

ENDBERICHT 2010:

PROJEKT SON-ALP: Interpolationen der **SON**nenscheindauer sowie
Globalstrahlung in Hinblick auf Klimaänderungen im **ALP**enraum

Projektleitung: Anita Jurković

Projektteam: Konrad Türk, Alexander Orlik, Ingeborg Auer, Reinhard Böhm, Roland Potzmann,
Wolfgang Schöner

Projektdauer: 01.01.2009 bis 30.04.2010

Inhaltsverzeichnis

1. Motivation und Einleitung.....	3
2. Bearbeitung des HISTALP Datensatzes (Phase 1).....	4
2.1. Datenprüfung mittels Softwarepaket Proclim.db	5
2.2. Verlängerung der HISTALP-Reihen	6
3. Erstellung hoch aufgelöster Monats-Grids der rel. sowie abs. Sonnenscheindauer (Phase 2).....	9
3.1. Datenbestand	9
3.2. Datenprüfung und Homogenisierung.....	9
3.3. Generierung der Karten für die rel. Sonnenscheindauer – Methodik	10
3.3.1. Berechnung der rel. Sonnenscheindauer	10
3.3.2. Modellentwicklung.....	11
3.3.3. Regionalisierung	12
3.3.4. Ergebnisse.....	14
3.4. Generierung der Karten für die abs. Sonnenscheindauer.....	15
4. Anfertigung eines Globalstrahlungskatasters für Österreich (Phase 3).....	16
4.1. Berechnung des „Anteils der diffusen Strahlung an der globalen Strahlung“	18
4.2. Berechnung der „Globalstrahlung auf horizontale Flächen ohne Abschattung“	20
4.3. Berechnung der „diffusen Strahlung ohne Abschattung“	23
4.4. Berechnung der „direkten Strahlung ohne Abschattung“	23
4.5. Berechnung der „Abschattung der Sonne durch die Berge“	23
4.6. Berechnung der „direkten Strahlung mit Abschattung“	24
4.7. Berechnung der „Globalstrahlung auf horizontale Flächen mit Abschattung“	24
4.8. Berechnung der „Hangneigung und Hangorientierung“	25
4.9. Berechnung der „hangklassenspezifischen Korrektur-Grids“	25
4.10. Berechnung der „Globalstrahlung auf real geneigte/orientierte Flächen“	26
5. Generierung von monatlichen Karten (1930 bis 2008) auf Basis von HISTALP-Daten (Phase 4).....	27
5.1. Datengrundlage und Problematik	27
5.2. Interpolationsergebnisse.....	29
6. Conclusio und Ausblick.....	31
LITERATUR	32

1. Motivation und Einleitung

Unser Planet hat sich innerhalb der letzten 100 Jahre um etwa 0.8°C (Zunahme der global gemittelten bodennahen Lufttemperatur mit einer Fehlertoleranz von $\pm 0,18$ °C, Quelle: IPCC Report 2007) erwärmt. Der Großraum Alpen dagegen zeigte im selben Zeitraum eine etwa doppelt so starke Erwärmung. Diese zusätzliche regionale Erwärmung im Alpenraum ist zu einem Hauptteil auf den Anstieg des Luftdruckes (Zunahme an Hochdrucklagen) und die verstärkte Globalstrahlung, den beiden Hauptantriebsfaktoren unseres Klimas, zurückzuführen. In Angesicht dieser Tatsachen ist die Auswertung und Interpolation von Sonnenscheindauer und Globalstrahlung (diese Größen spielen eine wichtige Rolle im Strahlungs- und Energiehaushalt der Erde und sind aufgrund dessen aussagekräftige Kenngrößen in Hinblick auf Klimaänderung und Klimafolgenforschung) obligatorisch und zählt zu einem der Aufgabenbereiche der Zentralanstalt. Ungeachtet dessen gibt es vergleichsweise weniger wissenschaftliche Auswertungen der Sonnenscheindauer, was auch darauf zurückzuführen ist, dass die Anzahl der Stationen welche Sonnenscheindauer bzw. Bewölkung aufzeichnen eher gering bemessen (nur an jeder zweiten Klimastation Österreichs wird die Sonnenscheindauer aufgezeichnet) ist. Somit besteht in dieser Hinsicht dringender Forschungsbedarf bei den Elementen relative und absolute Sonnenscheindauer sowie der Globalstrahlung.

Ziel dieses Projektes war somit die Beseitigung der bestehenden Defizite durch verstärkte Maßnahmen in der Datenauswertung und Dateninterpolation der Elemente Sonnenscheindauer und Globalstrahlung.

Desweiteren sollte durch die Kombination von hoch aufgelösten Mittelwert-Grids (Periode 1971-2000) und langjährigen homogenen Zeitreihen der absoluten Sonnenscheindauer im Rahmen des Projektes SON-ALP ein räumlich hoch aufgelöster Langzeitdatensatz der monatlichen absoluten Sonnenscheindauer für Österreich, in Form von langjährigen Monats-Grids zurück bis zum Jahr 1930, geschaffen werden.

Um diese Ziele zu erreichen waren mehrere Arbeitsprozesse notwendig, welche im Folgenden eingehender beschreiben werden.

Das Projekt untergliederte sich in 4 Phasen:

- Phase 1: Bearbeitung des HISTALP-Datensatzes
- Phase 2: Erstellung hoch aufgelöster Monats-Grids der relativen sowie absoluten Sonnenscheindauer
- Phase 3: Anfertigung eines Globalstrahlungskatasters für Österreich
- Phase 4: Generierung von monatlichen Karten (1930 bis 2008) auf Basis von HISTALP-Daten

Der detaillierte Zeitplan kann Abb. 1.1 entnommen werden:

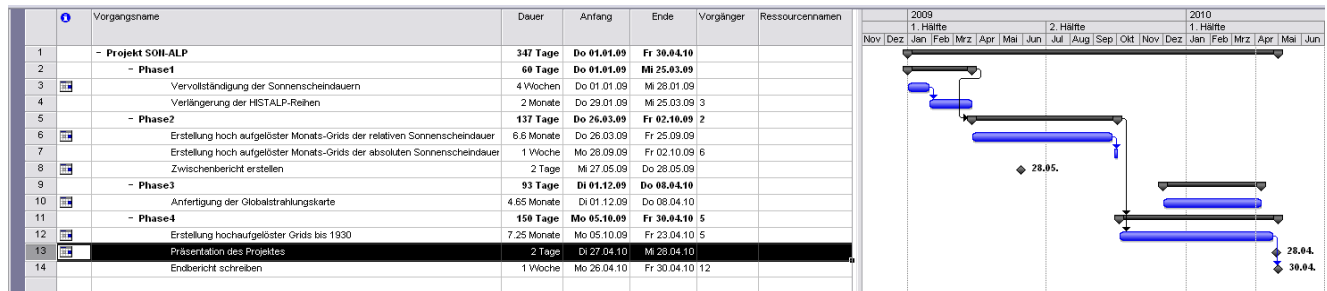


Abb.1.1: Detaillierter Arbeits- und Zeitplan von SON-ALP

2. Bearbeitung des HISTALP Datensatzes (Phase 1)

Dieses Projekt baute auf den bereits von der ZAMG in mehreren nationalen und internationalen Projekten (ALP-IMP, CLIVALP) geschaffenen homogenisierten, mehrmals geprüften und outlier korrigierten HISTALP-Datensatz (Auer et al. 2007 und 2005, Böhm et al., 2001) der absoluten Sonnenscheindauer auf. Der Export der Zeitreihen erfolgte aus der HISTALP Datenbank, welche seit Anfang 2009 auch der Allgemeinheit zur Verfügung steht (nähere Informationen dazu unter www.zamg.ac.at/histalp; Böhm et al, 2009).

Der HISTALP Datensatz der absoluten Sonnenscheindauer beinhaltet 65 Stationen im Gebiet der vordefinierten „Greater Alpine Region (GAR, 4-19 deg E, 43-49 deg N, 0-3500m asl), siehe Abb.2.1.

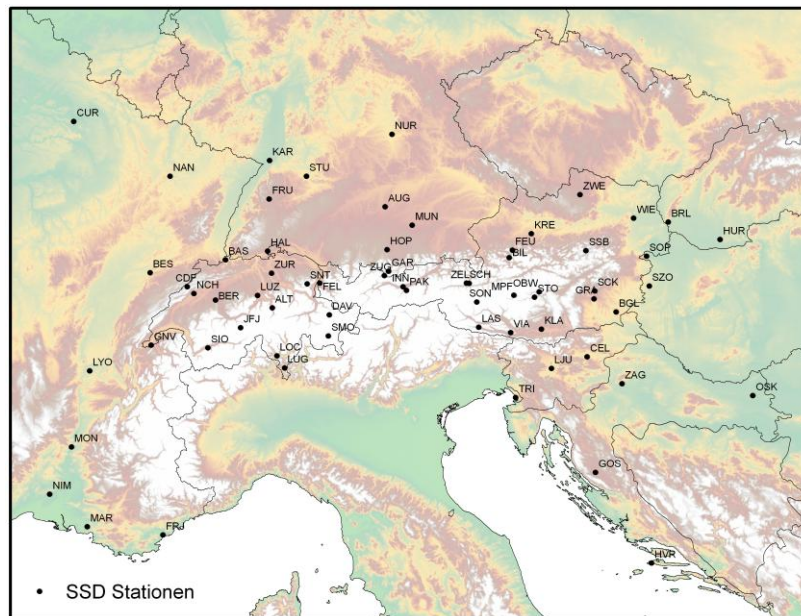


Abb. 2.1: Übersicht der HISTALP - Stationen mit Messungen der Sonnenscheindauer (Zeitraum 1872 bis 2008)

Die frühesten Aufzeichnungen der Sonnenscheindauer verzeichneten die Messstellen Bad Ischl (Beobachter Franz Lechner) sowie das Observatorium der k. k. Central – Anstalt im Jahre 1880 mit Hilfe eines Campbell-Stockes Sonnenscheinautographen. Vor dem 20. Jahrhundert wurde in Österreich, zusätzlich zu den bereits erwähnten Stationen, an den Messstellen Klagenfurt, Kremsmünster, Sonnblick und Villacher Alpe Sonnenscheindauer registriert. Erst Anfang der 30-er Jahre stieg das Interesse an der aussagekräftigen Kenngröße und damit die Anzahl der Messstationen mit Sonnenscheinmessungen sprunghaft an, vgl. Abb.2.2.

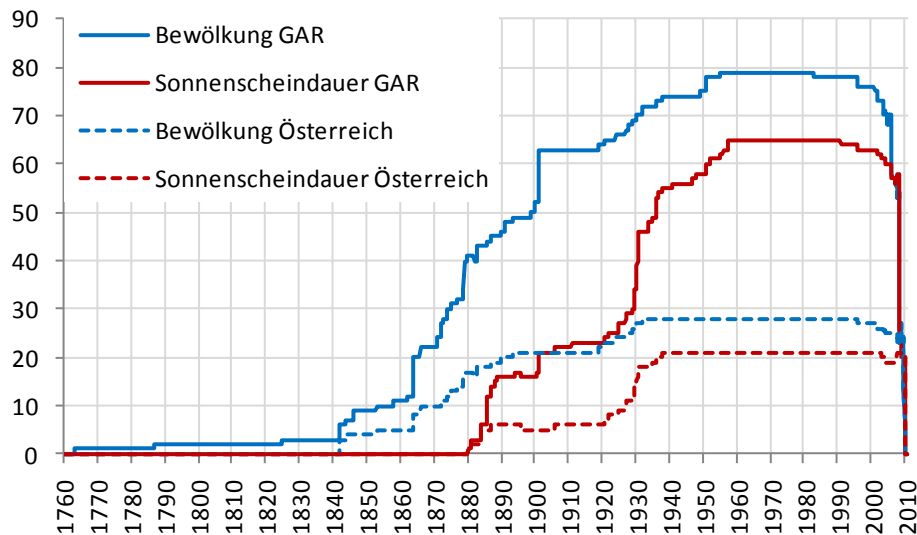


Abb. 2.2: Anzahl der Messstellen mit Bewölkungs- bzw. Sonnenschein- Aufzeichnungen für die gesamte GAR bzw. Österreich separat angeführt

Demgegenüber wurde die Bewölkungsmenge (in Zehntel) zu den Terminwerten 7, 14 und 21 Uhr meist schon früher beobachtet und im Klimabogen vermerkt, vgl. Abb.2.2. Aufgrund dieses Umstandes wurden auf Grundlage von Bewölkungsdaten Lücken in den Zeitreihen der Sonnenscheindauer geschlossen bzw. Zeitreihen mit einem einfachen mathematischen Ansatz bis ins 19. Jahrhundert verlängert und der Datensatz dementsprechend verdichtet. Die dazu benötigte hohe Datenqualität konnte nach einer statistisch-mathematischen Überprüfung gewährleistet werden.

2.1. Datenprüfung mittels Softwarepaket Proclim.db

Durch die gute und enge Zusammenarbeit mit dem Tschechischen Meteorologischen Institut in Brno erhielten wir die Möglichkeit die HISTALP-Sonnenscheinreihen mit dem Softwareprodukt ProClim.db zu testen (Beschreibung der Prüfroutine in Appendix 1). Die extrahierten Daten der absoluten und relativen Sonnenscheindauer wurden mit dem Programmpaket ProClim.db sowie einer hauseigenen Applikation (von Roland Potzmann programmiert) geprüft. Die Ergebnisse der beiden Prüfprogramme, die Anzahl der detektierten Ausreißer und die Unterschiede beider Methoden sind in Appendix 2 aufgelistet und wurden ebenfalls den tschechischen Kollegen übermittelt. Ein Erfahrungsaustausch bezüglich der

verwendeten Prüfroutinen und –prozessen, insbesondere für offline Daten, fand im Rahmen eines bilateralen Treffens im Herbst 2009 in Brno statt (Bericht ist als Appendix 3 angefügt).

2.2. Verlängerung der HISTALP-Reihen

Durch die Annahme, dass die Summe vom Bedeckungsgrad und der relativen Sonnenscheindauer im Jahresmittel approximativ den Wert 1 annimmt, konnten die Sonnenscheindauerreihen von insgesamt 16 österreichischen Stationen vervollständigt bzw. verlängert werden. In Abbildung 2.2.1a bis 2.2.1p ist der Jahresgang dieser Summe der 16 HISTALP Stationen veranschaulicht.

Der HISTALP Datenbestand an Sonnenscheindauer bzw. Bewölkungsdaten ist in Tabelle 2.2.1 aufgelistet. Die Spalte „Sonne berechnet“ kennzeichnet hierbei die bearbeiteten Zeiträume.

Station	Sonne gemessen	Bewölkung gemessen	Sonne berechnet
Bad Gleichenberg	1930/01 – 2008/12	1879/01 – 2008/12	1879/01 – 1929/12
Bad Ischl	1880/03 – 1895/12 u. 1930/12 – 2008/12	1864/01 – 2008/12	1896/01 – 1930/11
Feldkirch	1936/01 – 2008/12	1878/11 – 2008/12	1878/11 – 1935/12
Feuerkogel	1930/08 – 2008/12	1930/01 – 2008/12	1930/01 – 1930/07
Graz - Universität	1922/01 – 2008/12	1864/01 – 2008/12	1864/01 – 1921/12
Innsbruck – Universität	1906/01 – 2008/12	1866/01 – 2008/12	1866/01 – 1905/12
Klagenfurt	1884/01 – 2008/12	1844/01 – 2008/12	1844/01 – 1883/12
Kremsmünster	1884/01 – 2008/12	1842/01 – 2008/12	1842/01 – 1883/12
Oberwölz	1927/06 – 2008/12	1927/01 – 2008/12	1927/01 – 1927/05
Patscherkofel	1935/01 – 2008/12	1932/01 – 2008/12	1932/01 – 1934/12
Schöckl	1929/01 – 2008/12	1929/01 – 2008/12	
Sonnblick	1887/01 – 2008/12	1887/01 – 2008/12	
St. Sebastian/Mariazell	1927/01 – 2008/12	1883/01 – 2008/12	1883/01 – 1926/12
Stolzalpe	1920/08 – 2004/05	1921/01 – 2004/05	
Villacher Alpe	1884/01 – 2008/12	1878/09 – 2006/02	
Wien Hohe Warte	1881/01 – 2008/12	1842/01 – 2008/12	1842/01 – 1880/12

Tabelle 2.2.1: Ergänzungsliste Sonnenschein mit Bewölkungsdaten (Datenbasis HISTALP)

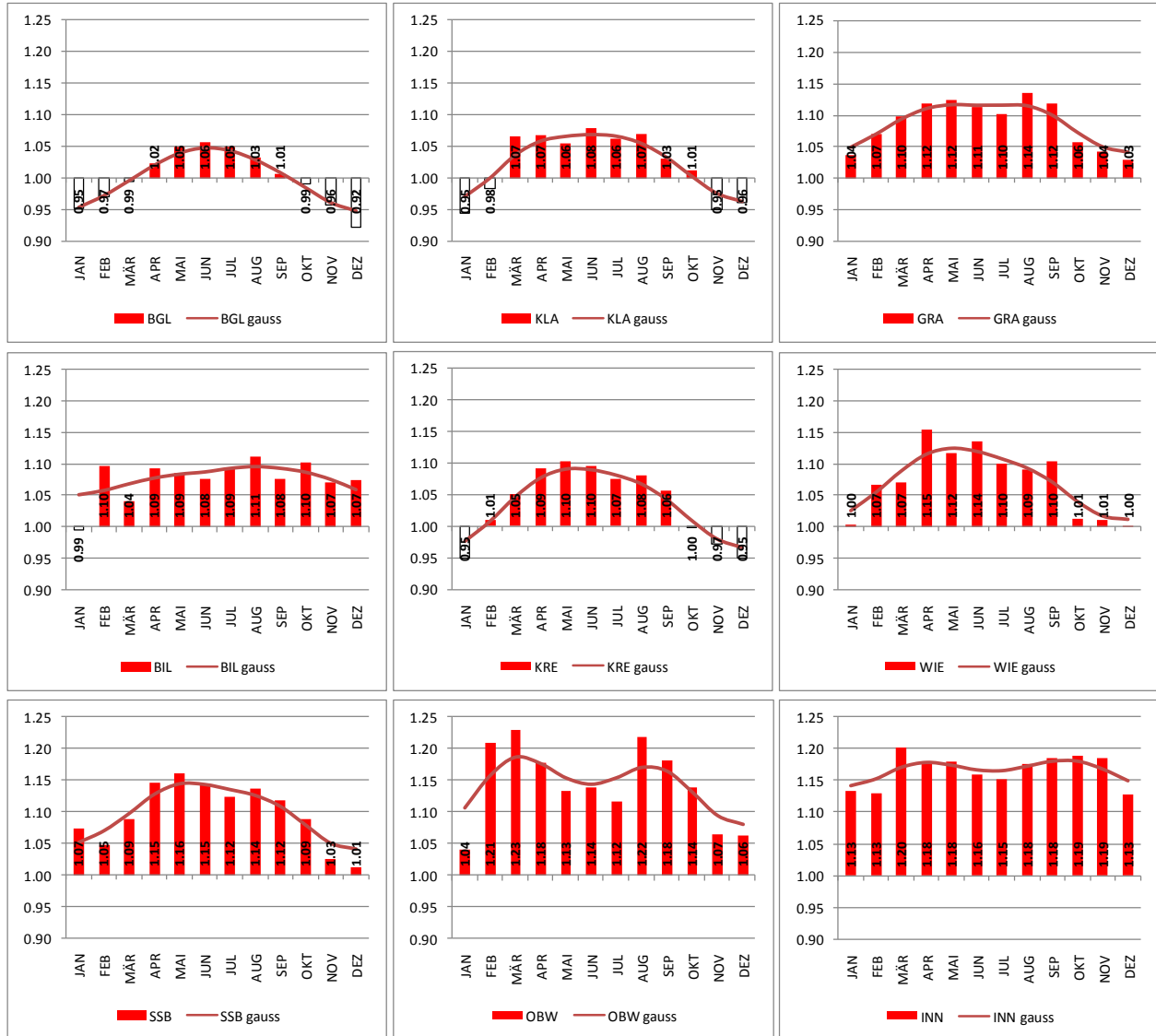


Abb.2.2.1a-i: Jahresgang der Summe aus relativem Sonnenschein und Bedeckungsgrad von BGL-Bad Gleichenberg, KLA-Klagenfurt, GRA-Graz-Universität, BIL- Bad Ischl, KRE-Kremsmünster, WIE-Wien-Hohe Warte, SSB-St.Sebastian-Mariazell, OBW-Oberwölz, INN-Innsbruck-Universität

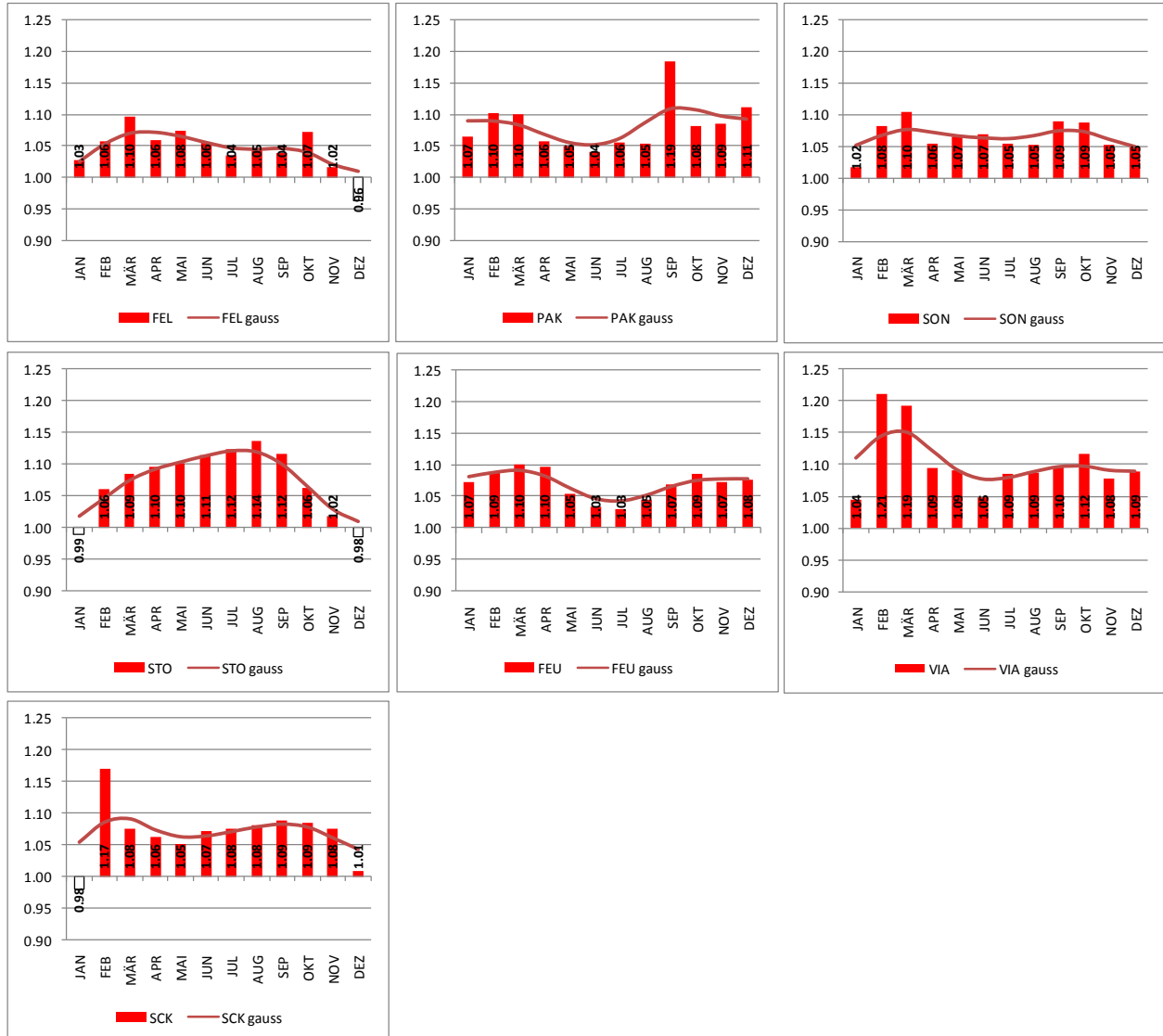


Abb.2.2.1j-p: Jahresgang der Summe aus relativem Sonnenschein und Bedeckungsgrad von FEL-Feldkirch, PAK-Patscherkofel, SON-Sonnblick, STO-Stolzalpe, FEU-Feuerkogel, VIA-Villacher Alpe, SCK-Schöckl

Die verlängerten Datensätze wurden in weiterer Folge als Input für den Arbeitsteil von Phase 4 herangezogen. Für die dortige Erstellung von digitalen Feldern erschien es, aufgrund der geringen Stationsdichte bzw. -qualität von älteren Datensätzen, als angemessen, Zeitreihen beginnend mit Jänner 1930 zu verwenden.

3. Erstellung hoch aufgelöster Monats-Grids der rel. sowie abs. Sonnenscheindauer (Phase 2)

3.1. Datenbestand

Innerhalb des Projektes ÖKLIM (Anfertigung eines digitalen Klimaatlasses für Österreich, Auer et al., 2001) konnten bereits Klimakarten für die Klimanormalperiode 1961-1990 der Elemente relative sowie absolute Sonnenscheindauer erstellt (vgl. Abb. 3.1.1 und 3.1.2) werden. Allerdings wurde dies nur für die die beiden Monate Jänner und Juli getätigt.

Der Zeitraum 1961 bis 1990 wird im Allgemeinen als Klimastandardperiode definiert, jedoch aktualisieren die meisten Wetterdienste bzw. Forschungsinstitute ihre Produkte auf den aktuelleren Zeitraum 1971-2000. Somit, und in Anlehnung an das Projekt ÖKLIM2000 (Auer, Hiebl 2010), wurden monatliche Karten (Jänner bis Dezember) der relativen und absoluten Sonnenscheindauer für die Periode 1971-2000 generiert. Grundlage für die Erstellung der absoluten sowie relativen Sonnenscheindauerkarten bilden 97 österreichische sowie 12 ausländische Stationen (Stationsliste ist in Appendix 4 angeführt), was in etwa einer Stationsdichte von 1 Messstelle /1000km² entspricht.

