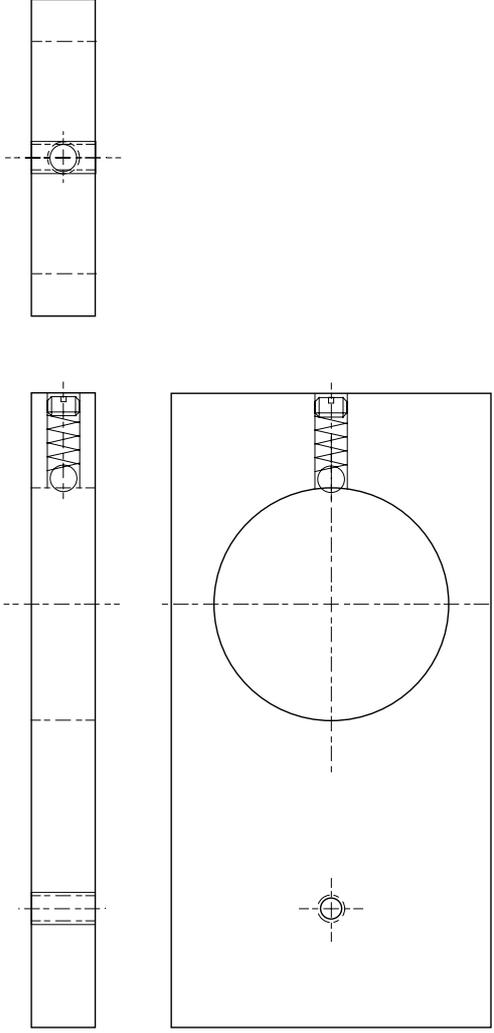
- September 2000
- energiebüro, Zürich

• Christian Meier

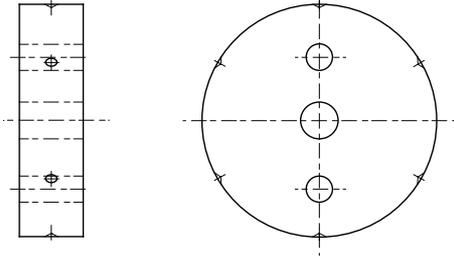
Roland Frei

Anhang I: Plan Prototyp II

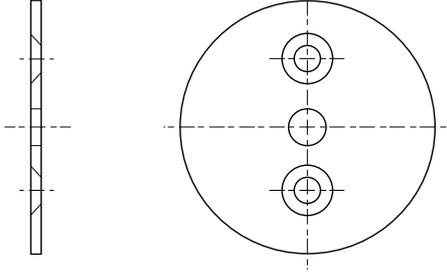
1



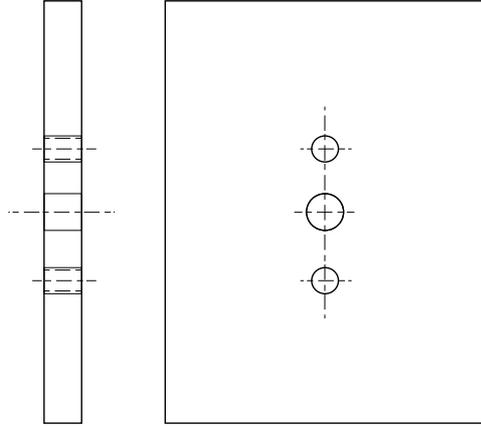
3



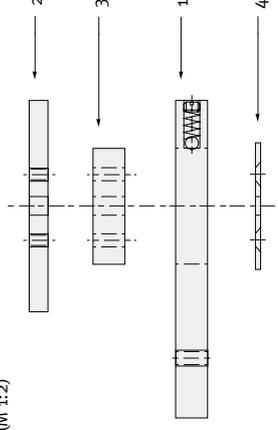
4



2



Zusammenstellung (M 1:2)



- Bemerkungen
- 1) Teile 2, 3 & 4 mit leichtem Gleitsitz in 1 einpassen
 - 2) Teile 2, 3 & 4 miteinander verboren
 - 3) Kugel mit leichter Einrasterung (Teil 3)
 - 4) alle Kanten gebrochen
 - 5) Oberfläche: schöne Fräs- und Drehspuren i.O.
 - 6) alle Teile rot anodisiert
 - 7) keine ferromagnetischen Maschinenelemente