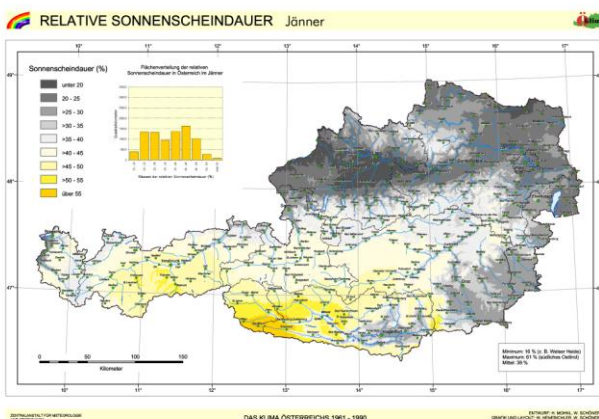


Abb.3.1.1: ÖKLIM Karte des Elementes relative Sonnenscheindauer für die Klimanormalperiode 61-90/ Monat Jänner

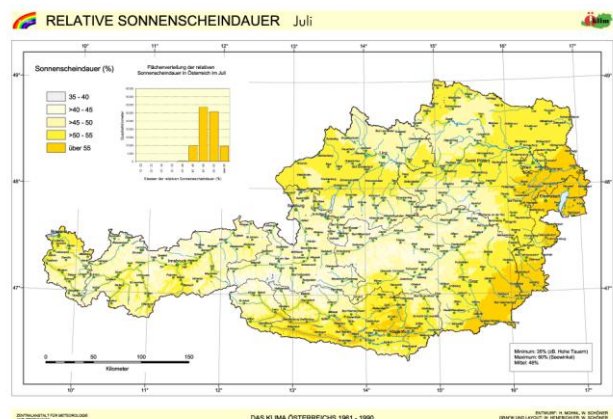


Abb.3.1.2: ÖKLIM Karte des Elementes relative Sonnenscheindauer für die Klimanormalperiode 61-90/ Monat Juli

3.2. Datenprüfung und Homogenisierung

Die Zeitreihen der Sonnenscheindauer erfordern als *conditio sine qua non* einen qualitätsgeprüften, vollständigen und homogenisierten Datensatz der absoluten und relativen Sonnenscheindauer. Dazu war eine Beseitigung der Sprünge, welche durch die Messmethodenänderung von Campbell-Stokes Sonnenscheinautographen auf automatische Haenni Sensoren (Solar 111B) zustande kamen, notwendig.

Auf Basis dieser geprüften und verdichteten Datenreihen der absoluten Sonnenscheindauer erfolgte die Berechnung der höhenabhängigen (Tief-, Bergland), monatlichen Adjustmentfaktoren, welche zur Anpassung von selektierten, langjährigen Referenzstationsreihen herangezogen wurden. Parallelmessungen an 8 Stationen (Feuerkogel, Wien-Hohe Warte, Innsbruck, Graz-Universität, Kremsmünster, Sonnblick, Patscherkofel und Bregenz) ermöglichten eine Gegenüberstellung der beiden Messmethoden und die Berechnung von Anpassungsfaktoren (vgl. Abb. 3.2.1).

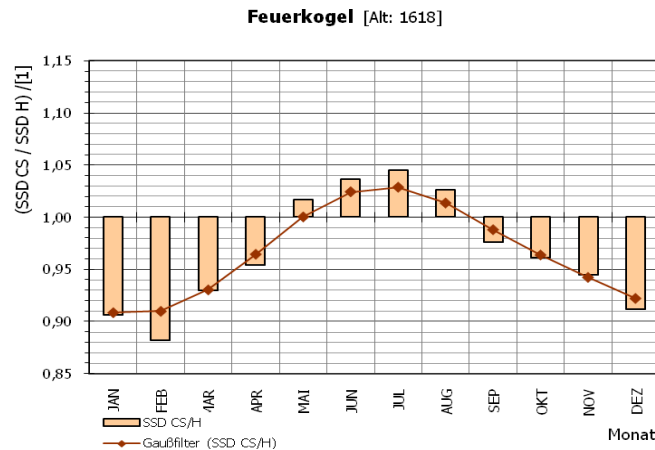


Abb.3.2.1: Messwertverhältnis Campbells-Stokes (SSD CS) zu Haenni (SSD H) für die Station Feuerkogel

Unter Berücksichtigung von 1544 Vergleichsmonaten wurden folgende Adjustmentfaktoren ermittelt:

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
>1000m	0,91	0,92	0,96	1,01	1,05	1,08	1,08	1,06	1,02	0,97	0,93	0,91
<=1000m	0,92	0,93	0,94	0,97	0,99	1,01	1,01	0,99	0,98	0,96	0,94	0,93

3.3. Generierung der Karten für die rel. Sonnenscheindauer – Methodik

Eine Verknüpfung von mathematisch-klimatologischen Modellen mit geographischen Modellen unter Verwendung der Softwarepakete ARCInfo und ARC GIS (geographisches Informationssystem) ermöglichten eine kartographische Darstellung der Ergebnisse. Dazu waren mehrere Schritte notwendig.

3.3.1. Berechnung der rel. Sonnenscheindauer

Die Interpolation der relativen Sonnenscheindauer erforderte eine Umrechnung von absoluten Werten in relative Sonnenscheindauerwerte. Dazu waren Informationen der effektiven Sonnenscheindauer, welche in der Tabelle „monson“ gegeben waren, an einem Standort erforderlich. Eine durchgeführte Plausibilitätsprüfung der effektiven Sonnenscheindauer zeigte viele inkorrekte Werte auf.

Die Neuberechnung der effektiven Sonnenscheindauer auf Basis von TAWES Meldungen (neue Tabelle monson_tawes) ermöglichte eine erneute Auswertung der relativen Sonnenscheindauer, welche evidentere Ergebnisse lieferte.

Es folgte die Erstellung eines Skripts zur automatisierten terminlichen Selektion der effektiv/maximal möglichen Monatssumme der Sonnenscheindauer aus den Datenbankenfiles monson/monson_taw zur ebenso skriptunterstützten Berechnung der relativen Sonnenscheindauer und deren Mittelwertbildung bez. des Zeitraums 1971-2000 (Ergebnisse sind tabellarisch in Appendix 4, Tabelle A3.1 aufgelistet).

3.3.2. Modellentwicklung

Um eine geeignete Schichthöhengrenze zu erhalten, wurden monatsweise Einzelabhängigkeiten der relativen Sonnenscheindauer von den Parametern Höhe, geogr.Breite bzw. Länge für die Höhen 1000m und 800m berechnet. In Abb.3.3.2.1 und Abb.3.3.2.2 sind exemplarisch die Ergebnisse für den Monat Jänner angeführt. Die Gegenüberstellung der Bestimmtheitsmaße ($R^2=0.6$ bei 1000m, $R^2=0.4$ bei 800m für Tieflandstationen) begründeten die Wahl einer von Monat zu Monat konstanten Schichthöhengrenze von 1000m asl.

Bei der einfachen Annahme eines 2 Schichtenmodelles, welches nur die Sonnenscheindauer mit der Seehöhe in Bezug setzt, konnten keine zufriedenstellenden Ergebnisse bzw. Korrelationskoeffizienten ermittelt werden. Eine Verbesserung des Modelles konnte durch die Implementierung zusätzlicher unabhängiger Variablen wie die der geogr. Breite und geogr. Länge erzielt werden.

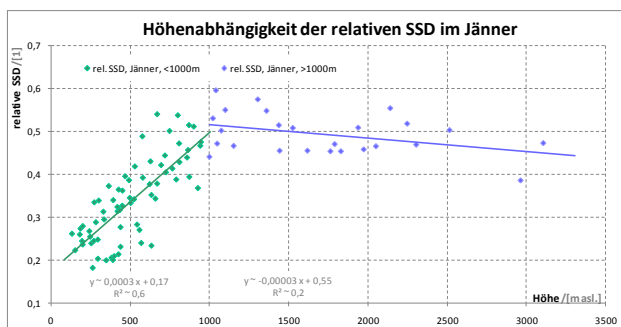


Abb.3.3.2.1: Korrelationen der relativen Sonnenscheindauer und der Höhe mit einer Schichtgrenze von 1000m

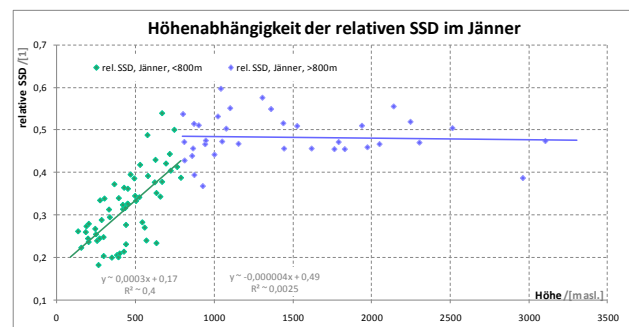


Abb.3.3.2.2: Korrelationen der relativen Sonnenscheindauer und der Höhe mit einer Schichtgrenze von 800m

3.3.3. Regionalisierung

Durch eine räumliche Residuenanalyse konnten mehrere seasonsabhängige Subregionen bestimmt werden. Abb.3.3.3.1 veranschaulicht die Ergebnisse der Residuenanalyse des Monats Jänner. Durch eine weitere empirische und an geographische Grenzen orientierte bzw. basierte Anpassung konnten abschließend klimatologische Subregionen definiert werden.

Die Ergebnisse der Analyse wurden einer EOF-basierenden Regionalisierung gegenübergestellt (Matulla et al., 2003, Matulla et al., 2005), siehe Abb. 3.3.3.2. Ein Vergleich beider Methoden erbrachte nur geringe Unterschiede in der Zuteilung der Subregionen.

Um die Intention für eine Multilineare Regression zu prüfen wurden partielle (2dim, 3dim; mit/ohne Ausschluss des jeweils dritten Parameters) Korrelationskoeffizienten berechnet. Bezogen auf diese wurde ein 4dim. Regressionsmodell mit den in Tabelle 3.3.3.1 angeführten Kennzahlen/Koeffizienten gewählt. Die regionale Stationszuordnung für jeden Monat kann Appendix 5 entnommen werden.

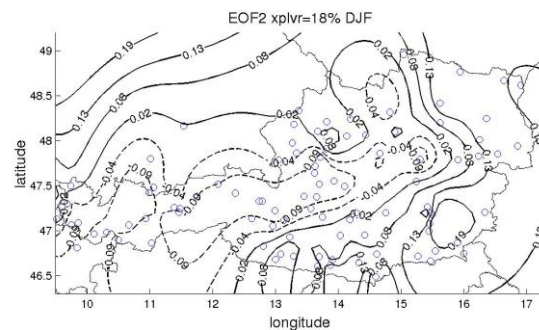
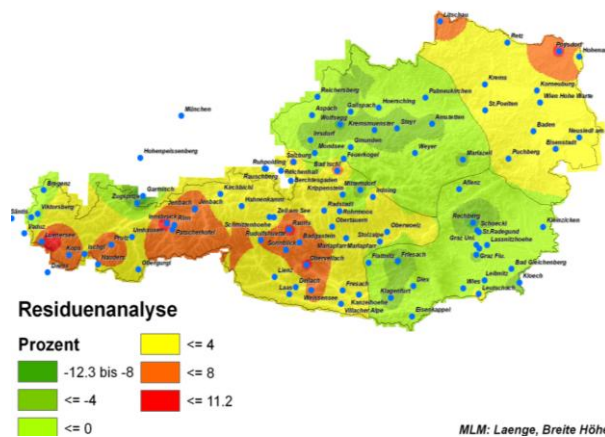


Abb.3.3.3.1: Regionalisierung durch Residuenanalyse auf Basis eines Multiplen Linearen Modelles (Jänner)

Abb.3.3.3.2: Regionalisierung auf Basis einer EOF-Analyse (erklärte Varianz 18%) (Dez, Jän, Feb)

MLM-Regions-Koeffizienten

Monat	Region	constant	altitude	latitude	longitude	R ²
Jan	TL 1	3,54410170	0,00025332	-0,07204296	0,00314273	0,84
	TL 2	2,68863952	0,00020292	-0,04569426	-0,01835013	0,64
	TL 3	1,91220970	0,00027383	-0,04384597	0,02397478	0,90
	BL	5,13055026	-0,00004062	-0,09375918	-0,01164338	0,45
Feb	TL 1	3,23222530	0,00017171	-0,06137387	-0,00081475	0,69
	TL 2	4,65153282	0,00017693	-0,08495182	-0,01933511	0,78
	TL 3	2,43810937	0,00015985	-0,04725070	0,01013460	0,87
	BL	5,71865298	-0,00004401	-0,10488635	-0,01520996	0,65

Mär	TL 1	2,27988868	0,00002939	-0,03939043	-0,00134737	0,64
	TL 2	5,00104914	0,00006383	-0,09203219	-0,01773411	0,47
	TL 3	1,89231111	0,00002316	-0,03456677	0,01062400	0,59
	BL	3,86418565	-0,00005668	-0,06425615	-0,02205768	0,69
Apr	TL 1	1,66924028	-0,00006101	-0,02608690	0,00163980	0,52
	TL 2	3,47743495	0,00003875	-0,05971251	-0,01886403	0,48
	TL 3	0,01665356	-0,00011211	0,00267016	0,02125066	0,81
	BL	2,04469695	-0,00006097	-0,02587857	-0,02364737	0,71
Mai	TL 1	0,84312978	-0,00007746	-0,00839964	0,00433096	0,49
	TL 2	1,10242855	0,00007173	-0,01106193	-0,01227588	0,67
	TL 3	1,06813839	-0,00008506	-0,01297850	0,00613056	0,72
	BL	0,59781875	-0,00004978	0,00337695	-0,01828912	0,63
Jun	TL 1	2,16497557	-0,00007950	-0,03839793	0,00989723	0,70
	TL 2	3,92124311	0,00001387	-0,07367198	-0,00010012	0,55
	TL 3	1,29259061	-0,00010690	-0,01888106	0,00891769	0,82
	BL	2,91333013	-0,00004555	-0,04747183	-0,01515085	0,65
Jul	TL 1	2,98392592	-0,00008925	-0,05325949	0,00586969	0,72
	TL 2	2,76440770	0,00001323	-0,04798641	0,00165602	0,52
	TL 3	1,87889662	-0,00005739	-0,03074405	0,00920688	0,74
	BL	3,72361676	-0,00005119	-0,06214420	-0,01908681	0,66
Aug	TL 1	2,11852359	-0,00011457	-0,03401236	0,00534783	0,71
	TL 2	5,42675387	0,00001181	-0,10068986	-0,01180299	0,43
	TL 3	0,96497806	0,00000963	-0,01325468	0,01516326	0,79
	BL	2,57252289	-0,00004738	-0,03683210	-0,01994492	0,64
Sep	TL 1	2,75842863	-0,00003931	-0,04592936	-0,00598686	0,60
	TL 2	5,91121789	0,00006102	-0,10832537	-0,02477898	0,53
	TL 3	1,95971589	-0,00003120	-0,02642275	-0,01149746	0,61
	BL	2,86229749	-0,00004627	-0,04070234	-0,02802781	0,77
Okt	TL 1	2,34784907	0,00008217	-0,04031680	-0,00423181	0,48
	TL 2	3,54110692	0,00005978	-0,05695182	-0,02992461	0,74
	TL 3	0,81760849	0,00012800	-0,02049707	0,03498935	0,65
	BL	2,05348046	-0,00003115	-0,02529046	-0,02293909	0,52
Nov	TL 1	2,77571349	0,00024791	-0,05280676	-0,00681135	0,76
	TL 2	2,32920715	0,00023484	-0,03512609	-0,03173412	0,81
	TL 3	1,97646471	0,00024690	-0,04294108	0,01834140	0,85
	BL	4,35779042	-0,00001918	-0,07758297	-0,01746171	0,51
Dez	TL 1	2,50411762	0,00025033	-0,04996945	-0,00000312	0,60
	TL 2	4,16861124	0,00026519	-0,07348997	-0,03850762	0,71
	TL 3	1,64867844	0,00026982	-0,03414477	0,00960693	0,82
	BL	5,96936809	-0,00001724	-0,11213265	-0,01595104	0,59

Tabelle 3.3.3.1: MLM-Koeffizienten für relSSD;

TL: Alt =< 1000m, BL: Alt > 1000m

3.3.4. Ergebnisse

Die digitalen Felder können in einer Auflösung von 250m x 250m bereitgestellt werden und sind am Fileserver des Bereiches DMM unter <\\Fs2007\Jurkovic\Strahlung\SONNENSCHENDAUER> zu finden. Die Karten sind sowohl als Rasterdatensatz als auch Bilddateien(vgl. Abb. 3.3.4.1 und Abb. 3.3.4.2) vorhanden.

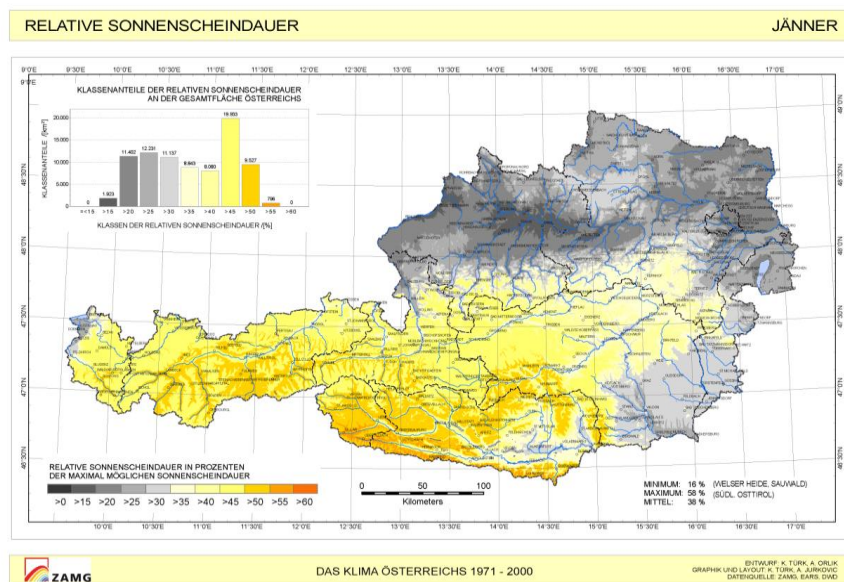


Abb.3.3.4.1: Karte des Elementes relative Sonnenscheindauer für die Klimanormalperiode 1971-2000/ Monat Jänner

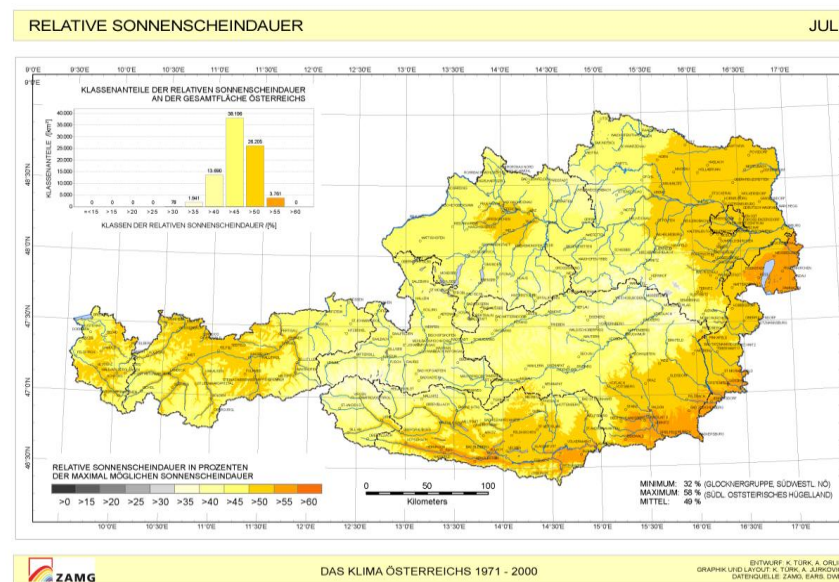


Abb.3.3.4.2: Karte des Elementes relative Sonnenscheindauer für die Klimanormalperiode 1971-2000/ Monat Juli

3.4. Generierung der Karten für die abs. Sonnenscheindauer

Unter Miteinbeziehung der Sonnenbahn und dem Faktor der relativen Sonnenscheindauer erfolgte eine Erstellung von digitalen Feldern der absoluten Sonnenscheindauer auf Monatsbasis. Die notwendigen astronomischen Sonnenparameter waren für jedes Monat in Form von drei, zeitlich gleichverteilten „Tages-Grids“ gegeben und wurden zu einem Grid der mittleren, monatlichen, effektiven Sonnenscheindauer generiert.

Die digitalen Felder können in einer Auflösung von 250m x 250m bereitgestellt werden und sind am Fileserver des Bereiches DMM unter <\\Fs2007\Jurkovic\Strahlung\SONNENSCHINDAUER> zu finden. Die Karten sind sowohl als Rasterdatensatz als auch Bilddateien(vgl. Abb. 3.4.1 und Abb. 3.4.2) vorhanden.

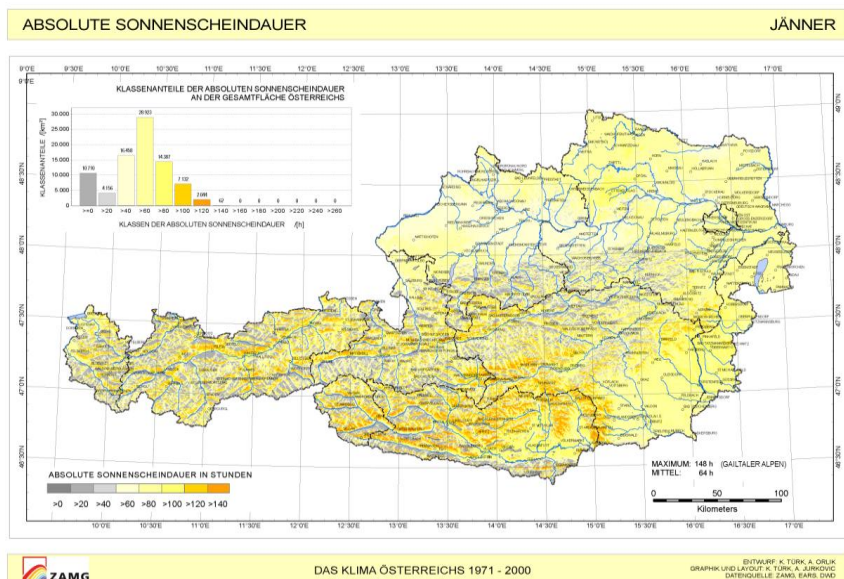


Abb.3.4.1: Karte des Elementes absolute Sonnenscheindauer für die Klimanormalperiode 1971-2000/ Monat Jänner

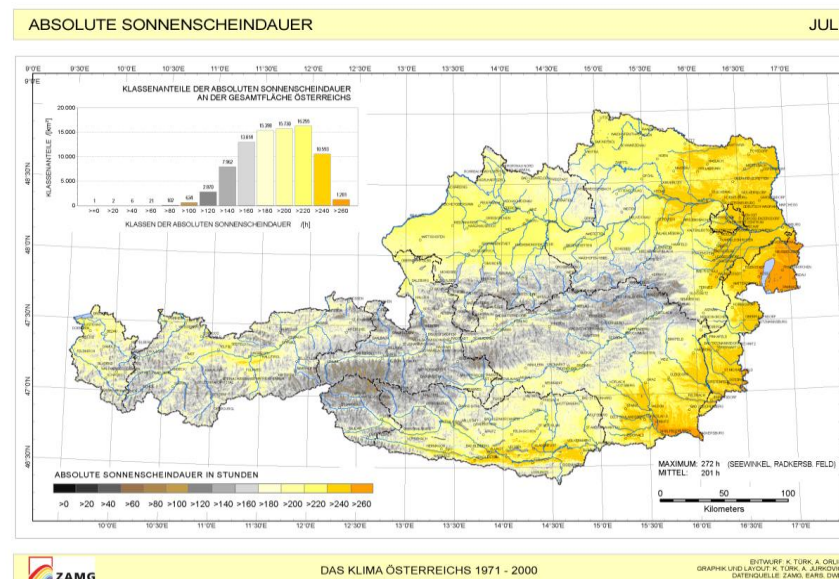


Abb.3.4.2: Karte des Elementes absolute Sonnenscheindauer für die Klimanormalperiode 1971-2000/ Monat Juli

4. Anfertigung eines Globalstrahlungskatasters für Österreich (Phase 3)

Um Aussagen über die Globalstrahlung, betreffend unterschiedlicher Betrachtungszeiträume gewinnen zu können, erfolgte, unter Berücksichtigung des rechentechnischen Aufwandes, eine Berechnung dieser monatspezifisch auf Basis von grundlegenden Informationen, wie:

- die Orographie des Bundesgebietes von Österreich
- für den Zeitraum relevanten solaren-astronomischen Komponenten
- die verfügbaren, direkten und indirekten Strahlungsinformationen im Bezugszeitraum 1971 bis 2000

Die Geländeinformationen wurden einerseits zur Berechnung der Hangneigungs-, Hangorientierungsklassen und andererseits, in Kombination mit der aus den astronomischen Informationen gewonnenen Sonnenhöhe, zur Berechnung der Abschattung durch die Orographie herangezogen. Die Informationen aus den Messreihen der Globalstrahlung wurden direkt zur Abbildung dieses Elementes, bezogen auf ebene Fläche ohne Abschattung, angewendet. Indirekt wurde mittels der dreißigjährigen, monatlichen Mittelwerte der relativen Sonnenscheindauer eine Abschätzung des Anteils der diffusen Strahlung an der Globalstrahlung durchgeführt.

Der Algorithmus zur Berechnung der Globalstrahlung auf real geneigte Flächen gliedert sich schematisch wie folgt:

Berechnung der/des:

- | | |
|--|----------------|
| • „Anteils der diffusen Strahlung an der globalen Strahlung“ | [QRDIFGLO] |
| • „Globalstrahlung auf horizontale Fläche ohne Abschattung“ | [RGLOHNS] |
| • „diffusen Strahlung ohne Abschattung“ | [RDIFNS] |
| • „direkten Strahlung ohne Abschattung“ | [RDIRNS] |
| • „der Abschattung der Sonne durch die Berge“ | [SHADE] |
| • „direkten Strahlung mit Abschattung“ | [RDIRS] |
| • „Globalstrahlung auf horizontale Flächen mit Abschattung“ | [RGLOHS] |
| • Hangneigung und Hangorientierung | [DEMA], [DEMS] |
| • hangklassenspezifischen Korrektur-Grids | [KF] |
| • „Globalstrahlung auf real geneigte/orientierte Flächen“ | [RGLORS] |

Das folgende Flussdiagramm (Abb. 4.1) dient der Veranschaulichung des Modells.

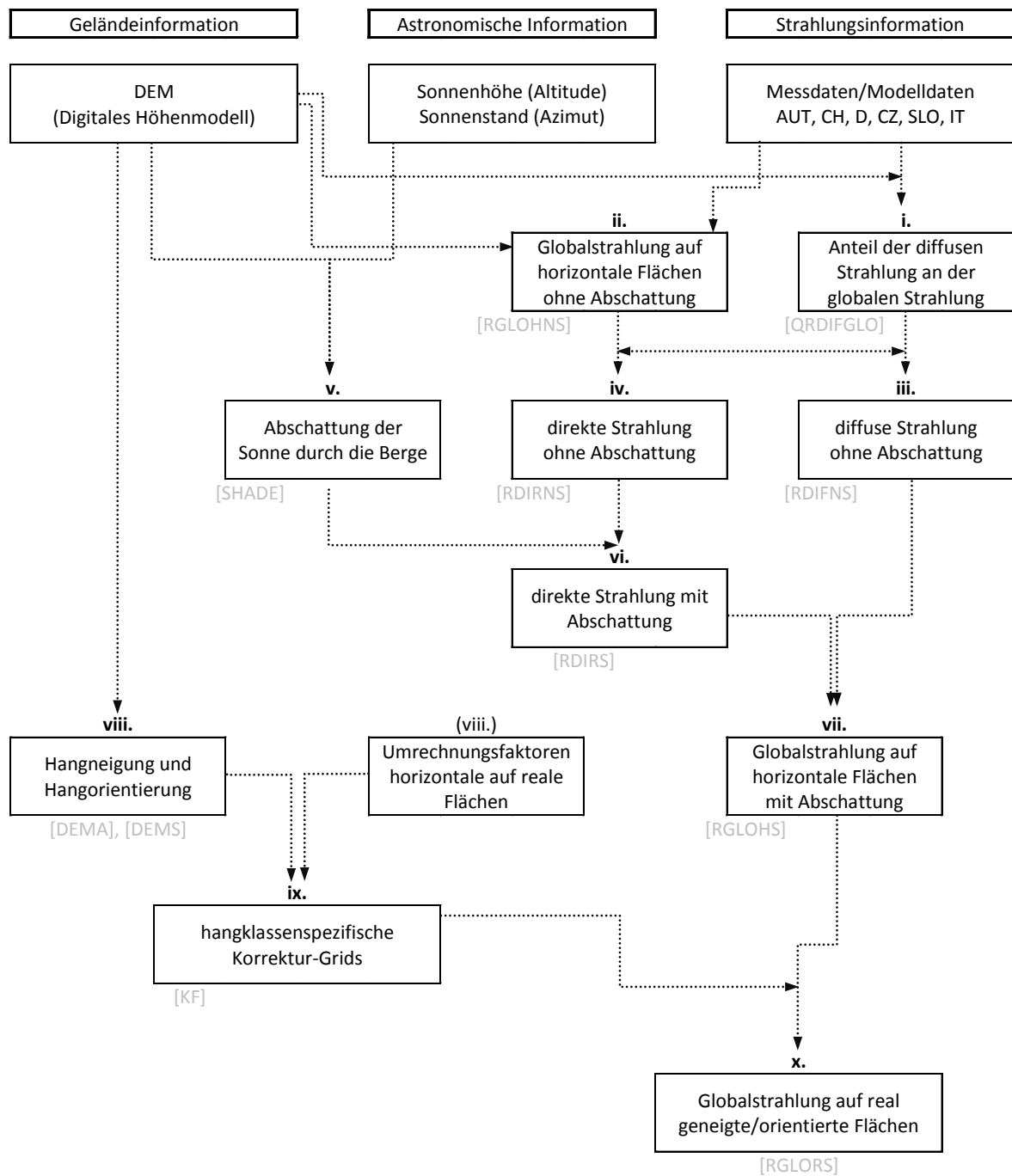


Abbildung 4.1: Flussdiagramm zur Globalstrahlungsberechnung

4.1. Berechnung des „Anteils der diffusen Strahlung an der globalen Strahlung“ [QRDIFGLO]

Wie im vorhergehenden Abschnitt dargestellt, wurden die Informationen bezüglich des Elements der relativen Sonnenscheindauer (rSSD) einer ausführlichen Prüfung unterzogen, vervollständigt und stehen für den Betrachtungszeitraum 1971 bis 2000 in Form von Monats-Grids zur Verfügung. Dieser Umstand, und insbesondere die in deren Modellierung berücksichtigten regionalen Einflüsse, stellen erhebliche Vorteile gegenüber den zur Verfügung stehenden Messreihen der diffusen Strahlung dar. Aufgrund dessen erfolgte die Berechnung des Anteils der diffusen Strahlung an der globalen Strahlung auf Basis (Gl. 4.1.1) einer, rein von der Seehöhe und mittelbar der relativen Sonnenscheindauer abhängigen, Abschätzung (Bruck M. et al., 1985).

$$[QRDIFGLO] = 0.1351 \cdot \exp(0.1873 \cdot B) + (1 / [Alt]) \cdot 18.34 \cdot \exp(0.0623 \cdot B) \quad (4.1.1)$$

B ... mittleres Monatsmittel der Bewölkung [Zehntel der Himmelsfläche] mit
 B = K – rSSD, mit K(Monat) ~ 1
 Alt ... Seehöhe [m]

Aus achtzehn repräsentativen Messstationen, aus deren Messreihen Mittelwerte für die Globalstrahlung und mittelbar nach Gleichung (4.1.1) Abschätzungen der Diffusstrahlung gewonnen wurden, lassen sich höhenabhängige Anpassungen der Form

$Q(Alt) = a \cdot \exp(b \cdot Alt) + c \cdot \exp(d \cdot Alt)$, mit monatspezifischen Koeffizienten (siehe Tab.4.1.1) für den Anteil der Diffusstrahlung an der Globalstrahlung ableiten (siehe Abb.4.1.1).

Monat	a	b	c	d	R ²
Jänner	4,801E-01	-1,708E-03	3,532E-01	9,474E-05	0,82
Februar	3,965E-01	-2,610E-03	4,191E-01	5,098E-05	0,79
März	3,120E-01	-2,942E-03	4,184E-01	6,965E-05	0,84
April	2,002E-01	-2,578E-03	4,360E-01	8,572E-05	0,81
Mai	2,277E-01	-1,610E-03	3,637E-01	1,630E-04	0,81
Juni	1,767E-01	-1,834E-03	4,091E-01	1,309E-04	0,77
Juli	1,852E-01	-2,610E-03	3,928E-01	1,204E-04	0,76
August	1,761E-01	-1,758E-03	3,617E-01	1,277E-04	0,68
September	1,785E-01	-2,110E-03	3,682E-01	7,012E-05	0,65
Oktober	3,698E-01	-1,052E-03	2,171E-01	1,935E-04	0,90
November	5,045E-01	-1,772E-03	3,542E-01	9,329E-05	0,86
Dezember	5,590E-01	-1,924E-03	3,488E-01	8,442E-05	0,84

Tab. 4.1.1: Koeffizienten der Höhenabhängigkeit der diffusen Strahlung an der globalen Strahlung

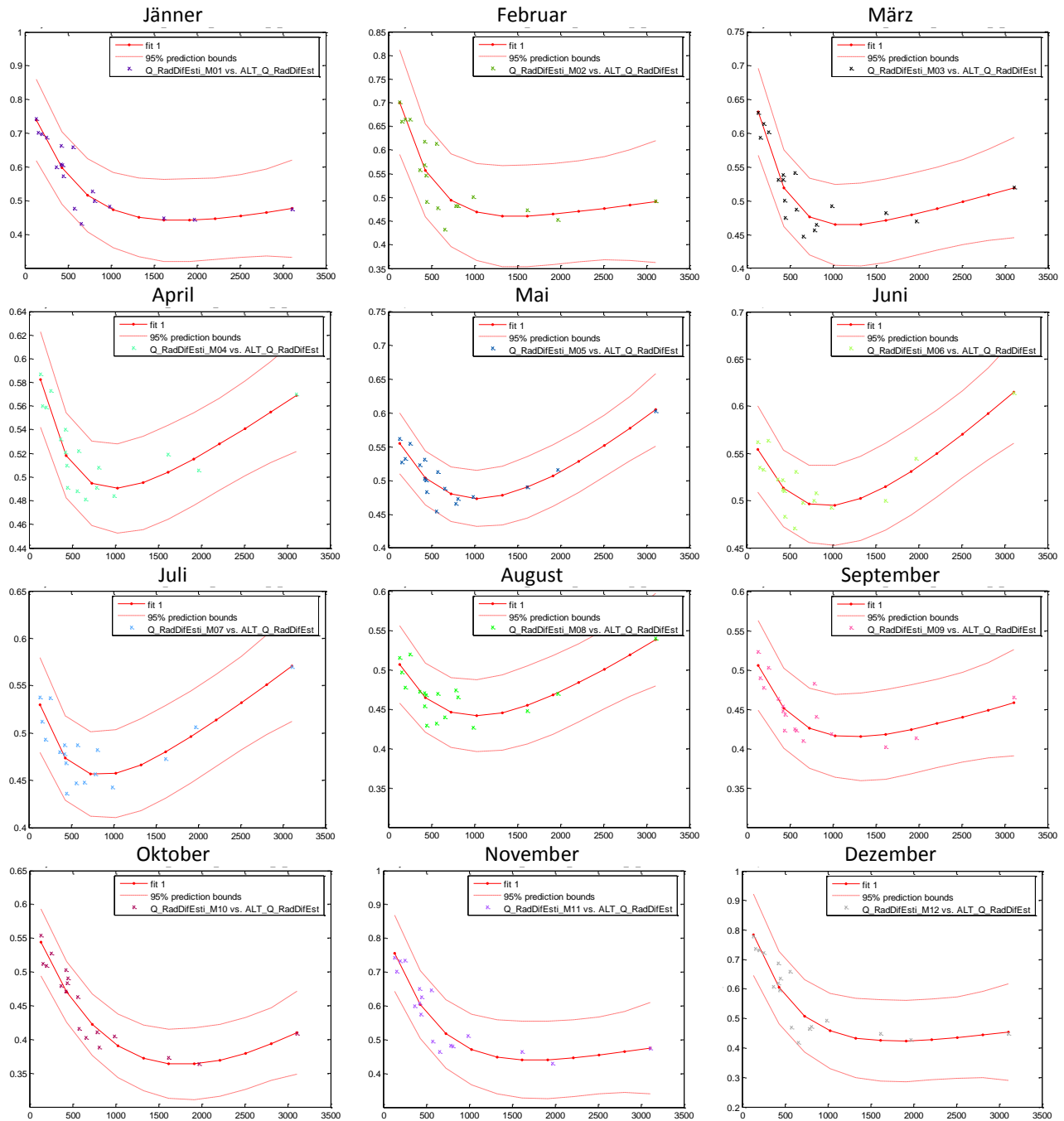


Abb. 4.1.1: Höhenabhängigkeit der diffusen Strahlung an der globalen Strahlung

4.2. Berechnung der „Globalstrahlung auf horizontale Flächen ohne Abschattung“

[RGLOHNS]

Die Datenbasis zur Modellierung der Globalstrahlung auf horizontale Flächen setzte sich aus den Mittelwerten der Monatssummen der Globalstrahlung (siehe Appendix 6) der dreißigjährigen Serien von 97 Messstationen Österreichs und des benachbarten Auslandes (AUT 55, D 5; I 3; CH 29; CZ 3; SLO 2) zusammen. Diese Auswahl inkludiert für den betreffenden Zeitraum 7 komplette Zeitreihen sowie 42 mit kleineren Lücken behaftete Datensätze. Unter Verwendung der Prüfsoftware ProClim.db konnten diese, über die Bestimmung der Korrelationskoeffizienten, mit den Werten der Nachbarstationen aufgefüllt werden.

Für Zeitreihen, für die solcherart keine zuverlässige Vervollständigung möglich war, wurde, nachdem die bis dato angewandten Ångström-Koeffizienten nach [O.Behr, 1988] kein zufriedenstellendes Ergebnis lieferten, die Methodik nach [F. Neuwirth et. al., 1979] angewendet.

Aus 41 österreichischen Messreihen - zu denen Monatsdaten der relativen Sonnenscheindauer, der globalen sowie der extraterrestrischen Strahlung in guter Besetzung verfügbar waren - wurde für den Überdeckungszeitraum jeweils eine lineare Regression der relativen Sonnenscheindauer gegen den Quotienten aus der globalen- und extraterrestrischen Strahlung berechnet. Somit konnten stationsbezogene Koeffizienten x_{Stat} der Ångström-Formel bestimmt und bei ausreichend gutem Bestimmtheitsmaß gewonnen werden. Weiters wurden diese Koeffizienten monatspezifisch gegen die Seehöhe einer polynomischen Regression 2. Grades unterworfen, deren Funktionsgleichungen $x_{p2}(Alt)$ (Gl. 4.2.1) wiederum via Ångström-Formel (Gl. 4.2.2) auf die Vervollständigung der schwächer besetzten Messreihen angewendet wurde.

$$x_{Stat} \rightarrow x_{p2}(Alt) = x_0 + x_1 \cdot Alt + x_2 \cdot Alt^2, x \in \{a; b\}, \text{ Koeffizienten } x_n \text{ in Tab. 4.2.1} \quad (4.2.1)$$

$$RadGloAK = RadExt \cdot (a(Alt) + b(Alt) \cdot rSSD), \text{ Alt in } [10^{-3} \text{ m}], rSSD \text{ in } [1], RadExt \text{ in } [\text{kWh} \cdot \text{m}^{-2}] \quad (4.2.2)$$

Monat	a0	a1	a2	b0	b1	b2
Jan	0,18331	0,04443	0,00972	0,50016	-0,04122	0,00746
Feb	0,22730	0,00029	0,02409	0,44161	0,09172	-0,03177
Mär	0,19727	0,04810	0,01542	0,52764	-0,00839	-0,01195
Apr	0,23663	-0,02703	0,03924	0,45471	0,09446	-0,04589
Mai	0,26419	-0,12720	0,05652	0,43290	0,19676	-0,06073
Jun	0,25606	-0,08050	0,03873	0,44198	0,09736	-0,03302
Jul	0,23898	0,02403	0,00019	0,48103	-0,13246	0,04356
Aug	0,25150	-0,05412	0,02051	0,42561	0,09084	-0,01882
Sep	0,22746	-0,03372	0,02329	0,45940	0,08867	-0,03009
Okt	0,19739	-0,01052	0,02420	0,49889	0,05372	-0,02420
Nov	0,15935	0,04234	0,00929	0,59577	-0,08497	0,02109
Dez	0,19572	-0,00339	0,03115	0,43122	0,02013	-0,02050

Tab.4.2.1: Polyn.-Koeffizienten zur Berechnung der Ångström-Koeffizienten nach Gl.4.2.1

Aus den vervollständigten, geprüften Monatsdaten der Globalstrahlung wurden die Mittelwerte für den Zeitraum 1971 bis 2000 ermittelt. Diese wurden einer multiplen linearen Regression, abhängig von

geogr. Höhe und geogr. Breite, unterzogen. Deren Koeffizienten (siehe Tab.4.2.1) parametrisieren bei einem mehrheitliche zufriedenstellendem Bestimmtheitsmaß von > 0.7 die lineare Modellierung. Grundsätzlich wurde eine geeignete Regionalisierungsgrenze durch den Alpenhauptkamm gesetzt – somit eine „Nord -“ und eine „Südregion“ erzeugt, wobei die Daten regionsgrenznaher Messstationen, wie beispielsweise Sonnblick, Obertauern, ... in beide Regionsmodelle einfließen.

Für die strahlungsreichen Sommermonate Mai bis August - analog zur Modellierung der relativen Sonnenscheindauer - erwies es sich als sinnvoll ein vertikales Zweischichtenmodell „Tiefland/Bergland“ mit einer gesetzten Grenzlage bei $1000\text{m} \pm 200\text{m}$ asl, unter Einbezug einer linear angepassten Glättung der Übergangsphase, anzuwenden (siehe Abbildung 4.2.1).

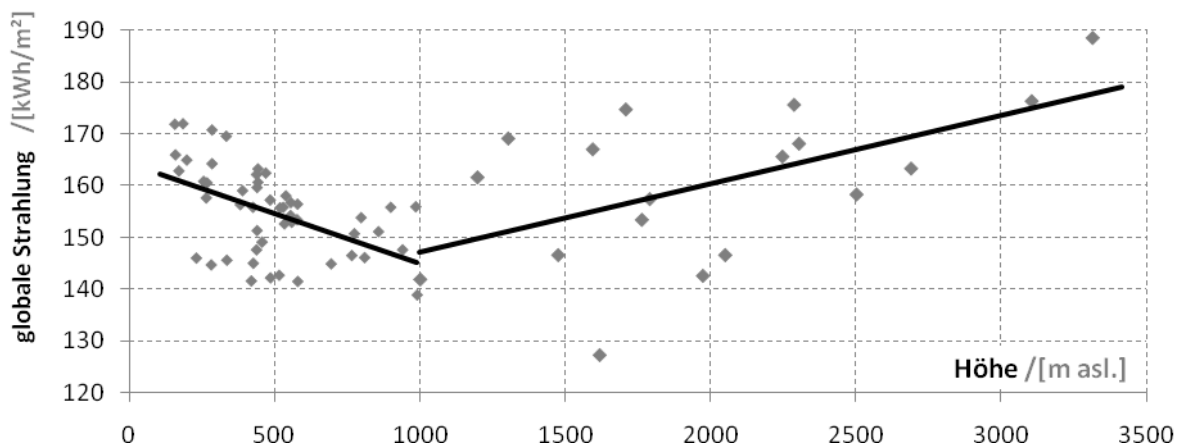


Abb. 4.2.1: Höhenabhängigkeit der Globalstrahlung auf eine horizontale Fläche ohne Abschattung für die Region nördlich des Alpenhauptkammes für den Monat Mai

Stellvertretend für alle generierten digitalen Felder sei hier in Abb. 4.2.2 die kartographische Auswertung des Zwischenergebnisses für den Monat Mai dargestellt.

constant latitude altitude	MLM-Regions-Koeffizienten				R ²				SD der Residuen /[kWh/m ²]
	Nord		Süd		Nord		Süd		
	Tiefland	Bergland	Tiefland	Bergland	T.I.	B.I.	T.I.	B.I.	
Jan	204,91177		279,75112		0,89		0,79		4,1
	-3,73491		-5,22319						
	0,01026		0,00782						
Feb	220,59128		275,43289		0,87		0,80		4,5
	-3,67664		-4,70829						
	0,01226		0,00950						
Mär	409,25251		462,50612		0,89		0,78		5,9
	-6,88958		-7,94234						
	0,01604		0,01257						
Apr	239,53150		-115,79291		0,79		0,59		7,0
	-2,67308		4,92229						
	0,01622		0,01083						
Mai	76,36207	1057,65256	35,54931	-366,70136	0,31	0,88	0,67	0,82	6,6
	1,77473	-19,49530	2,83005	10,48501					
	-0,01393	0,01373	-0,02907	0,01848					
Jun	135,16167	1556,47200	134,84249	681,62219	0,38	0,85	0,74	0,76	6,7
	0,65593	-29,96587	0,82059	-11,60338					
	-0,02172	0,00743	-0,03138	0,01304					
Jul	88,77949	1749,63904	327,41678	1070,87194	0,30	0,81	0,72	0,64	7,1
	1,67858	-33,69188	-3,13439	-19,45675					
	-0,01637	0,00111	-0,02786	0,00471					
Aug	65,52822	1113,26236	369,09647	592,69878	0,27	0,60	0,64	0,37	6,5
	1,72120	-20,59761	-4,51792	-9,70267					
	-0,01110	0,00168	-0,01860	0,00356					
Sep	297,07589		391,07455		0,72		0,52		5,7
	-4,19974		-6,09005						
	0,00674		0,00382						
Okt	138,25189		104,19050		0,77		0,61		5,4
	-1,67966		-0,85122						
	0,01180		0,00824						
Nov	211,32641		209,96328		0,88		0,78		4,0
	-3,84074		-3,74572						
	0,01032		0,00824						
Dez	168,21026		214,67257		0,89		0,83		3,5
	-3,10381		-4,03501						
	0,00888		0,00741						

Tab. 4.2.1: MLM-Regions-Koeffizienten zur Berechnung der Globalstrahlung auf horizontale Fläche ohne Abschattung

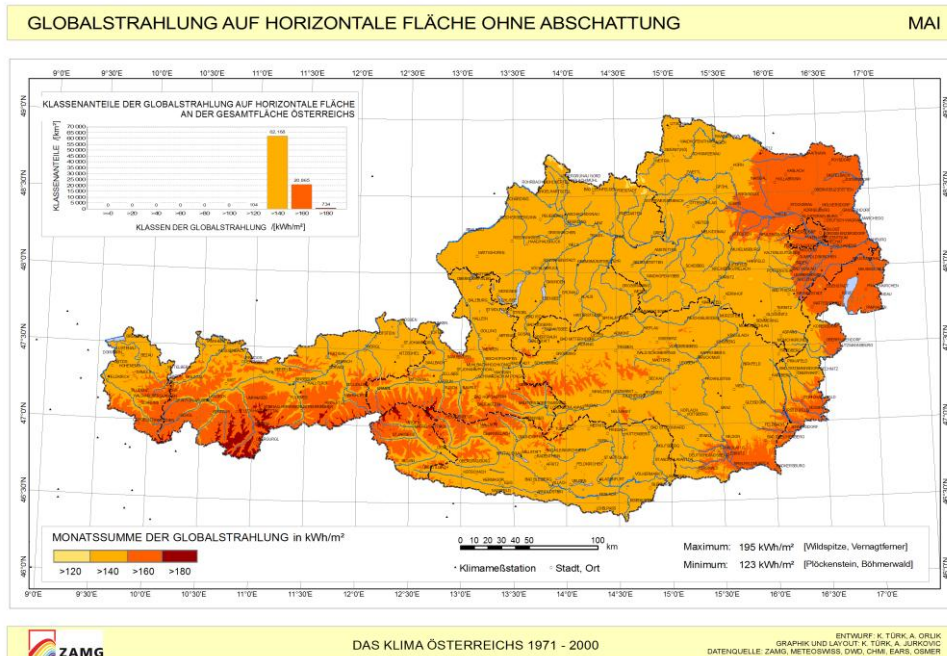


Abb. 4.2.2: Monatssumme der Globalstrahlung auf horizontale Flächen ohne Abschattung für Mai

4.3. Berechnung der „diffusen Strahlung ohne Abschattung“ [RDIFNS]

Um in später folgenden Berechnungsschritten den Abschattungseinfluss auf die direkte Strahlung geltend machen zu können, müssen direkte und diffuse Anteile an der Globalstrahlung getrennt werden. Letztere gewinnt man aus dem Produkt der vorangegangenen Schritte (4.1) und (4.2):

$$[RDIFNS] = [QRDIFGLO] \cdot [RGLOHNS]$$

4.4. Berechnung der „direkten Strahlung ohne Abschattung“ [RDIRNS]

Analog zu (4.3) ergibt sich die direkte Strahlung ohne Abschattung aus dem Produkt des Komplements des in Schritt (4.1) berechneten relativen Anteils der diffusen Strahlung an der Globalstrahlung und dieser selbst (4.2).

$$[RDIRNS] = (1 - [QRDIFGLO]) \cdot [RGLOHNS]$$

4.5. Berechnung der „Abschattung der Sonne durch die Berge“ [SHADE]

Unter Einbindung von Geländeinformation des digitalen Höhenmodells [DEM] und astronomischer Informationen der Sonnenhöhe und des Sonnenstands, kann mithilfe der ArcGIS Analyse-Funktion „hillshade“ ein Abschattungs-Grid mit Wertebereich im Intervall [0;1], dh. keine Abschattung bis

maximale Abschattung, erzeugt werden. Für die Berechnung der Sonnenparameter Altitude und Azimut sei auf [Bruck M. et al., 1985] verwiesen.

4.6. Berechnung der „direkten Strahlung mit Abschattung“ [RDIRS]

Unter Nutzung der in (4.4) und (4.5) erzeugten Grids ergibt sich die direkte Strahlung mit Abschattung als Produkt der direkten Strahlung ohne Abschattung mit dem digitalen Feld der Abschattung.

$$[RDIRS] = [RDIRNS] \cdot [SHADE]$$

4.7. Berechnung der „Globalstrahlung auf horizontale Flächen mit Abschattung“

$$[RGLOHS]$$

Hierzu werden die eingangs getrennten, direkten und diffusen Komponenten wieder, unter Verwendung des die Abschattung berücksichtigenden, in (4.6) erzeugten Grids additiv zusammengeführt.

$$[RGLOHS] = [RDIRS] + [RDIFNS]$$

Stellvertretend sei hier die kartographische Auswertung dieses Zwischenergebnisses für den Monat Mai in Abb. 4.7.1 dargestellt.

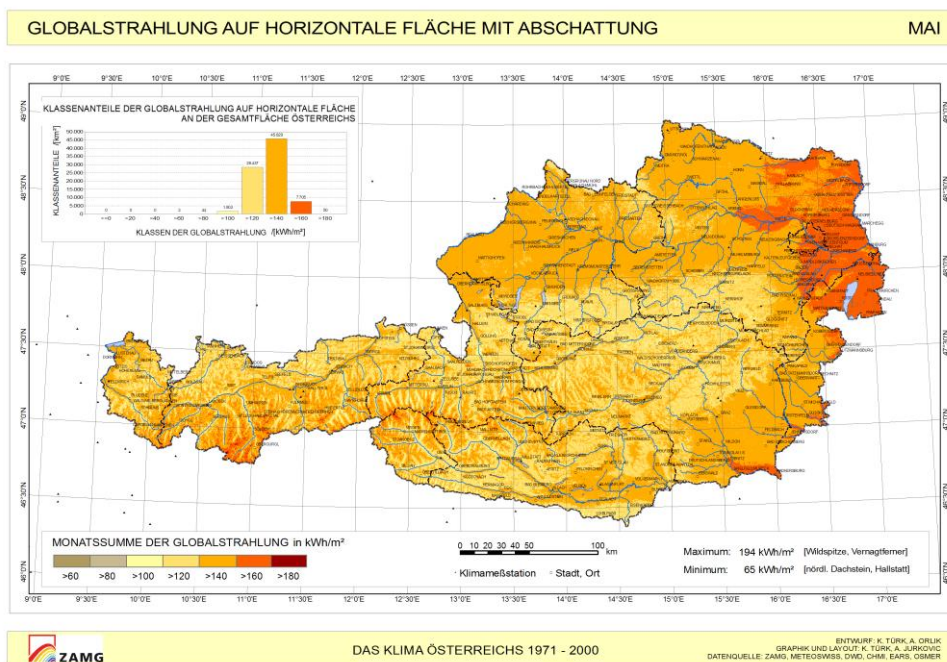


Abb. 4.7.1: Monatssumme der Globalstrahlung auf horizontale Flächen mit Abschattung für Mai

4.8. Berechnung der „Hangneigung und Hangorientierung“ [DEMA], [DEMS]

Durch Anwendung der ArcGIS Analyse Funktionen „Aspect“ und „Slope“ auf das digitale Höhenmodell [DEM] lassen sich für jede Gitterzelle direkt deren Orientierung und Neigung bestimmen und abhängig von deren weiteren Verwendung klassifizieren (siehe (4.9)).