Projekt: Horizon
 Titel: PanoramaMaster
 Detail: Material Alu
 Masstab: 1 : 1
 Zchnng-Nr: 00/02/21/cm
 Datum:

energie büro

sustainable energy consulting
 Wasserwerkstrasse 93
 CH-8037 Zürich Switzerland
 e-Mail: info@energiebuero.ch
 Fax ++ 41 1 242 80 86



Anhang II: Anleitung / Beschrieb horizON v1.0

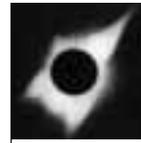
HORIZONS V1.0 DEMO VERSION

Quick Start Guide

- Start the program by clicking the Horizons-Symbol in the start menu.
- After the demo countdown start the demo version by clicking on Demo.
- Now, in the main window, click on the left button for creating a new panorama.
- In the list box on bottom you see the available images. After clicking on one you see its preview on the left. Note that the demo version does not allow to add your own pictures to this list.
- Click on the button Add on the right hand of the list box. You see the picture now in the panorama screen.
- Select the next picture from the list and click on Add again.
- If you want the image to be added from left click on the radio button from left.
- Now you can move the picture by clicking the Move buttons in the middle of the control panel.
- If the pictures fit at the current position click on Merge to fix them.
- Repeat the last 4 steps until your panorama is complete.
- Then click on the button Edit horizon.
- First you see the Angle settings window, where you should check and set the degree ranges.
- Close the Angle setting window by clicking on Ok.
- Try to zoom in and out with the Zoom buttons and edit field.
- Try to scroll the panorama image by clicking on the picture and holding the mouse button down and moving around until you see the south part.
- Click on the compass symbol from the symbol panel on top and then click on the image to where you want the south line to be.
- If you wish to set the zero degree inclination line, click on the Inclination pen symbol from the symbol panel on top and click somewhere on the image to where you want the zero degree line to be.
- Click on the button Calculate at the bottom for an automatic calculation of the horizon line.
- If the result is not satisfying then retry with different parameters.
- You may draw parts of the horizon line manually, if you click on the pen symbol from the symbol panel on top and then drag with pressed mouse button over the image.
- If you have buildings on your image, that reach to the top border, you may set a degree value for the horizon line of such regions by clicking on the Options menu and then choosing Preferences. Now put the desired value in the field labeled Cleared horizon and click on Ok.
- If you wish to set a region of the horizon line back to cleared state (and assign the degree value you entered at the last step) click on the rubber symbol from the symbol panel on top and then drag with pressed mouse button over the desired area.
- If you are satisfied with the result you may save your project by clicking on the button Save project on the right and entering a file name and then clicking on Save.
- Then click on Export horizon on bottom right to export the horizon line to a file which can be used in other programs like MeteoNorm.
- There is a prepared project file with a 360 degree panorama for your tests. First click on Open project and then doubleclick on Sample.hpr.

Anhang III: Kurzbeschreibung & CD-Hülle

horizON



360° Panoramabild und Horizont per Mausklick



EINFACH

Mit horizON wird jede Kamera zur exakten 360°-Panoramakamera. Teure Objektiv-Ausrüstung ist nicht nötig.



EXAKT

horizON berechnet den exakten Horizont und erzeugt ein Datenfile, welches in bekannten Simulationssoftware weiter verwendet wird.



VIELSEITIG

Als Option berechnet horizON den Horizont auch aus digitalen Höhenmodellen.

Mit **horizON** das Panorama aufnehmen und exakt die Horizontlinie bestimmen.

Planen Sie Solaranlagen genauer und einfacher mit **horizON**.