4.9. Berechnung der „hangklassenspezifischen Korrektur-Grids“ [KF]

Datenbasis stellen die in [Bruck M. et al., 1985] angeführten Korrekturfaktoren zu Berechnung der Globalstrahlung auf reale/geneigte Flächen dar. Die Tabelle gliedert sich dabei wie folgt:

- zeitlich [MONAT]
- räumlich [HÖHE 200m, 500m, 1000m, 1500m, 2000m]
[INKLINATION 0°, 10°, 20°, ... , 90°]
[EXPOSITION (Ausrichtung aus Süd) von 0°, 15°, 30°, ..., 180°]

und wurde aufwendig digitalisiert und wie angegeben klassifiziert.

Auf diese Faktoren wurde innerhalb jeder der 118 Orientierungsklassen eine lineare Höhenregression angewendet, deren Koeffizienten (Steigung, Ordinatenabschnitt) mit den in (4.8) erzeugten Grids gekoppelt und monatsweise zu je einem Steigungs- [KFK] und einem Konstantengrid [KFD] generiert. Unter Verwendung des digitalen Höhenmodells ergaben sich die monatlichen, hangklassenspezifischen Korrekturgrids.

$$[KF] = [KFK] \cdot [DEM] + [KFD]$$

4.10. Berechnung der „Globalstrahlung auf real geneigte/orientierte Flächen“ [RGLORS]

Hierzu bedurfte es nur noch der Produktbildung der in (4.7) erzeugten Globalstrahlung auf horizontale Flächen mit Abschattung mit den unter Punkt (4.9) erzeugten Korrekturgrids. Jahreszeitsummen und Jahressummen konnten additiv aus den erzeugten Monats-Grids gewonnen werden.

Die kartographische Auswertung des finalen Ergebnisses ist monatsbezogen unter [\\FS2007\Jurkovic\Strahlung\GLOBALSTRAHLUNG](#) abrufbar, exemplarisch seien hier in Abbildung 4.10.1, 4.10.2 die Monate Jänner und Juli dargestellt.

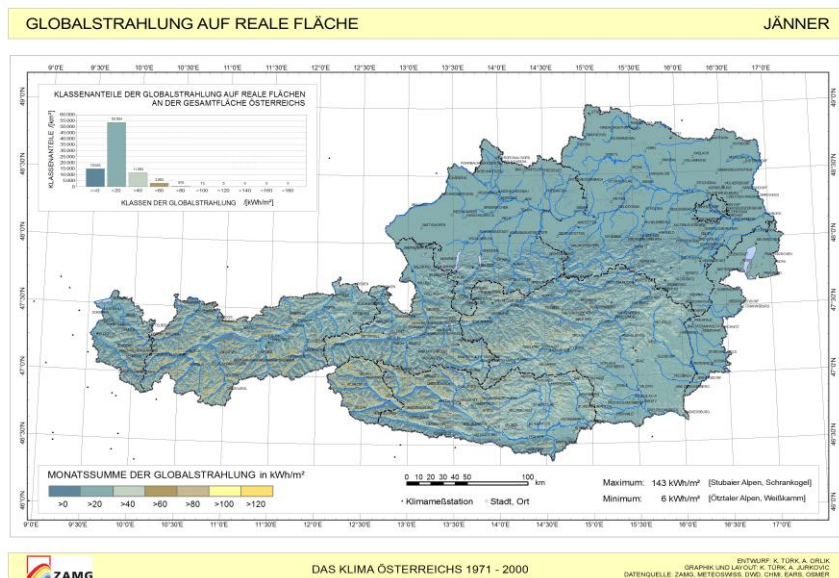


Abb 4.10.1: Globalstrahlung auf reale Flächen mit Abschattung für Jänner

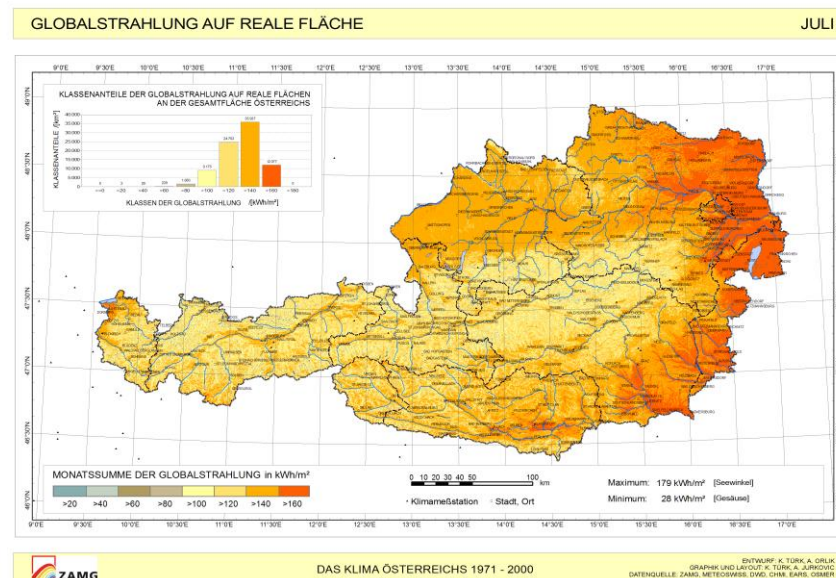


Abb. 4.10.2: Globalstrahlung auf reale Flächen mit Abschattung für Juli

5. Generierung von monatlichen Karten (1930 bis 2008) auf Basis von HISTALP-Daten (Phase 4)

5.1. Datengrundlage und Problematik

Die Datengrundlage für diesen Punkt des Projektes bildeten einerseits die verlängerten, vervollständigten, outliereinigten und homogenisierten HISTALP Reihen der absoluten Sonnenscheindauer (Output von Phase 1) aller österreichischen Stationen sowie andererseits die homogenisierten Zeitreihen weiterer Stationen aus der Greater Alpine Region (Stationsliste ist Tab. 5.1 zu entnehmen). Das Heranziehen der ausländischen Datensätze gewährleistete die Richtigkeit der Interpolation an den Rändern der generierten Karten.

Die Problematik bei der Kartenerstellung stellten die unpräzisen Koordinatenangaben bei der Stationseinmessung bzw. die Koordinatenprojektionen bzw. -transformationen dar.

Um eine Station genauestens lokalisieren zu können, bedarf es einer Genauigkeit von mindestens 4 Nachkommastellen. Der HISTALP Datensatz lieferte nur partiell präzise Angaben (bis auf die zweite Nachkommastelle), was zu Ungenauigkeiten von einigen 100m führte. Durch eine genau Auswertung und Gegenüberstellung der aktuellen und historischen Koordinatenangaben konnten zumindest diese für die österreichischen Stationen optimiert werden, vgl. dazu Tabelle 5.1.

Die Ursache für die Problemstellung bei der Koordinatentransformation waren die unterschiedlichen Vermessungsarten. Vor 1960 wurden in der klassischen Landesvermessung die Vermessungssysteme durch das für das jeweilige Gebiet geeignete Referenzellipsoid, in diesem Fall Bessel, festgelegt. Aktuell werden die Standorte der Stationen per GPS auf Basis von WGS84, wo die Gestalt des Referenzellipsoiden GRS80 mit dem kleinstmöglichen Fehler der Gesamt-Oberfläche angepasst und die Orientierung kontinuierlich nachjustiert wird, eingemessen. Aufgrund dieser Diskrepanzen in den Messmethoden (Referenzellipsoid Bessel und WGS84) ergeben sich Unterschiede von bis zu 80m (wobei im Westen die Unterschiede geringer ausfallen als im Osten).

Die Ungenauigkeit der Stationseinmessung spielt hierbei eine größere Rolle als die Transformation des Koordinatensystems, wo die Unterschiede sind bei einer Auflösung von 250m x 250m bzw. 1km x 1km Darstellungen vernachlässigbar klein sind.

Die lokale Projektion wurde einheitlich auf Hermannskogel_Conformal_Conic, mit dem astronomischen Nullpunkt am Hermannskogel bei Wien (basierend auf den Referenzellipsoiden Bessel 1841), gesetzt.

NR	NAME	SHORT	HISTALP_LON	HISTALP_LAT	HISTALP_ALT	HISTORICAL_LON	HISTORICAL_LAT	ACTUAL_LON	ACTUAL_LAT	WGS84_LON	WGS84_LAT
4	Altdorf	ALT	8.6300	46.8700	449						
159	Augsburg	AUG	10.9500	48.4300	463						
11	Bad Gleichenberg	BGL	15.9070	46.8790	280	15.7519	46.8667	15.9069	46.8789		
12	Bad Ischl	BIL	13.6500	47.7070	512	13.6317	47.7167	13.6472	47.7061		
15	Basel	BAS	7.5700	47.5300	316						
17	Bern	BER	7.4200	46.9300	565						
160	Besancon	BES	5.9880	47.2480	307						
22	Bratislava	BRL	17.1000	48.1700	280						
27	Celje	CEL	15.2700	46.2300	234						
243	Courcy	CUR	3.9800	49.3400	91						
34	Davos	DAV	9.8400	46.8100	1590						
42	Feldkirch	FEL	9.6090	47.2700	440	9.6000	47.2667			9.6097	47.2711
44	Feuerkogel	FEU	13.7180	47.8180	1618	13.7183	47.8178	13.7183	47.8178		
244	Frejus	FRJ	6.7380	43.4250	2						
225	Freudenstadt	FRU	8.4170	48.4670	736						
208	Garmisch-Partenkirchen	GAR	11.0670	47.4830	719						
48	Genova	GNV	6.1500	46.1900	380						
51	Gospic	GOS	15.3800	44.5300	573						
53	Graz	GRA	15.4480	47.0800	377	15.4478	47.0797	15.4500	47.0783		
56	Hohenpeißenberg	HOP	11.0200	47.8000	986						
57	Hurbanovo	HUR	18.2000	47.8700	124						
58	Hvar	HVR	16.4400	43.1700	20						
59	Innsbruck	INN	11.3850	47.2610	609	11.3850	47.2606			11.3842	47.2597
62	Jungfraujoch	JFJ	7.9900	46.5500	3580						
173	Karlsruhe	KAR	8.3700	49.0300	112						
64	Klagenfurt	KLA	14.3240	46.6500	459	14.3333	46.6500			14.3183	46.6483
67	Kremsmünster	KRE	14.1320	48.0550	389	14.1322	48.0553			14.1311	48.0550
69	La Chaux-de-Fonds	CDF	6.8000	47.0900	1018						
245	Laas	LAS	13.0000	46.6830	800	13.0000	46.6833				
77	Ljubljana	LJU	14.5200	46.0700	316						
78	Locarno	LOC	8.7900	46.1700	366						
80	Lugano	LUG	8.9600	46.0000	273						
81	Luzern	LUZ	8.3000	47.0400	456						
82	Lyon	LYO	4.9370	45.7230	198						
228	Mariapfarr	MPF	13.7450	47.1520	1153	13.7450	47.1519	13.7450	47.1519		
87	Marseille	MAR	5.2270	43.4420	5						
203	Mondsee	MON	4.7380	44.5820	73						
92	München	MUN	11.5500	48.1700	525						
93	Nancy	NAN	6.2200	48.6900	212						
95	Neuchatel	NCH	6.9500	47.0000	485						
97	Nîmes	NIM	4.4070	43.8580	59						
209	Nürnberg	NUR	11.0500	49.5000	314						
229	Obenwölz	OBW	14.2830	47.2010	810	14.2831	47.2011	14.2867	47.2019		
98	Osijek	OSK	18.6700	45.5500	91						
223	Patscherkofel	PAK	11.4620	47.2100	2247	11.4622	47.2094	11.4617	47.2097		
124	Santis	SNT	9.3400	47.2500	2490						
213	Schmittenhöhe	SCH	12.7370	47.3300	1973	12.7367	47.3297	12.7367	47.3297		
224	Schöckl	SCK	15.4660	47.1990	1445	15.4681	47.1986			15.4664	47.1986
126	Sion	SIO	7.3400	46.2200	482						
127	Sonnblick	SON	12.9580	47.0540	3105	12.9581	47.0544	12.9581	47.0544		
128	Sopron	SOP	16.6000	47.6800	234						
132	St. Sebastian/Mariazell	SSB	15.3030	47.7930	872	15.3031	47.7933			15.3022	47.7892
231	Stolzalpe	STO	14.1860	47.1220	1215	14.2000	47.1167			14.1883	47.1231
136	Stuttgart	STU	9.2000	48.8300	311						
137	Szombathely	SZO	16.6300	47.2400	221						
142	Trieste	TRI	13.7700	45.6500	67						
147	Villacher Alpe	VIA	13.6730	46.6040	2160	13.6733	46.6036	13.6733	46.6036		
152	Wien Hohe Warte	WIE	16.3560	48.2490	209	16.3578	48.2500	16.3564	48.2486		
153	Zagreb	ZAG	15.9800	45.8200	162						
154	Zell am See	ZEL	12.7950	47.3270	766	12.7950	47.3267	12.7950	47.3267		
126	Zugspitze	ZUG	10.9800	47.4200	2962						
157	Zürich	ZUR	8.5700	47.3800	556						
134	Zwettl	ZWE	15.2050	48.6200	505	15.2000	48.6167			15.2036	48.6178

Tab.5.1: Liste der Stationen, welche für die Interpolation der Verhältnisse herangezogen wurden. Koordinatenangaben sind in Dezimalschreibweise angegeben. Für die Interpolationsmethode topogrid wurden die HISTALP Koordinaten (Spalte HISTALP_LON bzw. LAT) und die Höhenangaben aus Spalte HISTALP_ALT verwendet. Bei den österreichischen Stationen sind die historischen Koordinaten (Spalte HISTORICAL_LON bzw. LAT) den aktuellen herkömmlich eingemessenen (Spalte ACTUAL_LON bzw. LAT) bzw. den GPS eingemessenen (WGS84_LON bzw. LAT) gegenübergestellt worden. Schlussendlich wurden für die Interpolation die präziseren Koordinaten gewählt und angewendet.

5.2. Interpolationsergebnisse

Durch die Interpolation mittels der Methode topogrid in AML (Arc Macro Language) konnten monatliche Verhältnisse berechnet und schlussendlich in ArcGIS visualisiert werden. Diese Methodik erstellt ein exaktes Grid aus Höheninformationen von Punkt-, Linien- und Polygonegebieten. Die Interpolationen wurden in einer Auflösung von 1km x 1km erstellt (vgl. Abb.5.2.1) und mit den räumlich interpolierten monatlichen Mittelwert-Rastern der absoluten Sonnenscheindauer in 250m x 250m Auflösung (Output von Phase 2) kombiniert.

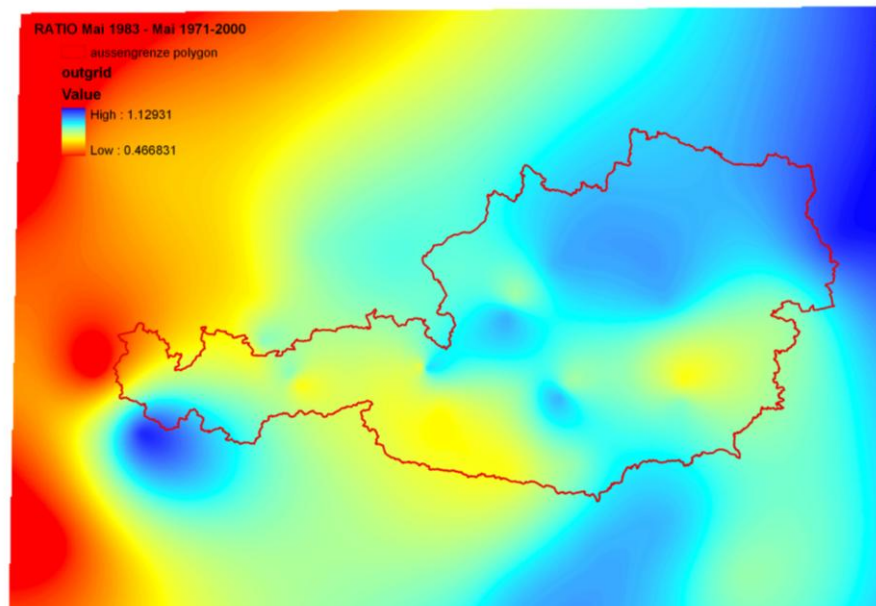


Abb.5.2.1: Ergebnis der Interpolationsmethode topogrid. Dargestellt sind die Verhältniszahlen (ASSD Mai 1983 zu der ASSD der Klimanormalperiode 1971-2000) der absoluten Sonnenscheindauer für den Monat Mai 1983.

Der Export erfolgte in ESRI-GRID-FORMAT sowie in ASCII-Textformat mit der Endung .asc und ist unter \\Fs2007\Jurkovic\Strahlung\SONNENSCHDAUER\ssd_histalp zu finden.

Somit steht nun, für die Visualisierung von speziellen regionalen Effekten, ein räumlich hoch aufgelöster Langzeitdatensatz der monatlichen absoluten Sonnenscheindauer zurück bis zum Jahr 1930 für Österreich zur Verfügung (exemplarische digitale Felder der Jahre 1935 und 2005 sind in Abb.5.2.2 dargestellt).

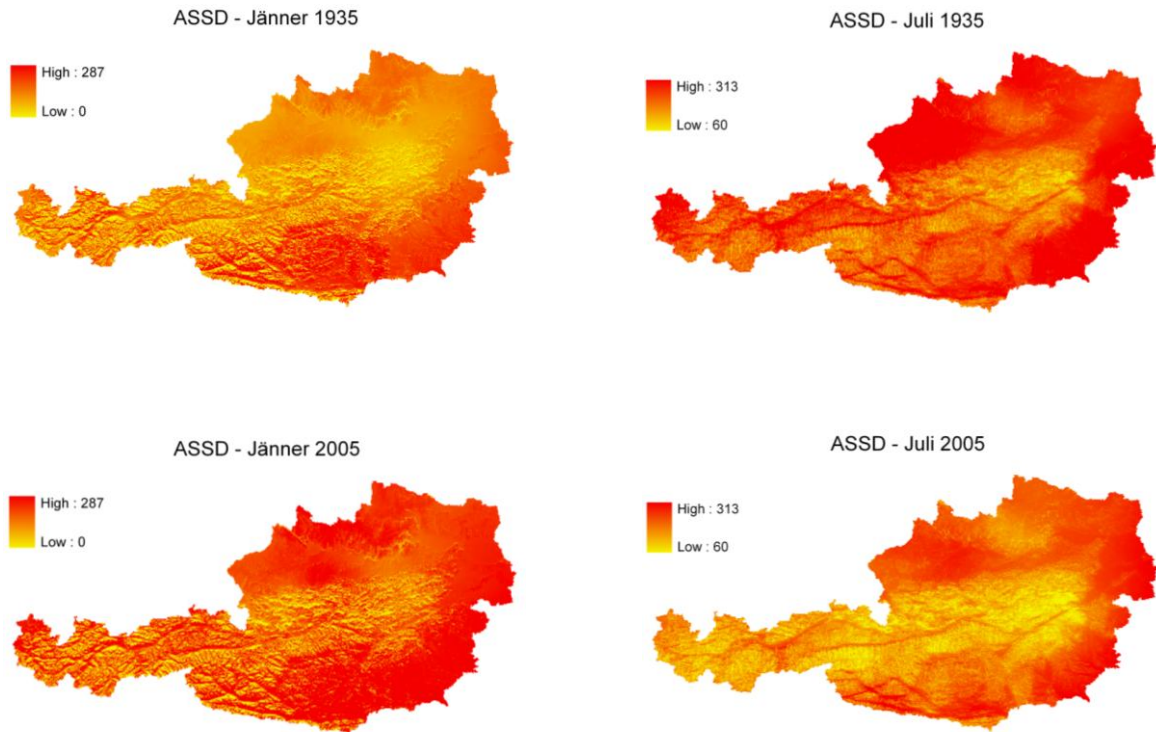


Abb.5.2.2: Digitale Felder der absoluten Sonnenscheindauer, basierend auf den Informationen der HISTALP-Zeitreihen, für die Monate Jänner und Juli der Jahre 1935 sowie 2005. Für die Vergleichbarkeit der Felder erfolgte eine Anpassung der Skala auf Monatsbasis.

6. Conclusio und Ausblick

Für viele Anwendungen (Schlagwörter Photovoltaikanlagen und Erneuerbare Energien) und Sektoren, wie Tourismus, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft und Bauwirtschaft, ist die Bestimmung der zur Verfügung stehenden Sonnenenergie, im wesentlichen Strahlungsinformationen, notwendig. Mit der Generierung von digitalen Feldern der relativen und absoluten Sonnenscheindauer sowie Globalstrahlung konnten für Gesamtösterreich solche Informationen kompakt und für die Allgemeinheit in verständlicher Form dargebracht werden und stehen zur weiteren Nutzung im Bereich der Klima- und Klimaforschung zur Verfügung.

Die Verlängerung des HISTALP-Sonnenscheinreihen führte zu einer Erweiterung und Verbesserung des internationalen HISTALP-Datensatzes. Dieser Datensatz wird dringend im Bereich der österreichischen Klima- und Klimafolgenforschung benötigt und wird die Kompetenz der ZAMG auf dem Sektor Klimawandel erweitern. Hinsichtlich Klimaänderung können mit Hilfe der zur Verfügung gestellten Datensätze sowie digitalen Kartenmaterialies Klimavariabilitätsstudien sowie Signifikanz- und Trendtests durchgeführt werden.

Die Rasterdatensätze der Strahlungskarten stehen in Form von Gitterpunktdaten für die weitere wissenschaftliche Anwendung am Fileserver des Bereiches DMM unter <\\Fs2007\Jurkovic\Strahlung> zur Verfügung.

Durch die interne Zusammenarbeit mit den Abteilungen Datenerfassung, Datenprüfung, Klimaforschung und Vorhersagemodelle konnten Erfahrungswerte ausgetauscht und somit die fachliche Kompetenz gesteigert werden.

Eine unmittelbar bevorstehende Anwendung wird in der zu bearbeitenden Klimatografie von Kärnten sowie der im Antragsstadium befindlichen Klimatografie von Tirol erfolgen. Weiters können die Rasterdatensätze für zukünftig angedachte (PV-Check) bzw. bereits genehmigte Projekte (ARAD, STRAHLGRID) herangezogen werden.

LITERATUR

- Auer I., Böhm R., Jurković A., Orlik A., Potzmann R., Schöner W., Ungersböck M., Briffa K., Jones P., Efthymiadis D., Brunetti M., Nanni T., Maugeri M., Mestre O., Moisselin J.-M., Bergert M., Brazdil R., Bochnicek O., Cegnar T., Gajic-Capka M., Zaninovic K., Majstorovic Z., Szalao S., Szentimrey T., Mercalli L., 2005: A new instrumental precipitation dataset for the Greater Alpine Region for the period 1800-2002. *International Journal of Climatology*, 139-166.
- Auer I., Böhm R., Jurković A., Lipa W., Orlik A., Potzmann R., Schöner W., Ungersböck M., Matulla C., Briffa K., Jones P., Efthymiadis D., Brunetti M., Nanni T., Maugeri M., Mercalli L., Mestre O., Moisselin J.-M., Bergert M., Müller-Westermeier G., Kveton V., Bochnicek O., Stastny P., Lapin M., Szalao S., Szentimrey T., Cegnar T., Dolinar M., Gajic-Capka M., Zaninovic K., Majstorovic Z., Nieplova E., 2007: HISTALP - historical instrumental climatological surface time series of the Greater Alpine Region. *International Journal of Climatology*, 17-46.
- Auer I., Böhm R., Mohnl H., 1989: *Klima von Wien*
- Auer I., Böhm R., Mohnl H., Potzmann R., Schöner W. und Skomorowski P., 2001: *ÖKLIM – der digitale Klimaatlas Österreichs (CD-ROM)*. Zentralanst. f. Met. und Geodynamik.
- Auer I., Böhm R., Leymüller M., Schöner W., 2002: *Das Klima des Sonnblickes, Klimaatlas und Klimatographie der GAW Station Sonnblick einschließlich der umgebenden Gebirgsregion. Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik, Heft 28.*
- Auer I., Hiebl J., Reisenhofer S., Böhm R., Schöner W., 2010: *ÖKLIM1971-2000 – Aktualisierung des digitalen Klimaatlas Österreichs 1961-1990. Projektendbericht - Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik*
- Böhm R., Auer I., Schöner W., Ganekind M., Gruber C., Jurković A., Orlik A., Ungersböck M., 2009: Eine neue Website mit instrumentellen Qualitätsklimadaten für den Großraum Alpen zurück bis 1760. *Wiener Mitteilungen Band 216: Hochwässer: Bemessung, Risikoanalyse und Vorhersage*
- Böhm R., Potzmann R., 1999: Systematic climate mapping in complicated terrain- part one: From point information to maps of means (a GIS supported procedure including quantitative error analysis). *ÖGM-Bulletin 99/1*, 21-30.
- Bocquet G., 2006: Method of study and cartography the potential Sunny periods in mountainous area. *International Journal of Climatology*, Volume 4, Issue 6, Pages 587-596
- Bruck M., Hammer N., Neuwirth F. und Schaffar G., 1985: *Meteorologische Daten und Berechnungsverfahren. 3.erweiterte Auflage – Österr. Ges. f. Sonnenenergie und Weltraumfragen.*
- Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Chapter 11, Regional Climate Projections for Europe and the Mediterranean, 872-879

Matulla C., Penlap E.K., Haas P., Formayer H., 2003: Comparative analysis of spatial and seasonal variability: Austrian precipitation during the 20th century. *International Journal of Climatology* 23:1577-1588

Matulla C., Auer I., Böhm R., Ungersböck M., Schöner W., Wagner S., Zorita E., 2005: Outstanding past decadal-scale climate events in the Greater Alpine region analysed by 250 years data and model runs. GKSS- Report 2005/4. GKSS Forschungszentrum in der Helmholtz Gemeinschaft, Geesthacht

Neuwirth F.: Beziehung zwischen Monatswerten der Globalstrahlung und der Sonnenscheindauer in Österreich. *Arch. Met. Geoph. Biokl., Ser. B*, 26, 171-182 (1978)

Neuwirth F., Bruck M., Heindl W., Schaffar G., 1979: The estimation of global and sky radiation on horizontal and inclined surfaces in Austria. ASSA

Pittock BarrieCsiro A., 2007: Solar variability, weather and climate: An update. *The Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* Volume 109, Issue 459 , Pages23 – 55

Pons X., Ninyerola M., 2008: Mapping a topographic global solar radiation model in a GIS and refined with ground data. *International Journal of Climatology*, DOI:10.1002/joc.1676

Schöner W., Auer I., Böhm R., Mohnl H., Potzmann R., 2000: Regionalisation of sunshine duration and cloudiness in Austria by means of a GIS software system, *Proceedings of the 3rd European Conference on Applied Climatology*, 16 to 20 October 2000 in PISA.

Schöner W., 2000: Modellierung der flächenmäßigen Verteilung von relativer Sonnenscheindauer und Bewölkung in Österreich mittels Desktop-Gis(Arc View): Abschlussarbeit UNIGIS98.

Anleitung zur Qualitätsprüfung mittels Softwarepaket ProClim

Inhalt

1.	Allgemeine Grundlagen	36
2.	Erste Schritte	36
2.1.	Installation des Programmes	36
2.2.	Datenbankabfrage	36
2.3.	Erstellung von .dbf files	36
3.	Arbeiten mit ProClim	38
3.1.	Erstellen eines Metadaten-files	39
3.1.1.	Create Info file	39
3.1.2.	Import Geography	41
3.1.3.	Get min. Distances	42
3.1.4.	Distances	43
3.2.	Umwandlung des Datenfiles	43
3.2.1.	Cross Table	44
3.3.	Korrelationsberechnungen	44
3.3.1.	Correlations	44
3.4.	Detektierung von Outliern:	47
3.4.1.	Auf Basis von angegebenen Schwellwerten	47
3.4.2.	Auf Basis von Korrelationskoeffizienten	48
3.4.3.	Auf Basis von Distanzen	52
I.	Legendensymbole	54
II.	Abbildungsverzeichnis	54
III.	Literaturverzeichnis	55

Allgemeine Grundlagen

Die Software ProClim wurde von Petr Stepanek (Czech Meteorological Service) entwickelt und kann unter www.climahom.eu kostenlos heruntergeladen werden. Mit Hilfe dieses Software-Produkts können Zeitreihen unterschiedlichster Klimaelemente analysiert, statistisch ausgewertet, geprüft und letztendlich auch homogenisiert werden. Das Programm kann sowohl monatliche als auch tägliche (subtägliche) Daten bearbeiten. Eine ausführliche Beschreibung in englischer Sprache ist ebenfalls unter der oben angeführten Internet-Adresse zu finden (Stepanek).

Erste Schritte

Installation des Programmes

Die Installation erweist sich als sehr simpel. Nach dem das gezippte File von der Homepage heruntergeladen wurde, muss dieses nurmehr entpackt werden. Beim erstmaligen Aufrufen des Programmes ProClim.exe, wird man als Benutzer aufgefordert sich bei Petr Stepanek zu registrieren. Dies geschieht mittels Versendung einer automatisch generierten e-Mail, welche einen verschlüsselten Code beinhaltet.



Indem man den Code, welcher in der automatischen e-Mail verzeichnet ist, in die Datei proclim.akt kopiert (unter Controls zu finden) kann der User diese automatische Registrierung umgehen.

Datenbankabfrage

Die Datenbankabfrage kann auf unterschiedlichem Wege erfolgen (mittels Excel, R (Package RODBC), Access, etc..). Im Endeffekt sollen die Daten im .dbf IV Format vorliegen. In dieser Dokumentation wird der Weg zur Erstellung eines .dbf files mit Microsoft Access2007 beschrieben.



Man beachte, dass eine direkte Umwandlung von Excel files (.xls) zu .dbf files nur mit Versionen vor Excel2007 möglich ist.

Erstellung von .dbf files

Nach dem Erstellen einer leeren Datenbank in Microsoft Access werden die Daten unter Externe Daten/Importieren/Weiter/ODBC-Datenbank ins Access importiert. Der Punkt *Erstellen Sie eine Verknüpfung zur Datenquelle, indem Sie eine verknüpfte Tabelle erstellen* wird hierbei ausgewählt (siehe Abb.1). Unter der registerkarte Computerdatenquelle wähle man nun die SYBKлим Datenbank. Nach der Eingabe der Login ID und des Passwortes, wähle man die gewünschte Tabelle (hier: dbo.tag). Nun erscheint die Tabelle im linken Feld. Durch Rechtsklick und Öffnen können nun alle Werte welche importiert wurden, eingesehen werden.

Für die weitere Verwendung mit ProClim, sollte immer nur jeweils ein Element ausgewählt werden. Unter Erstellen/Abfrageentwurf können die Elemente ausgesucht und Einstellungen konfiguriert werden. Unter der Registerkarte Entwurf/Ergebnisse/Ausführen wird die Ansicht aktualisiert. Will man direkt in den SQL-Code eingreifen kann man dies unter Entwurf/Ergebnisse/Ansicht/SQL Ansicht tätigen.

Beispielcode:

```
SELECT dbo_tag.istnr AS [ID], Int(datum/10000) AS [YEAR], Int(datum/100) Mod 100 AS [MONTH],
Int(datum) Mod 100 AS [DAY], dbo_tag.tmax/10 AS [VALUE2]
FROM dbo_tag
WHERE (((dbo_tag.istnr)>=1800 And (dbo_tag.istnr)<=21300));
```

Anschließend wird die Access Datenbank abgespeichert. Nun erscheint im linken Feld Abfrage1, diese Abfrage öffnen und dann unter Externe Daten/Exportieren/Weitere/ in dbase IV umwandeln.

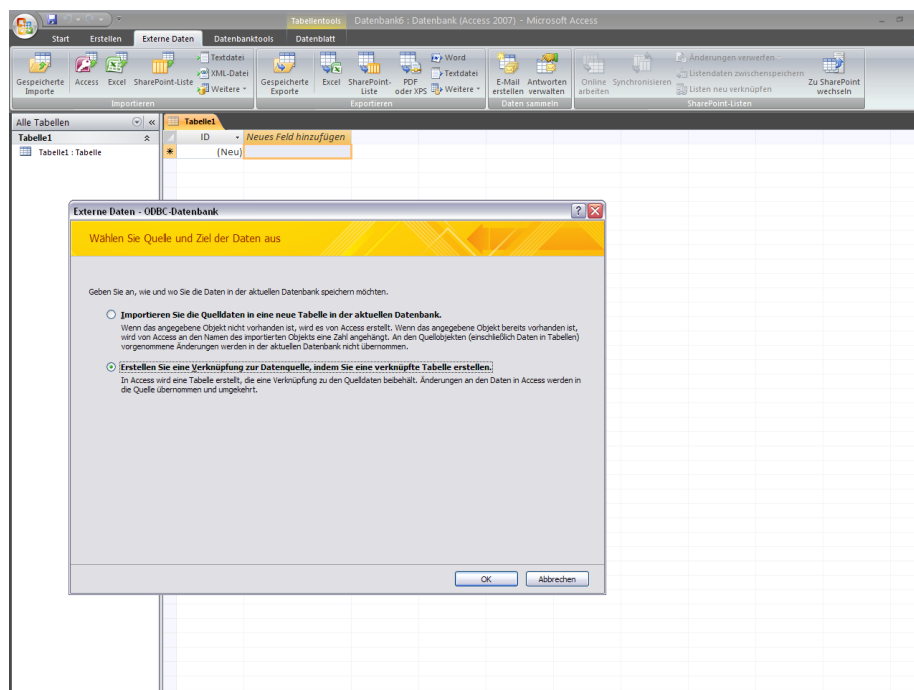


Abb. 1: Import von Werten aus der Datenbank

Arbeiten mit ProClim

ProClim ist ein sehr benutzerfreundliches Programm. Hat man sich einmal mit der Benutzeroberfläche vertraut gemacht, ist es selbsterklärend.

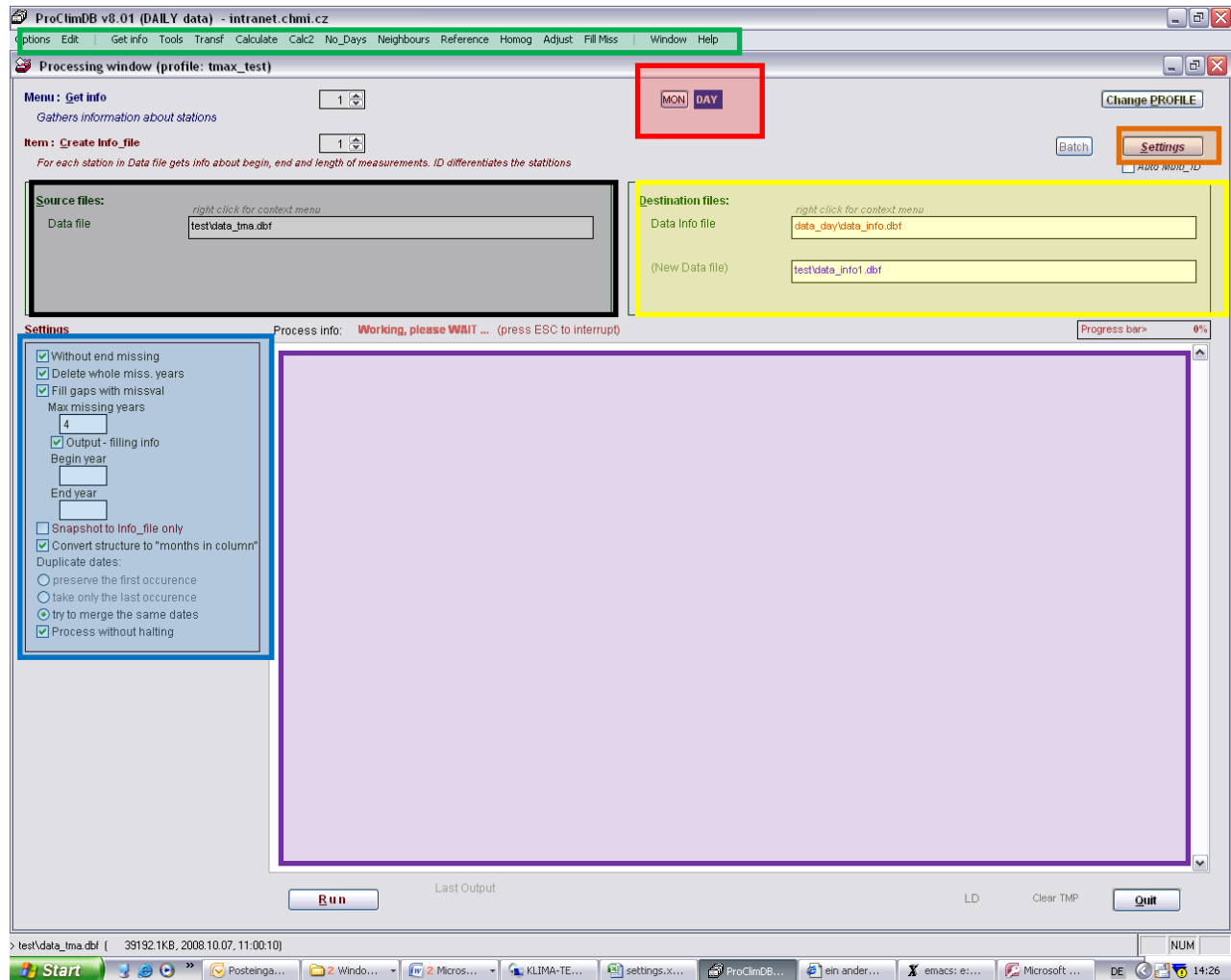



Abb. 2: Struktur von ProClim

- Das Menü
- Je nachdem ob man mit Tages- oder Monatsdaten arbeitet, sollte das dementsprechende Feld gewählt werden
- Generelle Einstellungen die für jeden Menüpunkt übernommen werden, wie beispielsweise die Zuweisung von Fehlwerten, etc..
- .dbf input files welche in das Programm importiert werden. Mit einem Rechtsklick können diese files angesehen werden.

 .dbf output files, mit einem Rechtsklick kann man templates herein laden, nach der Berechnung sollte diese Datei unter einem neuen Namen abgespeichert werden, da ansonsten das file bei der nächsten Berechnung überschrieben wird.

 Hier können verschiedenste Einstellungen getätigt werden

 Aktuelle Rechenvorgänge werden angezeigt

Um die Datenbank hinsichtlich Ausreißer zu überprüfen sind in ProClim 4 Schritte notwendig:

1. Erstellung eines Metadatenfiles
2. Umwandlung in eine vorgegebene Struktur
3. Korrelationsberechnung
4. Outlierkorrektur auf Basis von Schwellenwerten, Outlierkorrektur auf Basis von Korrelation- und Distanzmaßen

Erstellen eines Metadaten-files

Für die Erstellung des Metadatenfiles, welches die Grundlage vieler Berechnungsprozesse darstellt, sind mehrere Teilschritte notwendig.

Create Info file

Menüpunkt: Get Info/ Create Infofile

Ausgangsdatei ist das exportierte .dbf IV Datenfile. Mittels Rechtsklick auf das Data file Feld (unter source file zu finden) kann dieses importiert werden (Open file). Unter Destination file sollte ein template file (Vorlagen) importiert werden (genauso wie vorher mit einem Rechtsklick und dann die Option load template aussuchen). Das Programm bestimmt aus dem Datenfile Beginn und Ende der Stationsaufzeichnungen und berechnet sich daraus die Beobachtungsdauer der jeweiligen Messstelle. Dieser Schritt ist unbedingt notwendig, da auf Basis dieser Datei weitere Berechnungen durchgeführt werden.

In einem weiteren Schritt können folgende Einstellungen nach Ermessen des Benutzers konfiguriert werden:

Without end missing option: Falls Fehlwerte am Beginn oder Ende des Beobachtungsintervalls eingetragen wurden, wird als Start- bzw. Enddatum dieses herangezogen, welches tatsächliche Werte (also keine Fehlwerte) beinhaltet. **(Diese Option wählen)**

Die Fehlwerte sollten mit -999.0 gekennzeichnet sein (siehe Settings, Registerkarte Values-Id Handlings)!!! Beim Exportieren aus der ZAMG-KLIMA Datenbank werden Fehlwerte als 9999 gekennzeichnet. Mit Rechtsklick auf das Datenfile unter View /Edit Table sollten deshalb folgende Einstellungen konfiguriert werden: Option Modi Stru (Modify Structure): Dezimalstellen adjustieren, und unter Edit2 /Replace alle 9999 Werte (falls wie bei der Temperatur durch 10 dividiert wurde, beträgt der wert 999.9) durch -999 ersetzen. Änderungen speichern nicht vergessen.



Delete whole missing year option: Löscht alle Zeilen eines Monats falls der gesamte Monat fehlt (Diese Option wählen)

Fill gaps with missval: Falls Datumssprünge vorhanden sind, werden fehlende Tage oder Monate mit Fehlwerten ausgefüllt. (Diese Option wählen)

Max miss option: Mit dieser Option kann die maximale Anzahl an Jahren, welche mit Fehlwerten ausgefüllt werden soll, angegeben werden. (Empfohlener Wert sind 5 Jahre). Für Tagesdaten: Falls 0 eingetragen wird, werden Lücken gefüllt die kürzer als 1 Jahr betragen, bei 1 kürzer als 2 Jahre, etc....

Output_filling info: Falls gewählt, werden im Output die Perioden, in denen Fehlwerte vorkommen, dargestellt. Durch die zusätzliche Ausgabe wird das Programm langsamer.

Snapshot to Info_file: falls diese Option selektiert ist, wird nach keinen Lücken gesucht, sondern nur Beginn, Ende sowie die letztendliche Beobachtungsdauer der Station festgehalten.

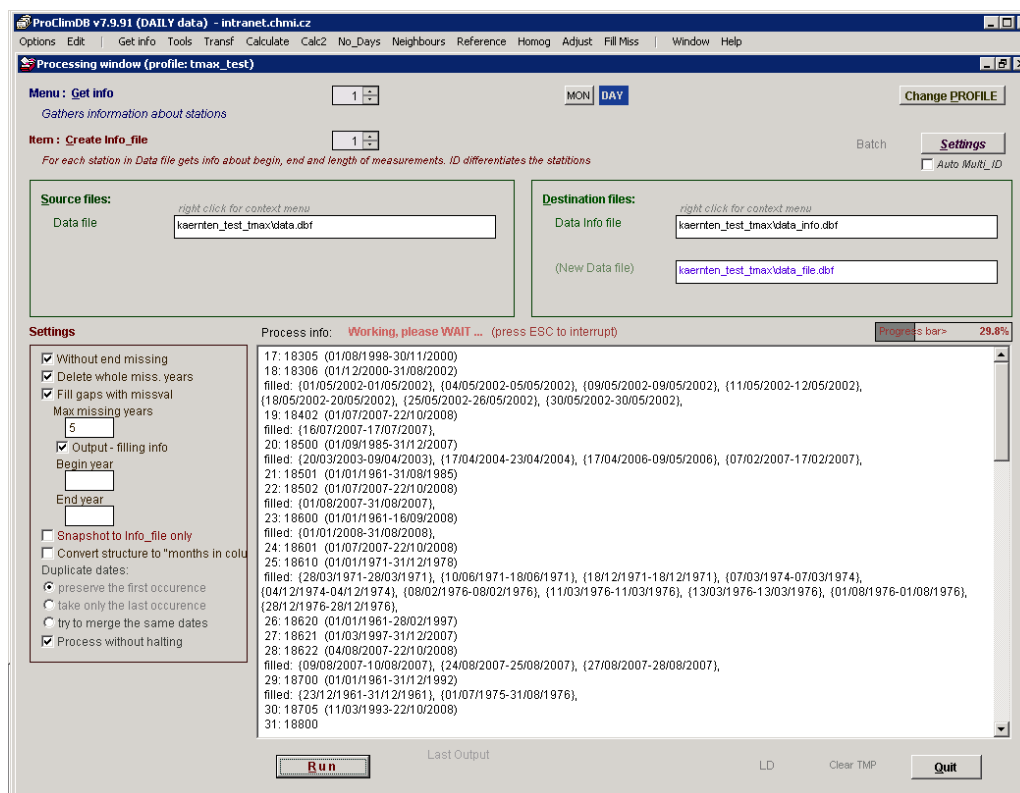


Abb. 3: Menü Get Info/Create Info file



Falls *Convert Structure to months in columns* angehackelt wird, werden falsche Beginn und Endzeitpunkte ins Datenfile geschrieben. Ist ein eventueller Fehler des Programmes, wahrscheinlich erfasst dieses das gesamte Jahr und schreibt dann als Anfangsdatum beispielsweise den 31.12.19xx ein. Das Enddatum wird korrekt festgehalten. Die Datenformatierung kann in einem späteren Schritt nachgeholt werden (siehe Kapitel Umwandlung des Datenfiles).

prozess without halting: (Diese Option wählen)

-> Durch die Betätigung der Schaltfläche RUN wird das Programm gestartet.

Berechnungsdauer: unter 5 min.

Template im jeweiligen Verzeichnis speichern (Rechtsklick, save as copy).

Data new table (das optional zur Verfügung stand) auch im selben Ordner abspeichern.

Um das Metadatenfile zu komplettieren, müssen Stationsinformationen wie geographische Länge, Breite, Höhe sowie optional Region den jeweiligen Stationsnummern zugeordnet werden. Diese Informationen wurden bereits aus der Datenbank exportiert und stehen unter E:/Jurkovic/Proclim/META1.dbf zur Verfügung.

Import Geography

Menüpunkt: Get Info/Import Geography

Als Source file das META1 file eingeben. Das Dest File ist das Output file von Get Info (vorheriger Schritt). Dabei werden die Spalten wo die Stationsnummer zugeordnet und übereinstimmen unter Compare definiert:

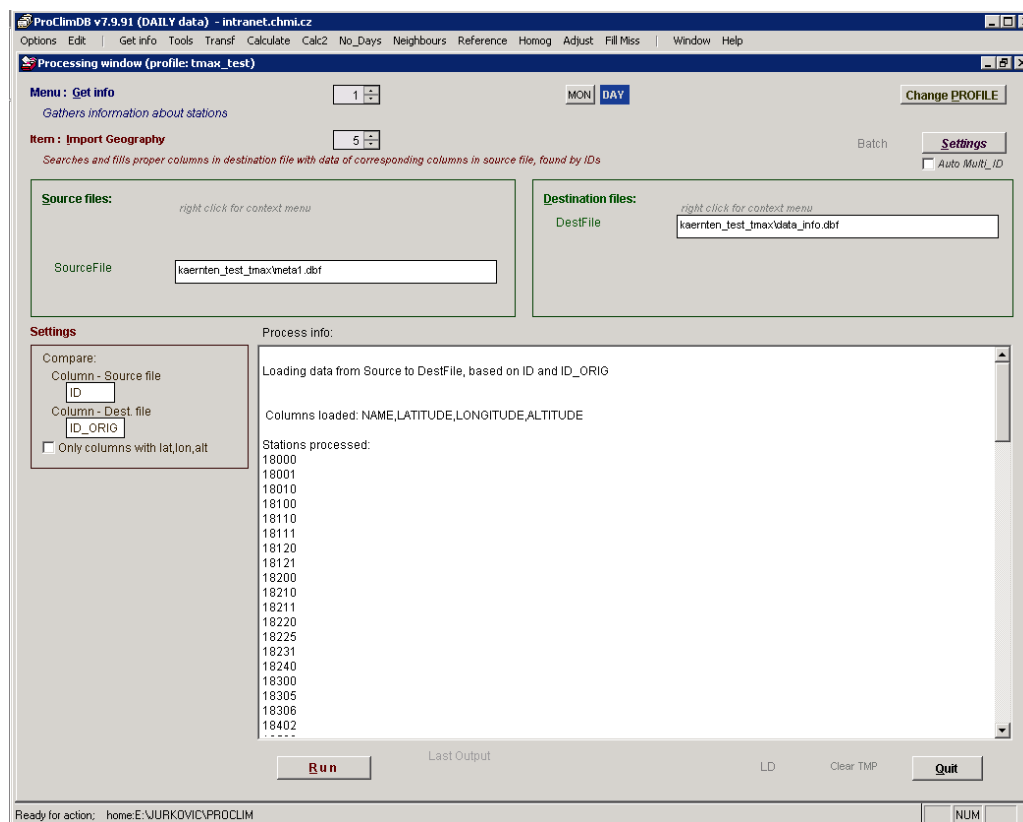


Abb. 4: Menü Get Info/Import Geography



Stationsweise können größere Lücken innerhalb des Datensatzes auftreten. Durch die Wahl des oberen Schwellenwertes (bspw. 5 missing years unter Menüpunkt Create Infofile) werden

Messstellen aufgesplittet und unter ID eine neue Stationsnummer, bspw.: 18000_1 und 18001_2 erstellt.



Unter Compare muss dann als Source file: ID und als Dest file ID_ORIG eingegeben werden. Ansonsten Informationen zuordnen.

Berechnungsdauer: max: 1 min.

Get min. Distances

Menüpunkt: Get Info/Get Min. Distances

Entfernungen zu der nächst- (output Spalte: dist_min) bzw. am weitgelegensten (output Spalte: dist_max) Station in der Umgebung (in km) sowie mittlere Entfernung (dist_mean) und Standardabweichung (dist_std) werden ausgegeben.

Not the same name option: Falls die ersten alphanummerischen Zeichen übereinstimmen, wird die minimale Distanz nicht berechnet, da das Programm es als selber Messstelle identifiziert.

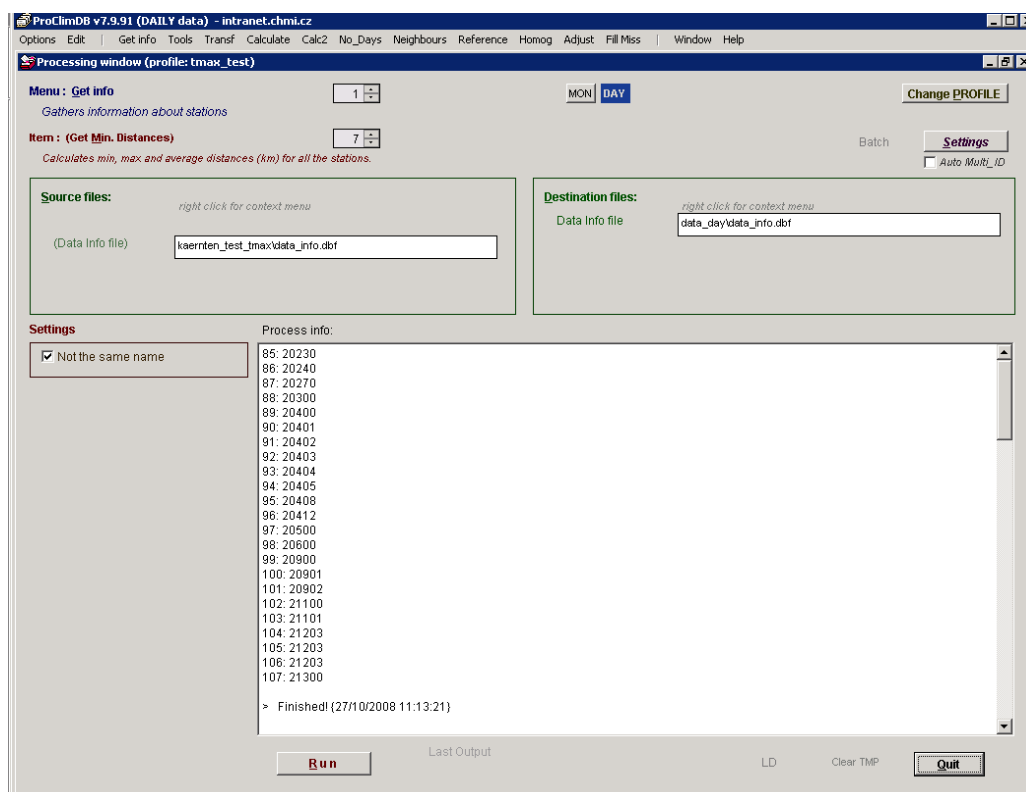


Abb. 5: Menü Get Info/Get Min. Distances

Berechnungsdauer: unter 1 min.

Distances

Menüpunkt: Get Info/Distances

Unter diesem Menüpunkt werden die Stationsdistanzen ermittelt.

Mit *Max distance* kann dabei die maximale Entfernung zu der Basis Station festgelegt werden (für die Temperatur bspw.: 100km).

Max. numbers of neighbours: Die maximale Anzahl an Nachbarstationen kann eingestellt werden.