Kamine, Liftaufbauten, Bäume, Berge: **horizON** ermöglicht die schnelle und exakte photometrische Bestimmung des Horizontes aufs Grad genau.

präzise - exakt - einfach - zuverlässig

energie**büro**®

Ihr Solarplaner

Limmatstr. 230
CH-8005 Zürich
T +41 (0)1 242 80 60
F +41 (0)1 242 80 86
info@energiebuero.ch
www.energiebuero.ch

panorama master



1.1 demo
Take 360° panorama pictures with your own camera. No need for an expensive fish eye. Just click, click, and click the panorama.

horizon



1.0 demo
The ultimate software tool to find the precise shading horizon for your solar project. Use precise data in your solar simulation for MeteoNorm, Polysun, etc.

solarlibrary.com



1.0 demo
The Solar Module Library for your architectural design needs! Choose the perfect solar module for your architectural project! Download the 2D- or 3D-drawing file, picture, and product description!

System requirements:
Microsoft® Windows® 95/98/NT 4.0

energiebüro®

Limmatstrasse 230
CH-8005 Zürich

T +41 1 242 80 60
F +41 1 242 80 86

info@energiebuero.ch
www.energiebuero.ch



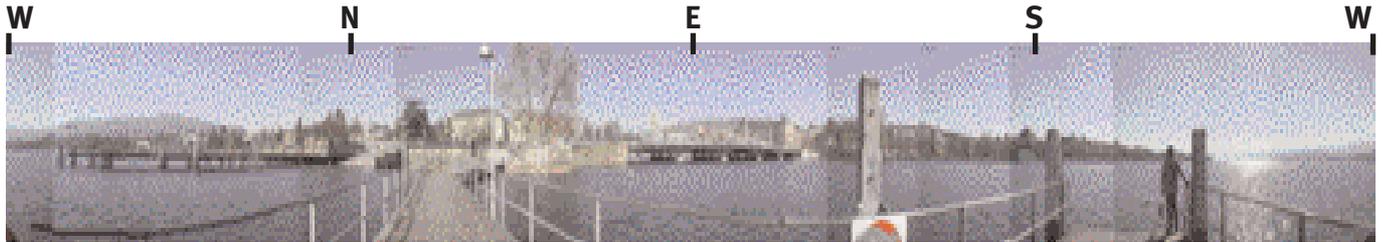
Anhang IV: Poster / Paper Glasgow



A Fast, Efficient and Reliable Way to Determine the PV-Shading Horizon

Roland Frei, Christian Meier, Franz Ulrich

High horizons and shadows on PV-systems lower the energy yield. Chimneys, lift-superstructures, trees, buildings, mountains, etc. can hurt the performance. The 360°-camera-tool **panorama^{master}** and the software **horiz^{on} v1.0** allow the fast and precise photometric determination of the horizon. An expensive lens equipment is not necessary. The calculated horizon can immediately be processed in known simulationsoftware (e.g. Polysun, MeteoNorm).



Take full 360° panorama pictures with your own camera



The **panorama^{master}** makes your camera a 360°-camera

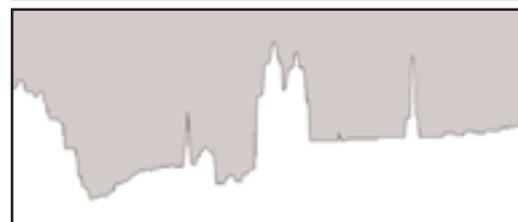
EASY, with the help of the **panorama^{master}**, any regular camera works as a true 360°-panorama-camera. Expensive lenses are not necessary anymore.

All you need is a tripod, any camera (analog or digital) you like and the **panorama^{master}**, which will be mounted between tripod and camera.

Load and merge your several pictures to a 360°-panorama and automatically calculate the horizon with the software **horiz^{on} v1.0** (see demo-version).

The software **horiz^{on} v1.0** allows the fast and precise photometric determination of the horizon.

It produces a file, which can be processed with different standard simulationsoftware (e.g. MeteoNorm, Polysun).



Calculate the horizon with **horiz^{on} v1.0** and use it in reknown simulationsoftware

Take Your
FREE
Demo-CD



For more information, please contact:

energie b ro
Limmatstrasse 230
CH-8005 Zürich
T +41 1 242 80 60
F +41 1 242 80 86
info@energieburo.ch
www.energieburo.ch

The Solar Planers

www.energieburo.ch

energie b ro[®]

Ihr Solarplaner