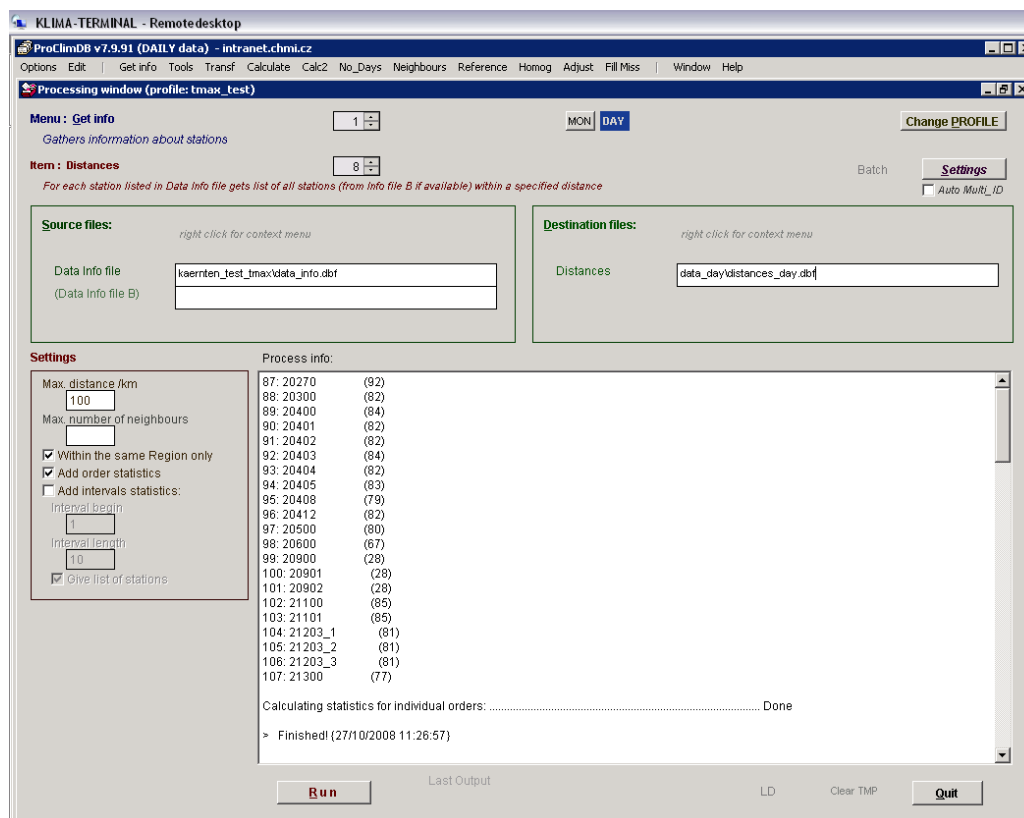


Abb. 6: Menü Get Info/Distances

Umwandlung des Datenfiles



Damit die Rechenzeit wesentlich verkürzt wird, sollten die Tagesdaten mit Hilfe der Cross Table umformatiert werden. Nun sind die Tagesdaten so angeordnet dass die Monate in den Spalten stehen.

Cross Table

Menüpunkt: Tools/ Cross Table

Distribute column, falls Month gewählt, dann wird nach der Spalte Month sortiert, wenn day gewählt wurde, dann stehen in den Spalten die Tage (also Spaltenanzahl=31). Falls der Spaltenname von value2 abweicht, kann dies ebenfalls unter dem Menüpunkt spezifiziert werden.

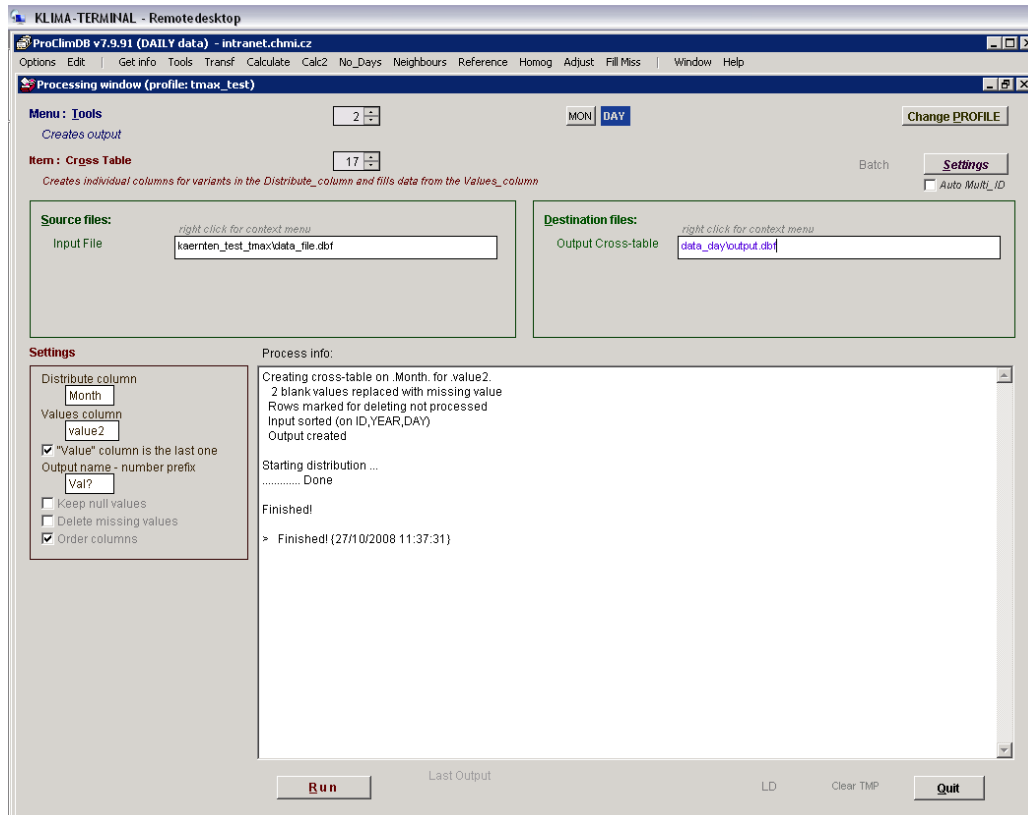


Abb. 7: Menü Tools/Cross Table

Berechnungsdauer: ca. 1min.

Korrelationsberechnungen

Correlations

Menüpunkt: Calculate/ Correlations

Berechnet die Korrelationskoeffizienten zwischen den Stationen im Infofile. Das Datenfile ist die transformierte (Monate in Spalten) .dbf Datei. Optional kann das Dateninfofile eingespielt werden. Das Outputfile (Correlations) sollte als template heruntergeladen werden (rechtsklick auf Eingabefenster und Load template wählen).

Option Exclude 0-0 Cases: sollte nur bei Elementen wie Niederschlag oder Neuschnee gewählt werden, da hierbei die Fälle in denen an beiden Stationen 0 Werte vorkommen nicht in die Korrelationsrechnung einbezogen werden.

Option Vals. Transformation: Falls bei einem Element keine Normalverteilung vorliegt (der K&S Test liefern keine NV zurück), wie beispielsweise beim Niederschlag das der Fall ist, werden diese Werte transformiert und auf Basis derer eine Korrelation berechnet.



Die Normalverteilung ist eine wichtige Voraussetzung für die Korrelationsrechnung.

Option Series of first Differences: Insbesondere für Zeitreihen, in denen Inhomogenitäten noch nicht beseitigt wurden, eignet sich diese Funktion. **(Diese Option wählen)**

Minimum length/Years: minimum Anzahl an Jahren bei denen eine Korrelation berechnet wird. Üblicherweise 1 Jahr.

Months individually: Ist diese Option gewählt, werden für jeden Monat die Korrelationskoeffizienten bestimmt. Die K13 Spalte stellt den Mittelwert aller Korrelationswerte dar. Ansonsten ist die Korrelation für alle Monate in der Spalte ALL_MONTHS des Outputfiles aufgelistet. **(Diese Option wählen)**



K13 und ALL_MONTHS Korrelationswerte unterscheiden sich voneinander.

Filter for ID1: vom Benutzer können Stationen ausgewählt werden. (Option nicht gebraucht)

Within the same region only: Falls im Infofile Regionunterteilungen vorliegen, kann die Korrelationsrechnung gebietsweise erfolgen.

Limit distance: Die Korrelationsberechnung erfolgt nur an Stationen innerhalb dieser Distanz (Grenzwerte). Wert bei Temperatur: 100km.

Man kann zwischen verschiedenen Berechnungen des Korrelationskoeffizienten wählen: Bei einer Normalverteilung der Datensätze ist der Pearson Korrelationskoeffizient zu wählen. Man kann sich auch die t-Test Ergebnisse und p-Ergebnisse ausgeben lassen.



Der Korrelationskoeffizient liegt zwischen -1 und 1, beträgt er 1 ist er absolut positiv korreliert, d.h.: die Datensätze stimmen gut miteinander überein. Je näher er sich dem 0 Wert annähert desto schlechter passen die Datensätze überein. Bei -1 sind sie indirekt (negativ) korreliert.

Besteht die Annahme dass es sich um keinen normalverteilten Datensatz handelt, sollte man den Spearman- Korrelationskoeffizienten berechnen.



Der Spearman Korrelationstest ist ein Rangtest, welcher keine Normalverteilung als Voraussetzung braucht, trotzdem eine Datenunabhängigkeit!

Option Run K&S Test: Diese Option sollte gewählt werden um eine Aussagen über eine eventuelle Normalverteilung der Zeitreihen zu erhalten.



Der Kolmogorov-Smirnov Anpassungstest ist ein statistischer Test und erfasst Unterschiede der Verteilungsform aller Art: Insbesondere Unterschiede der zentralen Tendenz (Mittelwert, Median), der Streuung, der Schiefe und des Exzesses, d.h.: Unterschiede der Verteilungsfunktion (Sachs, 1974). Einerseits kann er zwei Stichproben auf Unterschiede testen. In diesem Falle prüft er die Normalverteilung der gegebenen Datensätze. Der K&S Test ist im Gegensatz zum χ^2 Test auch für kleinere Stichproben geeignet. Der Kolmogorov-Smirnov-Test ist als nichtparametrischer Test sehr stabil und unanfällig. Ein großer Vorteil besteht darin, dass die zugrundeliegende Zufallsvariable keiner Normalverteilung folgen muss. Die Verteilung der Prüfgröße ist für alle Verteilungen identisch. Dies macht den Test vielseitig einsetzbar, bedingt aber auch seinen Nachteil, denn der KS-Test ist nicht sehr genau (Wikipedia).

Achtung: Damit das Programm die Distanzen berücksichtigen kann, muss das Data Info file eingespielt werden.



Beim Element Niederschlag kann man entweder die Funktion Exclude 0-0 Cases und die Spearman Rang Koeffizienten berechnen, oder Vals. Transformations (precip.) (dabei ist die Transformation in den Settings zu setzen) und den Pearson Korrelationskoeffizienten berechnen. Andere Möglichkeit: Bei den Settings Low limit 1 setzen.

Berechnungsdauer: Kommt auf den Umfang an, für 98 Stationen ca. eine halbe Stunde.

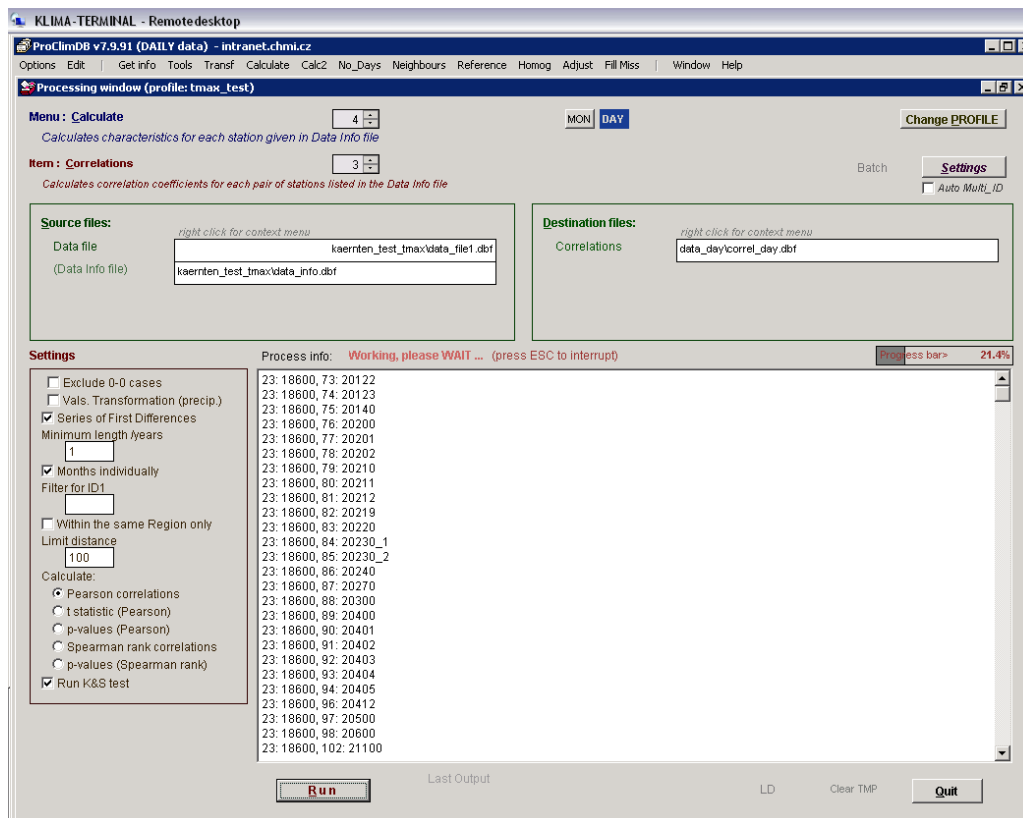


Abb. 8: Menü Calculate/Correlations

Detektierung von Outliern:

In einem ersten Schritt kann die sogenannte „einfache Outlier Prüfung“ unter dem Menüpunkt Calculate/ Find Outliers and Extremes durchgeführt werden (diese Methode ist der Vorgänger von den Outlierdetektionen, welche auf Basis von Korrelationen und Distanzmaßen von Nachbarstationen durchgeführt werden). Diese Prüfung berücksichtigt keine Nachbarstationen und liefert unplausible Werte (außerhalb des gesetzten Grenzwertbereiches) an der Messstelle wieder. Die Schwellwerte werden dabei vom Benutzer selbst gesetzt. Weit ergiebiger und effizienter ist die Outlierprüfung auf Basis von Distanzen bzw. Korrelationskoeffizienten. Primär sollte die beiden letztgenannten Methoden herangezogen werden, da hierbei die Messwerte der Nachbarstationen einfließen und daraus statistische Maßzahlen berechnet werden.

Auf Basis von angegebenen Schwellwerten

Menüpunkt: Calculate/Find Outlier and Extremes

Mit diesem Menüpunkt werden Ausreißer mit Hilfe von Schwell- oder Grenzwerten aufgelistet. Für jeden Monat wird diese Berechnung separat durchgeführt. Dabei werden folgende Formeln als Berechnungsgrundlage der Koeffizienten herangezogen:



$q0.25 - \text{coef} * (q0.75 - q0.25)$ als Unter- bzw. $q0.25 + \text{coef} * (q0.75 - q0.25)$ als Obergrenze. Mit $q0.25$ als unterstes 0.25 Quantil und $q0.75$ als oberstes 0.75 Quantil.

Normalerweise setzt man für Outlier den Koeffizienten 1.5 und für Extremwerte 3. Die besten Ergebnisse wurden mit den Einstellungen: Limit Outliers: 1.5 und Limit Extremes: 2 erzielt.

Months individually sollte gewählt werden, um für jeden einzelnen Monat den Koeffizienten zu berechnen. Die als Ausreißer klassifizierten Daten werden im Output_file ausgegeben. Durch Einsetzen des 0.25 bzw. 0.75 Quantiles (unter Calculate-Basic Statistic) und des Koeffizienten in die Formel können Expected values berechnet werden. **(Diese Option wählen)**

Durch die Wahl des outlier.dbf files mittels Rechtsklick und View/edit table kann mit der Funktion Excel die Ausgabe im Excel erfolgen und im Weiteren bearbeitet werden.

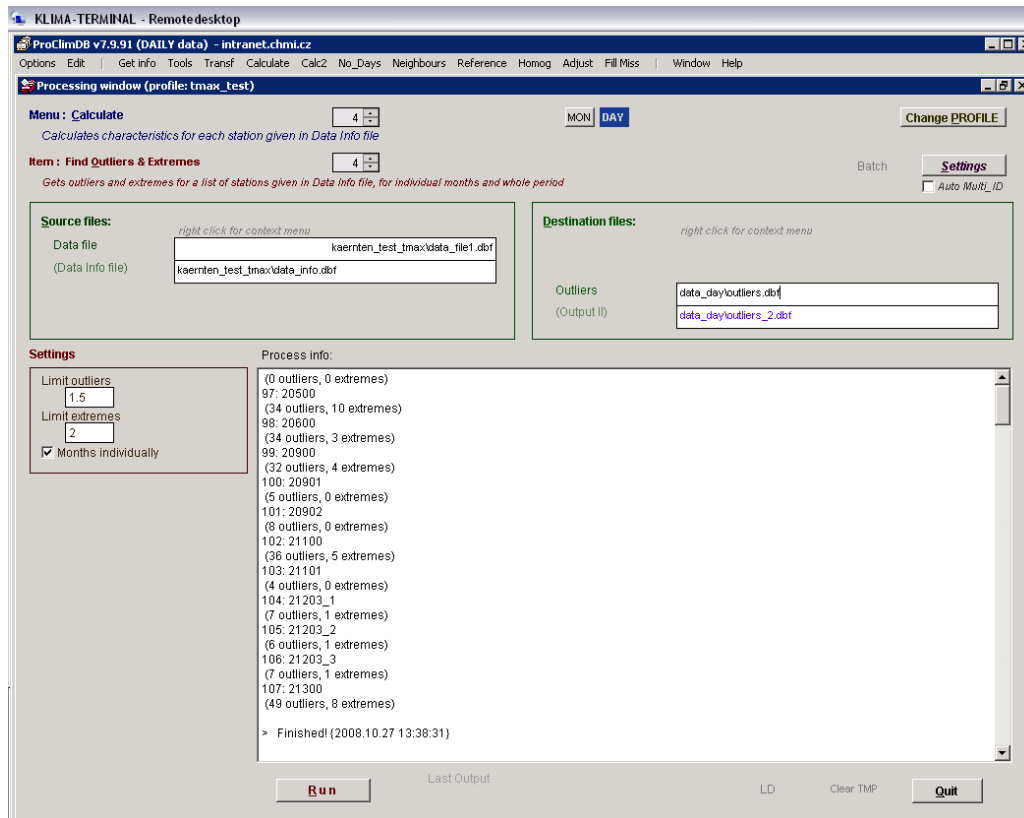


Abb. 9: Menü Calculate/Find Outliers and Extremes

Berechnungsdauer: wenige Minuten

Auf Basis von Korrelationskoeffizienten

Menüpunkt: Neighbours/Compare-using Correlations



Create Info file only: Ist diese Option gewählt wird nur das Info File kreiert, das optionale Output-Neighbours-file wird nicht erstellt. Ist dieses Kästchen nicht aktiviert kann eine Fehlerwarnung erscheinen und das Programm wird abgebrochen. Data file das optional eingespielt werden kann liefert Fehlercode!!! Keine Differenzenbildung wird getätigt! Problem mittels UPDATE gelöst. **(Diese Option wählen)**

Number of Stations: Anzahl der Stationen, welche herangezogen werden (Input:5: dabei werden dann die 5 bestkorreliertesten Stationen gewählt).

Limit of correlations: Eingabe des oberersten Grenzwertes des Korrelationskoeffizienten. Die Temperatur ist sehr stark positiv korreliert, hierbei genügt eine Eingabe von 0.95. Nach einem Strichpunkt kann man weiters die maximale Distanz eingeben. Negative Zahlen, z.B.: -500 berücksichtigen nur Stationen über (hier 500m) diesen Werten. Bei einem Input von 0 werden alle Nachbarstationen (natürlich unter der Voraussetzung dass sie den Grenzwert des Korrelationskoeffizienten nicht unterschreiten) berücksichtigt.

Maximum alltitude difference: Bei dieser Option kann ein Grenzwert für die Höhendifferenz eingetragen werden.

Refer begin/End begin: Hier kann eine bestimmte Periode bestimmt werden, in der festgestellt wird, welche Nachbarstationen am besten geeignet sind.

Years per part: Hier wird die Anzahl der Jahre angegeben nach dem die Station unterteilt wird. Misst eine Station beispielsweise von 1935 bis 2008, werden dann folgende Unterteilungen (bei Eingabe =20) getätigt: 1935-1954, 1955-1974 etc., dadurch können bei der Wahl von der Option Common Period leichter passende Nachbarstationen gefunden werden.

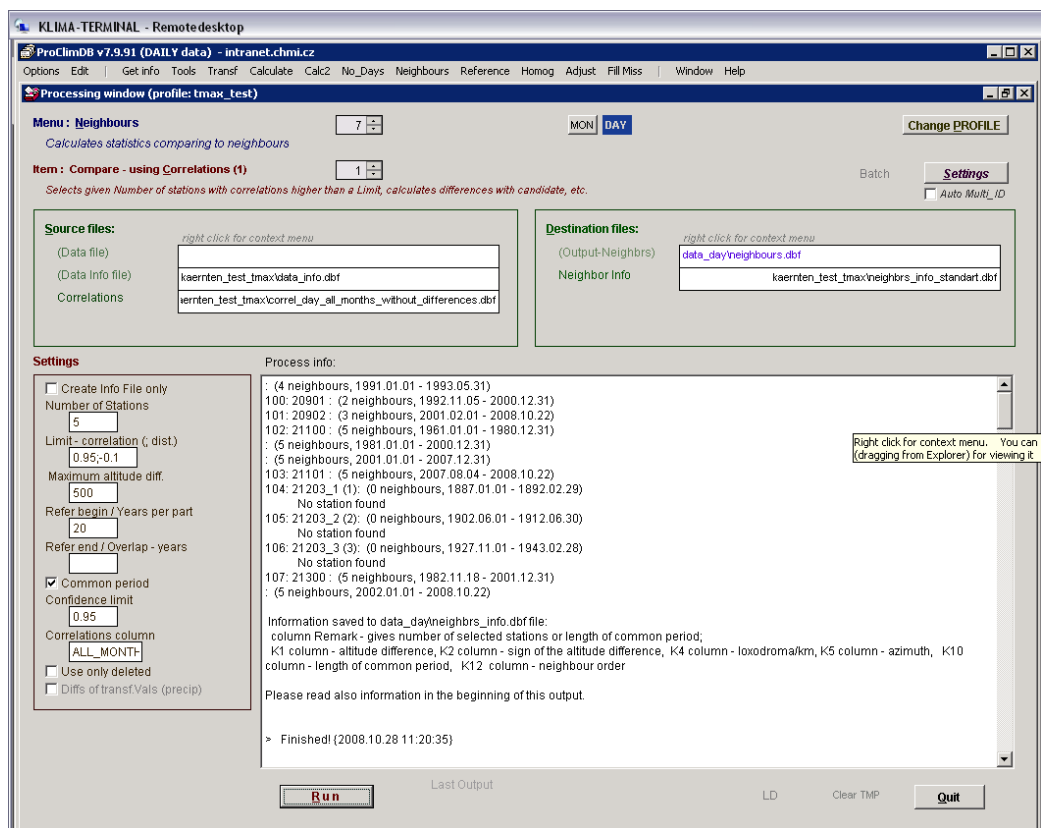


Abb. 10: Menü Neighbours/Compare-using Correlations

Overlap years: Nummer an Jahren, die sich überschneiden dürfen. (Empfohlen: kein Eintrag).

Common period: Nur Stationen, welche in derselben Periode gemessen haben, werden ausgewählt. Falls kürzer gemessen wurde, wird diese verworfen. (Empfohlen: common period wählen)

Confidence limit: Bei der Standardisierung, die nur durchgeführt wird, falls die Option Create Info file only nicht gewählt wurde, werden Fälle die sich außerhalb dieses Vertrauensbereiches befinden in die Spalte Exc_count file des output-neighbours files vermerkt.

Correlation column: Hier muss die Spalte angegeben werden, in denen die Koeffizienten der Korrelation des inputfiles aufgelistet sind, also ALL_MONTHS oder K13.

Use only deleted: (Diese Option nicht wählen)

Diff of trans Values (prec): Bei Niederschlag oder Neuschnee werden transformierte Datensätze behandelt.

Nach dieser Berechnung wird der folgende Menüpunkt aufgerufen:

Menüpunkt: Neighbours/Compare-UserDefined(2)-Quality Control erstellt das Outputfile mit allen detektierten Outliern und den dazugehörigen expected values.

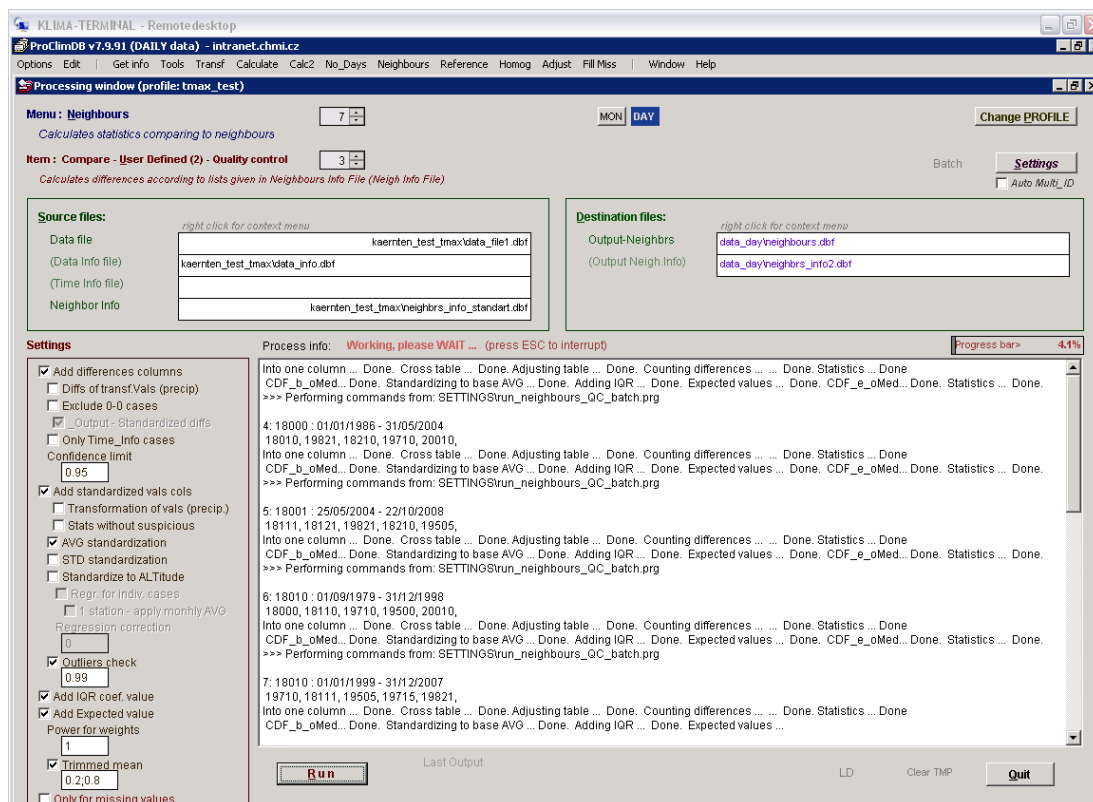


Abb. 11: Menü Neighbours/Compare-User Defined(2)-Quality Control-AVG Standartisierung

Add differences columns: Fügt eine Spalte mit den Differenzenwerten hinzu.

Diff of transf.Values: siehe obiger Menüpunkt

Exclude 0-0 cases: siehe obiger Menüpunkt

Only time_Info cases: Diese Option steht für subtägliche Datensätze zur Verfügung. Beispielsweise Messungen um 07,17,21 Uhr.

Confidence limit: siehe obige Beschreibung

Add standardized vals cols: Fügt Spalten mit den standardisierten Werten der Nachbarstationen hinzu (entweder auf Basis von Mittelwerten und Standardabweichungen oder auf Regressionsbasis (Höhe)).

Die Standardisierung der Differenzen erfolgt mittels: $((diff - diff_AVG) / diff_STD)$

Transformation of values: siehe obige Menüpunkte

Stats without suspicious: Berechnet Differenzwerte nachdem suspekte Werte nicht in der Berechnung berücksichtigt wurden. (Option wählen).

AVG standartisation: Standartisiert für jeden einzelnen Monat der Nachbarstationen auf die Mittelwerte der Ausgangsstation.

STD standartisation: Standartisiert für jeden einzelnen Monat der Nachbarstationen auf die Standardabweichung der Ausgangsstation.

Standartize to ALTitude: Unter Berücksichtigung der Stationshöhe werden auf Basis von einer linearen Regression Werte der Nachbarstationen der Ausgangsstation zugeordnet (standardisiert). **(Diese Option wählen, siehe Abb. 12)**

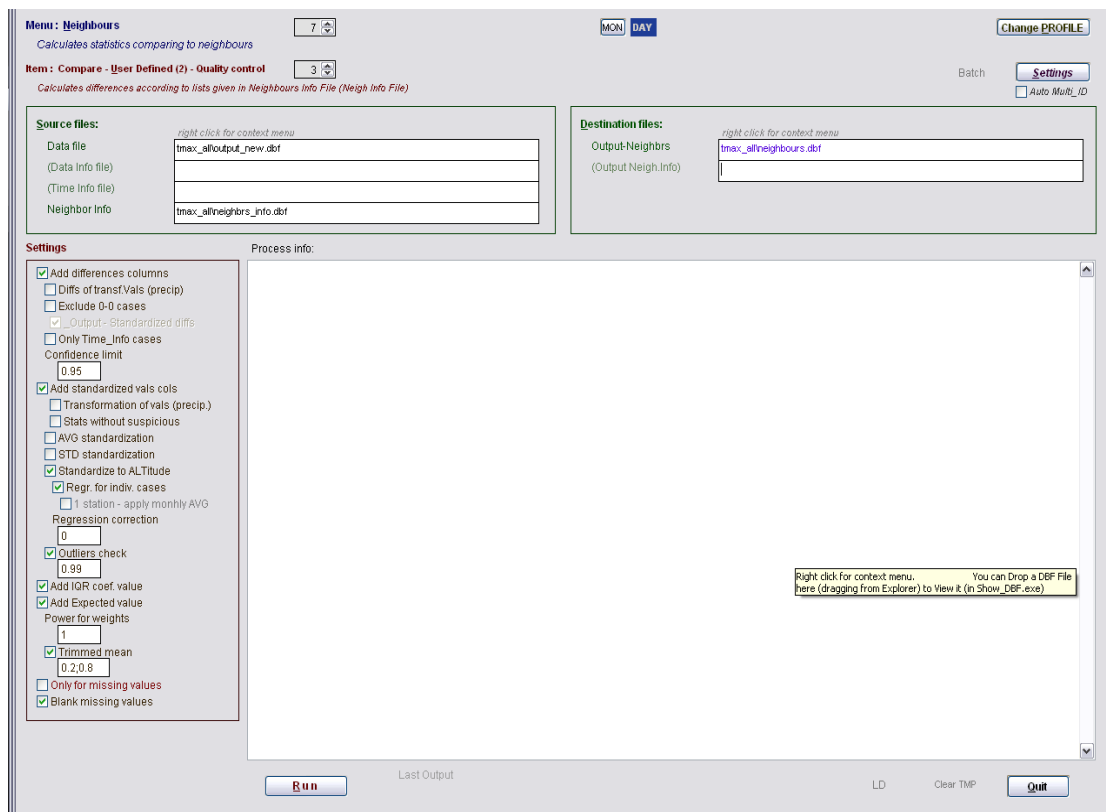


Abb. 12: Menü Neighbours/Compare-User Defined(2)-Quality Control auf Regressionsbasis

Diese Methode funktioniert nur unter der Voraussetzung, dass das Eingangsdatenfile eine bestimmte Struktur aufweist (Spaltenbreite). Diese kann unter dem Menüpunkt Tools/Adjust Table Structure gesetzt werden (vgl. Abb. 13).

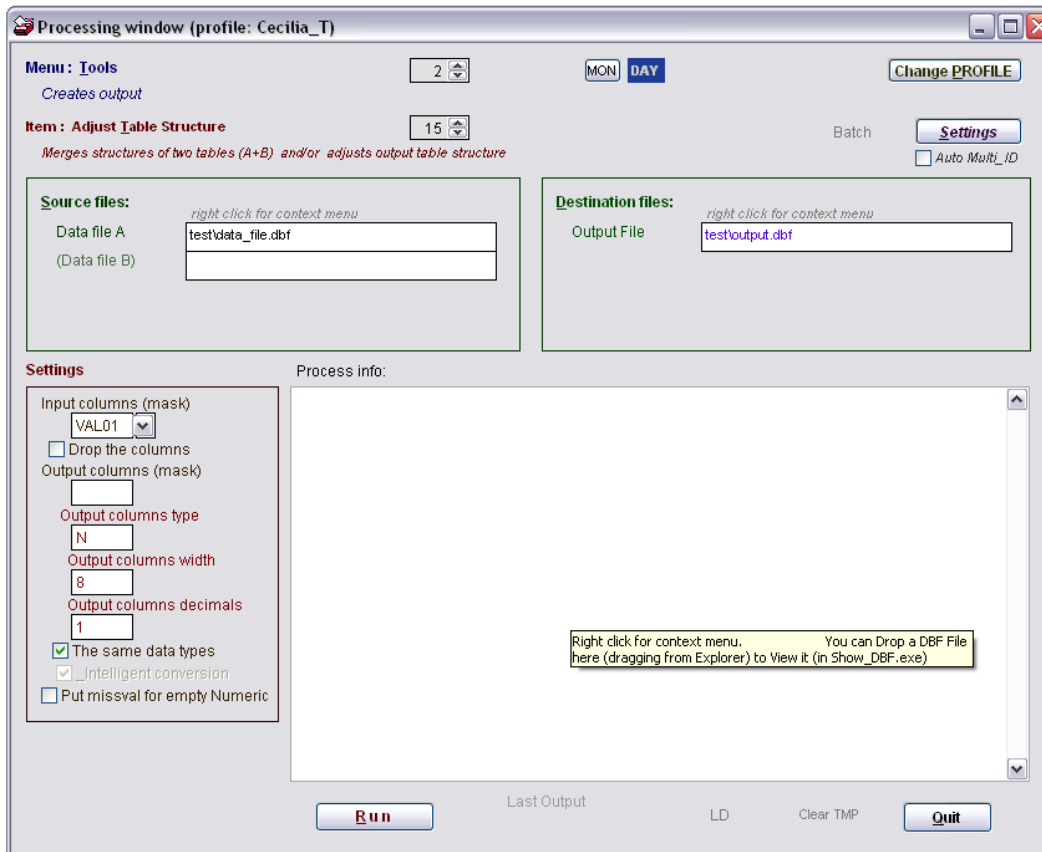


Abb. 13: Menü Tools/Adjust Table Structure

Auf Basis von Distanzen

Menüpunkt: Neighbours/Compare using Distances

Als source file ist hier das data_info file zu wählen, wo die Entfernung zu jeweils nächsten Station aufgezeichnet ist. Dabei können folgende Einstellungen konfiguriert werden:

Create Info file only: Bei Auswahl dieser Option wird nur das Neighbour Info file generiert

Number of Stations: maximale Anzahl der Stationen auf Basis welcher die Berechnungen durchgeführt werden (empfohlener Wert: 5 bis maximal 10 Stationen)

Limit/Distances: Je nach Element: 50 bis 100km

Maximum alltitude differences: variabel, je nach Element: 300 bis 700m Höhenunterschiede zugelassen

Refer begin/End begin: Hier kann eine bestimmte Periode bestimmt werden, in der festgestellt wird, welche Nachbarstationen am besten geeignet sind.

Years per part: Hier wird die Anzahl der Jahre angegeben nach dem die Station unterteilt wird. Misst eine Station beispielsweise von 1935 bis 2008, werden dann folgende Unterteilungen (bei Eingabe =20) getätigt: 1935-1954, 1955-1974 etc., dadurch können bei der Wahl von der Option Common Period leichter passende Nachbarstationen gefunden werden.

Overlap years: Nummer an Jahren, die sich überschneiden dürfen. (Empfohlen: kein Eintrag).

Common period: Nur Stationen, welche in derselben Periode gemessen haben, werden ausgewählt. Falls kürzer gemessen wurde, wird diese verworfen. (Empfohlen: common period wählen)

Confidence limit: Standarteinstellung 0.95

Use only deleted: Für die Vervollständigung von missing intervalls

Mit dieser Methode werden weniger Outlier detektiert, da durchschnittlich weniger passende Stationen gefunden werden. Im Folgenden dann wieder unter dem Menüpunkt: Neighbours/Compare-UserDefined(2)-Quality Control als Neighbor Info file das output file von Menüpunkt Neighbours/Compare using Distances wählen und Einstellungen wie unter vorherigen Punkt (auf Basis von Korrelationskoeffizienten) tätigen.

Legendensymbole



Statistische Feinheiten: detailliertere Erläuterungen im Bezug auf die hier verwendeten statistischen Methoden



Technische Anmerkung: informatives Hintergrundwissen, welches dem Leser möglicherweise interessieren könnte



Achtung: Hinweise die vom Benutzer beachten werden sollten, da ansonsten, durch falsches Handeln, beachtlicher Fehler verursacht werden können

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Import von Werten aus der Datenbank.....	37
Abb. 2: Struktur von ProClim.....	38
Abb. 3: Menü Get Info/Create Info file	40
Abb. 4: Menü Get Info/Import Geography.....	41
Abb. 5: Menü Get Info/Get Min. Distances.....	42
Abb. 6: Menü Get Info/Distances.....	43
Abb. 7: Menü Tools/Cross Table	44
Abb. 8: Menü Calculate/Correlations.....	46
Abb. 9: Menü Calculate/Find Outliers and Extremes.....	48
Abb. 10: Menü Neighbours/Compare-using Correlations.....	49
Abb. 11: Menü Neighbours/Compare-User Defined(2)-Quality Control-AVG Standardisierung	50
Abb. 12: Menü Neighbours/Compare-User Defined(2)-Quality Control auf Regressionsbasis	51
Abb. 13: Menü Tools/Adjust Table Structure.....	52

Literaturverzeichnis

Sachs, L. (1974). *Angewandte Statistik*. Springer-Verlag.

Stepanek, P. *Dokumentation for ProClimDB Software*.

Wikipedia. (kein Datum). Von <http://www.wikipedia.de> abgerufen

RESULTS OF THE COMPARISON OF TWO OUTLIER DETECTION METHODS:

SPARTIAL INTERPOLATION VIA ARCVIEW VS. PROCLIM:

Description of the tested dataset: Monthly data of sunshine stations from the HISTALP Database (for more detailed information see <http://www.zamg.ac.at/histalp/>) for the period 1895 to 2008

1. SPARTIAL INTERPOLATION:

The interpolation method is based on inverse distance weighted interpolation and was programmed by Roland Potzmann (Calculation and Illustration with ArcView GIS 3.3). At the ZAMG Vienna it was used for outlier detection of the HISTALP Database, in particular the elements temperature, precipitation, pressure and sunshine were tested.

Over an easy in handling self-created tool box the operator can select element and version (ori, hom and relativ), see Fig.1.

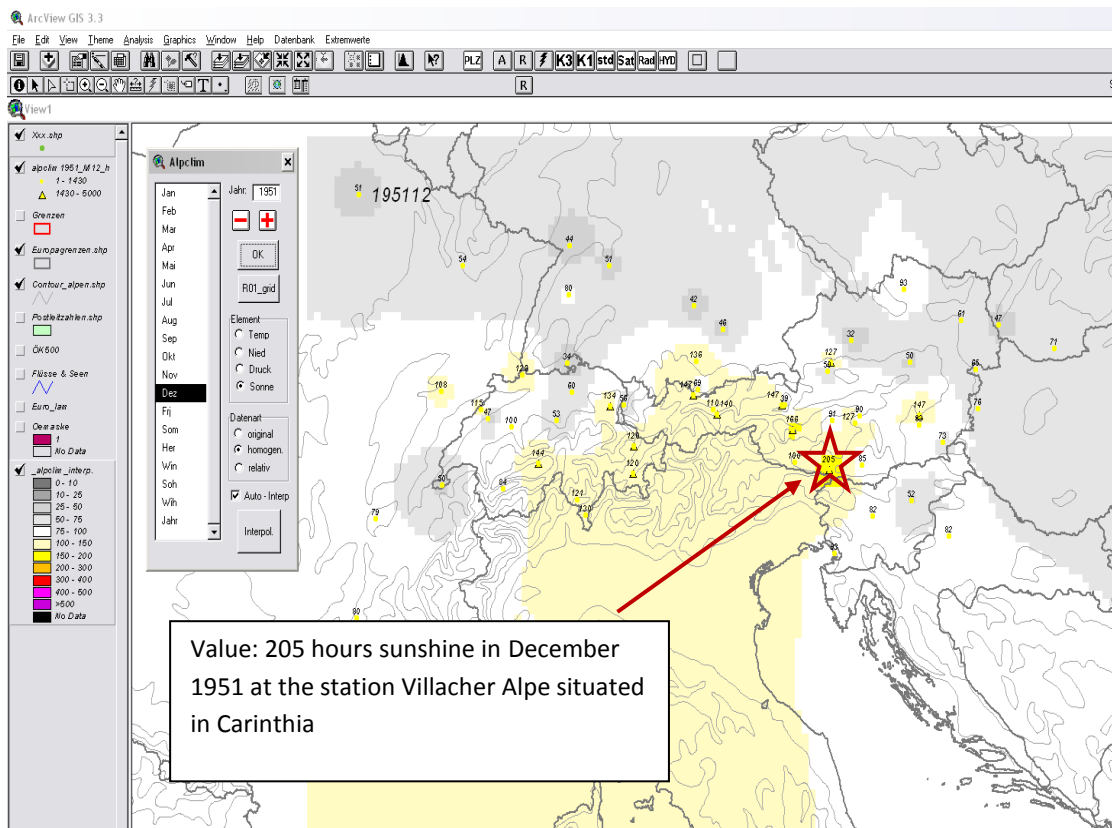


Fig.1: user interface of method 1

Duration of quality control (element sunshine): 2 weeks work (40 hours per week), conducted by a trainee.

Labor costs: 400€

Detected outliers: 203

Pro: easy handling software, visualizing of outlier

Contra: very time consuming, no output of expected values

2. PROCLIM:

A statistical tool created by Petr Stepanek. On the basis of correlations, standardized differences and regressions data quality control is performed.

In a first step correlations between the neighborhood stations were calculated. In this process the limit distance were set at 100km. Because of the Gaussian distribution of the dataset (tested with K&S Test) the Pearson correlation coefficient was calculated. Quality was tested on basis of correlation and comparison with surrounded stations.

Settings in menu Neighbors/Compare –User Defined/Quality Control

max number of considered station for calculation: 5

limit of correlation coefficient: 0.8,

max altitude difference: 500m,

power of weights: 1.

Duration of quality control (element sunshine):1 hour active work (adjustment-, export- and convert steps), conducted by a young scientific researcher,
computing time: approximately 2 hours, total: 3 hours

Labor costs: 50€

Detected outliers: 145

Pro: low expenses, fast calculation and output of expected values

Contra: no visualization, no easy handling (to work with ProClim the person has to be well-trained with the program)

3. CONCLUSION:

Simply 17outliers (8.3% of the detected outliers by spartial interpolation) were in accordance to the outliers located by ProClim.

Fig. 1 demonstrates an outlier detected by both methods.

Original value: **205**

Expected value (Method1, spartial interpolation, set by a member of the research staff): **158**

Expected value (Method2, ProClim, automatically calculated): **100**

Because of the fact, that VIA is high situated station and thus better correlated with mountain stations in the neighborhood than with plain stations in adjacencies, the expected value of the first method fits better. The program ProClim calculated the expected value on basis of the next (limit distance 100km) five best correlated stations, that in this case were plain stations, and thus yields a too low result. Here the expertise and experience of the person that does the quality control plays an important role and influences the output of the expected value immensely.

By reasons of subjectivity of the quality tester and primary aim to create a first quality controlled dataset for Austria, with the spatial interpolation method more outlier especially for the Austrian region were found. ProClim works more objectively but get as output a fewer number of outliers; this could be improved with the reconfiguration of the settings.

Bilaterales Treffen der Wetterdienste ZAMG – CHMI in Brno (11. und 12.11.2009)

Schwerpunkte: Datenprüfung und Sicherung; Klimamodellierung

Teilnehmer:

ZAMG:

Ivonne Anders (Abteilung Klimaforschung –Modellierung)

Silke Adler (Abteilung Datenprüfung – Prüfsysteme)

Anita Jurkovic (Abteilung Datenprüfung- Prüfung offline Daten)

CHMI:

Petr Stepanek (Regionalstelle Brno - Abteilung Datenprüfung /Datenqualitätskontrolle)

Petr Skalak (Regionalstelle Praha – Datenprüfung und Modellierung)

Ales Farda (Regionalstelle Praha – Modellierung)

Ziel dieses Workshops war der Austausch von Erfahrungen im Bereich der Datenprüfung und Klimamodellierung (State of Science).

Am ersten Tag präsentierten Silke Adler und Anita Jurkovic das, im operationellen Dienst verwendete, Prüfprogramm QualiMet und gewährten einen Überblick über die derzeitig von der WMO unterstützten Datenmanagementsoftwaresysteme (CLICOM,CLIDATA,...). Weiters wurde die Anwendung des von Petr Stepanek entwickelten Prüfprogramm ProClimDB auf die ZAMG Datensätze diskutiert. Hierbei lag der Fokus auf der Implementierung von weiteren Prüfformeln und Algorithmen, welche die Qualitätsprüfung wesentlich vereinfachen, verbessern und schlussendlich weniger Fehlermeldungen generieren sollten. Die Umsetzung dieser Ideen wird im Laufe der nächsten Wochen von Petr Stepanek durchgeführt werden.

Beim CHMI erfolgt, aufgrund der langen Berechnungsdauer von ProClim DB, die Prüfung der online-Daten im operationellen Dienst mit der Prüfsoftware CLIDATA. Erst im Nachhinein werden diese im Bedarfsfall (für Kunden, statistische Auswertungen, historische langjährige Datensätze) mit ProClimDB einer weiteren Kontrolle unterzogen. Niederschlagskorrekturen erfolgen in ARCGis über eine Verschneidung von Radardaten (COMPOSIT von den 2 betriebenen Radarstationen) und gemessenen Niederschlagsmengen von 585 Stationen (welche noch zum größten Teil manuell aufgezeichnet werden, Dezimierung und Umstieg auf automatische Messstellen soll in den nächsten Jahren erfolgen und im Zuge dessen auch das Mittelungsintervall von 15min auf 10min herabgesetzt werden).

Auf Anfrage des CHMI wurden, diverse, an unserem Institut verwendete Algorithmen, wie die Berechnung der Globalstrahlung mittels Angstrom Formel, expliziert.

Darüber hinaus erhielten wir Einblick in die Struktur und den Organisationsaufbau des CHMI. Das Institut ist in die Fachbereiche Meteorologie und Klimatologie, Hydrologie, Air Quality Control, IT und Verwaltung an 7 Regionalstellen (mit zirka 800 Mitarbeitern) untergliedert.

Der zweite Tag des Workshops war der Klimamodellierung gewidmet. Die Kollegen des CHMI stellten detailliert ihr Modell (ALADIN-CLIMATE/CZ) vor. Dabei wurde besonders auf das EU-geförderte Projekt CECILIA (www.cecilia-eu.org) eingegangen. Innerhalb dieses Projektes wurden mit ALADIN-CLIMATE/CZ Klimasimulation für die Vergangenheit und Zukunft in 10km durchgeführt. Das Simulationsgebiet deckt dabei Tschechien, Österreich und Rumänien ab.

Auch wir stellten unser Modell und die geplanten Simulationen im nationalen Projekt reclip:century vor. In diesem Projekt deckt das Simulationsgebiet neben Österreich und dem Alpenraum auch die gesamte Landesfläche von Tschechien ab.

Damit stehen für Österreich neben den eigenen Simulationen weitere Szenarien mit einem anderen Modell zur Verfügung. Dasselbe gilt wiederum für Tschechien. Ein Austausch mit den Tschechischen Kollegen bzgl. Szenarien und auch bei der Modellevaluierung sind nach Abschluss des Projektes reclip:century geplant.

Mittelwerte 1971-2000 der relativen Sonnenscheindauer

NAME	LAT /°	LON /°	ALT /masl	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
NEUSIEDL AM SEE	47,9425	16,8578	135	0,2632	0,3966	0,4282	0,5098	0,5601	0,5459	0,5777	0,6146	0,5277	0,4683	0,2825	0,2404
HOHENAU-MARCH	48,6170	16,9027	155	0,2223	0,3455	0,4284	0,4910	0,5370	0,5225	0,5376	0,5765	0,4979	0,4520	0,2328	0,1917
EISENSTADT	47,8542	16,5386	184	0,2674	0,3792	0,4013	0,4838	0,5576	0,5232	0,5684	0,5850	0,4919	0,4350	0,2802	0,2331
MURSKA SOBOTA - RAKIČAN	46,6525	16,1961	188	0,2800	0,4013	0,4381	0,4835	0,5490	0,5490	0,6139	0,6240	0,5475	0,4404	0,3015	0,2533
WIEN-HOHE WARTE	48,2500	16,3578	198	0,2457	0,3375	0,3808	0,4488	0,5077	0,4860	0,5206	0,5617	0,4625	0,4170	0,2531	0,2205
POYSDORF	48,6692	16,6378	202	0,2438	0,3563	0,4163	0,4910	0,5500	0,4979	0,5374	0,5737	0,4893	0,4454	0,2443	0,2063
RADENCI	46,6422	16,0536	203	0,2786	0,3959	0,4341	0,4667	0,5293	0,5346	0,5864	0,6100	0,5435	0,4318	0,3031	0,2455
CELJE	46,2447	15,2525	244	0,2686	0,3709	0,3976	0,4375	0,5054	0,4977	0,5831	0,5813	0,5072	0,4058	0,3027	0,2477
BADEN	48,0111	16,2519	249	0,2634	0,3558	0,3857	0,4635	0,5164	0,5062	0,5300	0,5771	0,4904	0,4092	0,2732	0,2362
RETZ	48,7572	15,9392	256	0,2449	0,3561	0,4064	0,4882	0,5342	0,5054	0,5249	0,5885	0,4862	0,4116	0,2568	0,2176
AMSTETTEN	48,1081	14,8986	265	0,1924	0,3188	0,3723	0,4129	0,4937	0,4429	0,4867	0,5368	0,4496	0,3589	0,1991	0,1717
LEIBNITZ	46,7792	15,5483	271	0,2454	0,3526	0,3687	0,3480	0,3605	0,3392	0,3980	0,4393	0,4353	0,3983	0,2966	0,1867
ST.POELTEN	48,2000	15,6167	272	0,2506	0,3459	0,4042	0,4465	0,5080	0,4879	0,5133	0,5572	0,4813	0,4087	0,2465	0,2209
MARIBOR - TABOR	46,5390	15,6450	275	0,3339	0,4408	0,4420	0,4664	0,5312	0,5408	0,6029	0,6207	0,5550	0,4750	0,3654	0,3176
WR.NEUSTADT	47,8403	16,2214	285	0,2913	0,3658	0,4056	0,4611	0,5152	0,5004	0,5505	0,5611	0,4921	0,4318	0,2947	0,2476
OBERNENDORF-MELK	48,0639	15,2153	297	0,2534	0,3179	0,3683	0,4028	0,4815	0,4327	0,4811	0,5350	0,4420	0,3591	0,1877	0,1820
HOERSCHING	48,2411	14,1911	298	0,2038	0,3475	0,3802	0,4442	0,5010	0,4568	0,5051	0,5483	0,4589	0,3840	0,2218	0,1730
LJUBLJANA - BEŽIGRAD	46,0658	14,5172	299	0,2442	0,4027	0,4257	0,4450	0,5043	0,5225	0,6090	0,6016	0,5097	0,3879	0,2443	0,1892
BAD GLEICHENBERG	46,8667	15,9000	303	0,3381	0,4505	0,4603	0,4700	0,5260	0,5261	0,5800	0,5895	0,5212	0,4712	0,3509	0,2909
SILBERBERG-LEIBNITZ	46,7797	15,5144	332	0,3152	0,4482	0,4716	0,4954	0,5528	0,5539	0,6031	0,6051	0,5272	0,4138	0,3137	0,2640
GRAZ-FLUGHAFEN	46,9947	15,4478	337	0,2941	0,4197	0,4318	0,4528	0,4994	0,4861	0,5356	0,5643	0,4909	0,4127	0,3123	0,2716
KLOECH	46,7500	16,0000	340	0,1974	0,2708	0,3569	0,3946	0,3786	0,3973	0,4657	0,4788	0,4304	0,3103	0,2399	0,1951
LEUTSCHACH	46,6667	15,4667	345	0,2190	0,2913	0,3781	0,3791	0,4550	0,4305	0,4684	0,5034	0,4351	0,3591	0,2378	0,1927
REICHERSBERG	48,3350	13,3687	350	0,2043	0,2879	0,3748	0,4235	0,4916	0,4580	0,5087	0,5351	0,4381	0,3540	0,2019	0,1735
GRAZ-UNIVERSITAET	47,0797	15,4478	366	0,3745	0,4579	0,4483	0,4533	0,4928	0,4817	0,5216	0,5515	0,5167	0,4683	0,3782	0,3450
KREMSMUENSTER	48,0553	14,1322	383	0,2109	0,3345	0,3795	0,4285	0,5015	0,4443	0,5059	0,5336	0,4525	0,3619	0,2144	0,1739
STEYR	48,0481	14,4619	392	0,2057	0,3270	0,3646	0,4061	0,4750	0,4228	0,4827	0,5297	0,4358	0,3613	0,1981	0,1709
WIES	46,7167	15,2667	394	0,3391	0,4137	0,4305	0,4281	0,4512	0,4262	0,4944	0,5221	0,5278	0,4464	0,3623	0,3129
GALLSPACH	48,2000	13,8167	400	0,2161	0,3422	0,3999	0,4461	0,4986	0,4204	0,4957	0,5436	0,4517	0,3613	0,2065	0,1743
SALZBURG	47,7908	13,0517	420	0,3417	0,3858	0,3994	0,4079	0,4782	0,4347	0,4847	0,5142	0,4821	0,4372	0,3225	0,2981
GLASHUETTEN	47,3822	16,3839	421	0,3161	0,4198	0,4415	0,4158	0,4731	0,4436	0,4872	0,5225	0,4927	0,4630	0,3429	0,2707
GMUNDEN	47,9139	13,8100	427	0,2398	0,3388	0,3902	0,4059	0,4842	0,4412	0,4837	0,5162	0,4467	0,3887	0,2499	0,2093
WEYER	47,8578	14,6672	428	0,4598	0,4251	0,4144	0,4096	0,4666	0,4226	0,4800	0,5161	0,4715	0,4754	0,3941	0,4245
GRAZ-MESSENDORFBERG	47,0469	15,4897	435	0,3160	0,3658	0,3853	0,3993	0,4763	0,4363	0,4873	0,5127	0,4710	0,4240	0,3107	0,2782
FELDKIRCH-GISINGEN	47,2697	9,6086	440	0,2881	0,4066	0,4308	0,4434	0,4546	0,4376	0,4850	0,5161	0,4977	0,4065	0,3189	0,2600
ASPACH	48,1837	13,2917	440	0,2328	0,3467	0,3818	0,4166	0,4855	0,4526	0,4983	0,5331	0,4674	0,3929	0,2428	0,2054
KLAGENFURT-FLUGPLATZ	46,6497	14,3236	450	0,3388	0,4896	0,4794	0,4749	0,4867	0,4892	0,5354	0,5633	0,5160	0,4161	0,2557	0,2499
ŠMARTNO PRI SLOV.GRADCU	46,4833	15,1167	452	0,3648	0,4458	0,4466	0,4481	0,4990	0,5161	0,5728	0,5851	0,5225	0,4513	0,3531	0,3153
KIRCHBERG-GRAFENDORF	47,3500	15,9833	452	0,3289	0,4405	0,4347	0,4465	0,4897	0,4675	0,5144	0,5292	0,4794	0,4606	0,3424	0,3028
VADUZ	47,1289	9,5186	460	0,4787	0,5086	0,4638	0,4473	0,4652	0,3988	0,4667	0,5415	0,5577	0,5388	0,4749	0,4399
BAD ISCHL	47,7167	13,6317	469	0,3993	0,5055	0,4144	0,4431	0,4962	0,4372	0,5018	0,5579	0,5101	0,5425	0,4123	0,4618
VILLACH	46,6186	13,8750	493	0,4001	0,5035	0,4859	0,4606	0,4835	0,4991	0,5506	0,5829	0,5466	0,4414	0,3456	0,3760
KIRCHBICHL	47,5156	12,0867	498	0,3443	0,4409	0,4419	0,4297	0,4513	0,3979	0,4732	0,5194	0,4977	0,4842	0,3568	0,3136
BAD GOISERN	47,6389	13,6200	504	0,3394	0,3805	0,3961	0,4035	0,4517	0,3922	0,4482	0,4957	0,4562	0,4376	0,3176	0,2858
MUENCHEN-STADT	48,1642	11,5442	525	0,3411	0,3370	0,3722	0,3537	0,4223	0,3981	0,4989	0,4504	0,4648	0,4051	0,2915	0,3345

Tabelle A3.1: Datenbasis zur Modellierung der relativen Sonnenscheindauer 1971-2000

JENBACH	47,3900	11,7553	530	0,4175	0,4948	0,4687	0,4571	0,4832	0,4490	0,5029	0,5425	0,5338	0,5379	0,4517	0,4017
MONDSEE	47,8420	13,3680	544	0,2853	0,3737	0,3928	0,4072	0,4659	0,4324	0,4876	0,5145	0,4598	0,4217	0,3052	0,2366
ZUERICH-FLUNTERN	47,3778	8,5656	555	0,4733	0,4904	0,4235	0,3803	0,4042	0,3538	0,3960	0,4590	0,4843	0,5354	0,4440	0,4458
LITSCHAU	48,9547	15,0375	559	0,3292	0,4558	0,3721	0,4194	0,4700	0,4552	0,5022	0,6039	0,5804	0,5058	0,3170	0,3655
IRRSORF	47,9739	13,2733	570	0,2406	0,3191	0,3611	0,3916	0,4753	0,4169	0,4834	0,5107	0,4374	0,3670	0,2443	0,1878
INNSBRUCK-UNIVERSITAET	47,2606	11,3850	577	0,4875	0,5196	0,4709	0,4446	0,4801	0,4297	0,5086	0,5388	0,5348	0,5566	0,4791	0,4462
PUCHBERG	47,7903	15,9094	580	0,3943	0,4274	0,3894	0,4024	0,4464	0,4374	0,4741	0,4730	0,4131	0,4735	0,3904	0,3827
BAD EISENKAPPEL	46,4911	14,5944	623	0,3778	0,4440	0,4607	0,4474	0,4787	0,5128	0,5770	0,5883	0,5426	0,4482	0,3423	0,3483
DELLACH	46,7419	13,0839	628	0,4401	0,5085	0,4877	0,4473	0,4469	0,4553	0,5169	0,5222	0,5010	0,4416	0,4046	0,4510
FRIESACH	46,9531	14,4187	634	0,3724	0,5228	0,4998	0,4624	0,4781	0,4815	0,5288	0,5514	0,5361	0,4633	0,3491	0,2858
WOLFSEGG	48,1058	13,6758	634	0,2392	0,3511	0,3927	0,4343	0,5044	0,4565	0,5097	0,5504	0,4750	0,3891	0,2523	0,2064
LIENZ	46,8275	12,8083	659	0,4391	0,5986	0,5685	0,5079	0,4885	0,4959	0,5630	0,5898	0,6100	0,5566	0,4677	0,3350
VANDANS	47,0894	9,8644	670	0,5391	0,5925	0,4998	0,4770	0,4900	0,4562	0,5311	0,5570	0,5831	0,5762	0,4992	0,5304
ZELTWEI	47,2014	14,7597	670	0,4309	0,4903	0,4415	0,4065	0,4250	0,4128	0,4602	0,4891	0,4621	0,4470	0,3848	0,3372
IRDNING-GUMPENSTEIN	47,4950	14,1006	695	0,4206	0,4719	0,4357	0,4156	0,4581	0,4161	0,4541	0,4996	0,4831	0,4924	0,3762	0,3461
MILLSTATT	46,8083	13,5736	719	0,4430	0,5254	0,5014	0,4238	0,4530	0,4546	0,5029	0,5273	0,5351	0,5026	0,4033	0,3965
GARMISCH-PARTENKIRCHEN	47,4839	11,0636	719	0,4571	0,4925	0,4597	0,4388	0,4704	0,4819	0,5293	0,5708	0,5167	0,4739	0,4353	0,4298
ST. RADEGUND	47,1833	15,4833	725	0,4090	0,4635	0,4233	0,4152	0,4511	0,4338	0,4876	0,5018	0,4461	0,4524	0,4077	0,3704
FRESACH	46,7144	13,6950	748	0,5001	0,5737	0,5322	0,4779	0,4852	0,5072	0,5670	0,5908	0,5807	0,5305	0,4554	0,4508
ZELL AM SEE	47,3267	12,7950	766	0,4126	0,4602	0,4431	0,4338	0,4760	0,4144	0,4674	0,4923	0,4679	0,4669	0,3647	0,3362
AFLENZ	47,5467	15,2419	790	0,3682	0,4293	0,3822	0,3895	0,4136	0,4021	0,4446	0,4565	0,4014	0,3899	0,3294	0,3241
LAAS	46,6892	13,0008	800	0,5366	0,5814	0,5545	0,4964	0,4747	0,5003	0,5633	0,5876	0,6140	0,5124	0,4875	0,5496
OBERVELLACH	46,9292	13,2242	808	0,5410	0,5946	0,5452	0,4875	0,4733	0,4676	0,5290	0,5548	0,5822	0,5360	0,4968	0,4940
BAD MITTERNDORF	47,5544	13,9347	810	0,4116	0,4119	0,3794	0,3784	0,4532	0,4099	0,4407	0,4733	0,4389	0,4271	0,3553	0,3566
VIKTORSBERG	47,3000	9,6833	820	0,3519	0,4299	0,4252	0,4281	0,4833	0,4734	0,5362	0,5608	0,5003	0,4359	0,3540	0,3055
RADSTADT	47,3833	13,4558	858	0,4816	0,5080	0,4600	0,4268	0,4737	0,4256	0,4653	0,5120	0,4888	0,4855	0,4292	0,3993
RATEČE	46,4975	13,7175	864	0,4557	0,5191	0,4930	0,4701	0,4891	0,5159	0,6065	0,6263	0,5917	0,5041	0,4216	0,3953
PRUTZ	47,0667	10,6667	870	0,5137	0,5998	0,5822	0,5368	0,5311	0,5031	0,5652	0,6067	0,6293	0,6206	0,5446	0,5008
MARIAZELL	47,7933	15,3031	872	0,3932	0,4312	0,3828	0,3974	0,4456	0,4106	0,4696	0,5063	0,4650	0,4794	0,3816	0,3458
RINN	47,2489	11,4844	900	0,5103	0,5933	0,5226	0,4749	0,5083	0,4535	0,5284	0,5534	0,5863	0,5818	0,5095	0,4855
RECHBERG	47,2628	15,4164	926	0,3700	0,4338	0,4183	0,4256	0,4651	0,4681	0,5143	0,5134	0,4476	0,4139	0,3810	0,3348
RAURIS	47,2236	12,9925	941	0,5739	0,5871	0,5148	0,4902	0,5270	0,4598	0,5152	0,5572	0,5671	0,5956	0,5379	0,5240
WEISSENSEE-NEUSACH	46,7192	13,2867	945	0,4743	0,5451	0,5012	0,4312	0,4384	0,4585	0,5213	0,5520	0,5422	0,4867	0,4476	0,4572
HOHENPEISSENBERG	47,8019	11,0119	986	0,4763	0,5411	0,4682	0,3985	0,3914	0,4018	0,4923	0,5038	0,5353	0,5411	0,5051	0,4829
SEMMERING	47,6311	15,8278	1000	0,2909	0,3533	0,3616	0,3880	0,4173	0,3836	0,4385	0,4720	0,4225	0,3815	0,2396	0,2529
SAALBACH	47,3783	12,6892	1022	0,5310	0,5125	0,4696	0,4525	0,4806	0,4168	0,4717	0,5362	0,5421	0,5421	0,4507	0,3944
UMHAUSEN	47,1375	10,9339	1041	0,5963	0,6214	0,6030	0,5437	0,5143	0,4688	0,5403	0,5809	0,6396	0,6443	0,5535	0,5262
ST. MICHAEL IM LUNGAU	47,0950	13,6317	1049	0,4720	0,5104	0,4710	0,4669	0,4832	0,4384	0,5131	0,5211	0,5164	0,4923	0,3847	0,4187
ROHRMOOS	47,3783	13,6592	1075	0,5023	0,5368	0,4892	0,4431	0,4773	0,4221	0,4780	0,5242	0,5239	0,5547	0,4437	0,4416
BADGASTEIN	47,1117	13,1317	1100	0,4716	0,5326	0,4999	0,4297	0,4765	0,4104	0,4622	0,5066	0,5476	0,5560	0,4240	0,4447
MARIAFPARR	47,1531	13,7458	1153	0,4667	0,5037	0,4496	0,4181	0,4412	0,4180	0,4605	0,4903	0,4785	0,4865	0,4244	0,4220
DIEX	46,7442	14,6172	1159	0,3706	0,4530	0,4404	0,4539	0,5274	0,5659	0,6161	0,6093	0,5283	0,4560	0,3811	0,3488
STOLZALPE	47,1167	14,2000	1305	0,5423	0,5718	0,4915	0,4496	0,4673	0,4520	0,5131	0,5514	0,5514	0,5351	0,4809	0,4847
NAUDERS	46,9000	10,5000	1360	0,5485	0,5881	0,5394	0,4902	0,4591	0,4496	0,5192	0,5358	0,5673	0,5757	0,5052	0,5294
FLATTNITZ	46,9447	14,0353	1438	0,5150	0,5121	0,5041	0,4572	0,4384	0,4357	0,4935	0,5347	0,5261	0,4913	0,4472	0,4517
SCHOECKL	47,1989	15,4675	1443	0,4700	0,4897	0,4064	0,3955	0,4295	0,3974	0,4539	0,4764	0,4387	0,4689	0,4516	0,4188
KANZELHOEHE	46,6781	13,9067	1526	0,5143	0,5022	0,4366	0,3803	0,4177	0,4244	0,4889	0,5044	0,4896	0,4746	0,4526	0,4652
DAVOS	46,8128	9,8433	1594	0,4189	0,4364	0,3636	0,3347	0,3257	0,2754	0,3166	0,3724	0,4183	0,4582	0,4289	0,4109

Tabelle A3.1: Datenbasis zur Modellierung der relativen Sonnenscheindauer 1971-2000

Appendix 4

FEUERKOGEL	47,8178	13,7183	1618	0,4598	0,4264	0,4039	0,3839	0,4209	0,3565	0,4119	0,4575	0,4431	0,4677	0,3946	0,4083
OBERTAUERN	47,2486	13,5597	1763	0,4751	0,4811	0,4203	0,3962	0,4535	0,4115	0,4440	0,4983	0,4910	0,5002	0,3915	0,4029
HAHNENKAMM	47,4192	12,3619	1790	0,4708	0,4773	0,4604	0,3979	0,3960	0,3694	0,4182	0,4773	0,4913	0,5501	0,4430	0,4532
KOPS	46,9667	10,1167	1829	0,4541	0,4986	0,4410	0,4210	0,4629	0,4172	0,4930	0,5268	0,5229	0,5311	0,4479	0,4622
OBERGURGL	46,8675	11,0272	1938	0,4116	0,5156	0,5401	0,5191	0,4908	0,4685	0,5560	0,5714	0,5935	0,5189	0,3955	0,4118
LUENERSEE	47,0667	9,7500	1972	0,2930	0,4195	0,4455	0,4804	0,5470	0,5516	0,5996	0,5919	0,5116	0,3971	0,3061	0,2515
SCHMITTENHOEHE	47,3297	12,7367	1973	0,4585	0,4659	0,4037	0,3659	0,4047	0,3551	0,4034	0,4412	0,4733	0,5053	0,4295	0,4414
KRIPPENSTEIN	47,5167	13,7000	2050	0,4711	0,4547	0,4105	0,3844	0,4540	0,3732	0,4209	0,4792	0,4740	0,5244	0,4308	0,4148
VILLACHER ALPE	46,6036	13,6733	2140	0,5546	0,5644	0,4601	0,3881	0,3970	0,3996	0,4684	0,5185	0,4984	0,5175	0,4911	0,5170
PATSCHERKOFEL	47,2094	11,4622	2247	0,5185	0,5147	0,4424	0,4078	0,4429	0,4093	0,4898	0,5428	0,5252	0,5434	0,4814	0,4838
RUDOLFSHUETTE	47,1339	12,6256	2304	0,4905	0,5039	0,4269	0,3661	0,4298	0,3670	0,3844	0,4488	0,4832	0,5328	0,4404	0,4574
SAENTIS	47,2492	9,3436	2502	0,4435	0,4647	0,4063	0,3589	0,3517	0,2941	0,3512	0,3851	0,4500	0,5173	0,4664	0,4399
KREDARICA	46,3794	13,8539	2514	0,5035	0,5359	0,4461	0,3625	0,3640	0,3626	0,4207	0,4356	0,4701	0,5065	0,4660	0,4904
ZUGSPITZE	47,4222	10,9867	2962	0,3861	0,4277	0,4189	0,4176	0,4324	0,4079	0,4675	0,4985	0,5097	0,4589	0,3955	0,3679
SONNBLICK	47,0544	12,9581	3105	0,4732	0,4818	0,4013	0,3391	0,3447	0,3164	0,3756	0,4160	0,4367	0,4865	0,4286	0,4400
JUNGFRAUJOCH	46,5472	7,9853	3580	0,4731	0,5277	0,4739	0,3708	0,3618	0,3938	0,4498	0,4504	0,5044	0,5286	0,4751	0,4857

Tabelle A3.1: Datenbasis zur Modellierung der relativen Sonnenscheindauer 1971-2000

Name	regionale Zuordnung der SSD-Stationen im MLM											
	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
NEUSIEDL AM SEE	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3
HOHENAU-MARCH	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3
EISENSTADT	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3
MURSKA SOBOTA	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 3	TL 1	TL 1	TL 1	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3
WIEN-HOHE WARTE	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3
POYSDORF	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3
RADENCI	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 3	TL 1	TL 1	TL 1	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3
CELJE	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 2	TL 2	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1
BADEN	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3
RETZ	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3
AMSTETTEN	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1
ST.POELTEN	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3
MARIBOR - TABOR	TL 1	TL 3	TL 1	TL 1	TL 3	TL 1	TL 1	TL 1	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3
WR.NEUSTADT	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 1	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3
OBERNDORF-MELK	TL 3	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1
HOERSCHING	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 3	TL 1	TL 3	TL 3	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1
BAD GLEICHENBERG	TL 3	TL 3	TL 3	TL 1	TL 3	TL 1	TL 1	TL 1	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3
SILBERBERG-LEIBNITZ	TL 1	TL 3	TL 3	TL 1	TL 3	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 3	TL 3
GRAZ-FLUGHAFEN	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 3	TL 3
REICHERSBERG	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1
GRAZ-UNIVERSITAET	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 3	TL 3
KREMSMUNSTER	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 3	TL 1	TL 3	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1
STEYR	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1
WIES	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 3	TL 3
GALLSPACH	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 3	TL 1	TL 3	TL 3	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1
SALZBURG	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 2
GLASHUETTEN	TL 3	TL 3	TL 3	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3
GMUNDEN	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1
WEYER	TL 2	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1
GRAZ-MESSENDORFBERG	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 3	TL 3
FELDKIRCH-GISINGEN	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 2	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1
ASPACH	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1
KLAGENFURT-FLUGPLATZ	TL 1	TL 2	TL 2	TL 1	TL 1	TL 2	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1
ŠMARTNO PRI SLO.GRAD.	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 2	TL 2	TL 2	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1
KIRCHBERG-GRAFENDORF	TL 3	TL 3	TL 3	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 3	TL 3	TL 3
BAD ISCHL	TL 2	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1
VILLACH	TL 2	TL 2	TL 2	TL 2	TL 1	TL 2	TL 2	TL 2	TL 2	TL 1	TL 1	TL 2
KIRCHBICHL	TL 2	TL 2	TL 2	TL 2	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 2	TL 2	TL 2	TL 2
BAD GOISERN	TL 2	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 2
MUENCHEN-STADT	TL 2	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 2	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 2
JENBACH	TL 2	TL 2	TL 2	TL 2	TL 2	TL 2	TL 2	TL 2	TL 2	TL 2	TL 2	TL 2
MONDSEE	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1
LITSCHAU	TL 3	TL 3	TL 1	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 3	TL 1	TL 3
IRRSORF	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1
INNSBRUCK-UNIVERSITAET	TL 2	TL 2	TL 2	TL 2	TL 2	TL 2	TL 2	TL 2	TL 2	TL 2	TL 2	TL 2
PUCHBERG	TL 3	TL 3	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 3	TL 3	TL 3
BAD EISENKAPPEL	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 2	TL 2	TL 2	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1

Mittelwerte 1971-2000 der Monatssummen der Globalstrahlung in kWh · m⁻²

NAME	ALT [m]	LAT [deg]	LON [deg]	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
LITSCHAU	559	48,9547	15,0375	26,2	45,8	80,5	114,6	151,5	152,9	159,3	142,6	95,3	60,9	28,7	20,4
RETZ	256	48,7536	15,9500	26,7	45,5	83,6	119,8	157,3	160,8	160,5	143,4	97,4	62,5	29,3	20,9
ASCHACH	282	48,3833	14,0167	22,3	38,9	74,7	107,0	145,0	144,7	150,3	132,5	91,3	55,1	25,7	17,6
WIEN-HOHE WARTE	198	48,2486	16,3564	25,9	44,8	82,3	120,4	161,3	164,9	167,9	147,5	97,8	62,1	28,6	20,3
GROSS-ENZERSDORF	157	48,1994	16,5619	29,1	49,8	82,6	128,6	167,4	171,8	173,8	151,6	100,4	66,9	31,3	21,6
WIEN-INNERE STADT	171	48,1994	16,3672	27,6	47,7	79,2	120,7	162,8	162,8	174,6	147,3	98,7	64,4	27,2	20,4
YBBS/PERSENBEUG	231	48,1833	15,0667	22,8	41,2	77,3	106,7	143,7	146,0	144,9	130,5	89,7	56,8	24,3	17,2
ST.POELTEN	285	48,1803	15,6111	31,0	51,7	89,5	126,8	168,9	170,7	170,5	153,1	105,8	66,6	31,3	23,7
AMSTETTEN	265	48,1081	14,8986	26,1	47,1	81,2	114,6	158,2	157,6	158,9	143,2	96,6	59,6	28,0	20,3
FISCHAMEND	159	48,0986	16,6136	28,2	51,1	83,3	125,0	164,8	165,9	172,3	148,2	99,6	66,3	30,9	21,4
KREMSMUNSTER	382	48,0550	14,1317	28,1	49,0	85,6	120,1	160,4	156,3	162,6	143,9	98,4	60,6	29,5	22,1
STEYR	336	48,0333	14,4333	26,4	44,7	77,5	108,4	150,3	145,6	149,3	137,2	90,9	56,4	26,3	21,0
SEIBERSDORF	185	47,9767	16,5075	30,4	51,7	85,2	129,9	171,9	171,9	171,5	157,2	107,2	68,2	33,3	23,0
NEUSIEDL AM SEE	135	47,9425	16,8578	30,0	51,9	88,8	128,7	163,4	169,1	174,3	152,2	105,9	68,2	32,5	23,2
GMUNDEN	427	47,9139	13,8100	25,3	43,6	79,8	110,1	148,8	145,0	153,6	136,5	91,7	57,7	27,9	18,5
EISENSTADT-NORDOST	184	47,8542	16,5386	30,5	52,0	87,5	127,2	167,7	167,9	174,1	151,1	101,6	67,2	32,8	23,6
WR.NEUSTADT-F.P.	285	47,8322	16,2314	33,4	54,7	90,2	125,8	161,8	164,2	170,8	149,1	103,6	68,9	35,2	25,3
FEUERKOGEL	1618	47,8178	13,7183	41,7	60,1	94,2	123,9	142,0	127,3	137,4	124,8	92,8	72,5	42,8	34,2
SALZBURG-F.S.	420	47,7908	13,0517	31,6	47,9	81,8	109,1	147,4	141,6	149,0	132,6	93,6	61,1	32,5	24,1
PUCHBERG/SCHNEEBERG	580	47,7903	15,9094	32,1	48,8	79,4	108,5	141,2	141,5	150,3	131,2	89,8	65,2	33,0	23,8
REICHENAU/RAX	486	47,6997	15,8367	35,8	53,8	82,8	115,9	143,9	142,2	149,8	132,3	98,8	68,3	36,4	26,8
SEMMERING	1000	47,6311	15,8278	22,9	50,4	87,9	116,3	145,4	141,9	155,5	136,1	101,7	65,2	32,8	16,2
BAD MITTERNDORF	810	47,5544	13,9347	39,1	56,8	96,6	121,3	147,4	146,1	153,2	137,8	101,9	73,2	40,0	29,8
AFLENZ	790	47,5467	15,2419	40,0	60,2	93,0	121,3	150,6	151,6	159,4	141,2	102,4	69,2	40,5	29,5
KRIPPENSTEIN	2050	47,5167	13,7000	42,6	64,6	112,5	136,2	157,6	146,6	142,6	130,9	103,8	81,6	45,4	33,2
MOENICKKIRCHEN	991	47,5108	16,0331	36,8	52,9	84,7	111,5	141,7	138,9	145,5	131,2	93,3	63,2	36,9	28,2
IRDNING-GUMPENSTEIN	695	47,4950	14,1006	36,1	58,0	95,4	118,7	149,1	144,9	151,2	137,8	100,3	68,7	35,3	27,7
GROEBMING	766	47,4456	13,9036	41,1	58,3	92,8	120,4	154,5	146,5	155,8	136,3	98,3	73,1	40,5	30,4
HAHNENKAMM-EBH.	1790	47,4192	12,3619	52,1	74,4	119,9	142,4	160,4	157,4	162,4	153,7	121,5	92,8	54,6	40,6
JENBACH	530	47,3900	11,7553	38,9	60,2	98,8	126,5	159,9	155,8	163,6	149,2	110,5	77,5	43,1	32,0
RADSTADT	858	47,3833	13,4558	43,1	63,5	104,2	126,8	153,9	151,1	156,0	142,9	106,2	73,1	44,6	33,3
ST.MICHAEL B. LEOBEN	565	47,3358	15,0056	40,3	60,2	92,4	119,5	152,8	153,4	159,3	141,1	100,1	66,5	37,7	29,5
SCHMITTENHOEHE	1973	47,3297	12,7367	51,1	70,2	105,6	134,2	153,7	142,6	150,2	141,7	111,1	87,1	49,7	40,8
FELDKIRCH	440	47,2697	9,6086	29,2	50,0	89,0	119,4	154,2	151,3	151,9	137,1	101,3	62,6	31,3	27,9
INNSBRUCK-UNIV.	578	47,2606	11,3850	39,8	59,5	98,0	125,6	157,7	153,4	158,1	141,2	107,5	75,5	42,2	32,0
INNSBRUCK-F.P.	579	47,2575	11,3536	42,7	62,3	103,4	129,7	162,8	156,4	164,9	142,4	108,2	79,1	43,2	33,7
WARTH	1475	47,2569	10,1856	41,2	61,1	109,1	143,4	165,1	146,6	153,6	135,8	104,9	72,6	40,3	30,5
RINN	900	47,2489	11,4844	37,8	64,2	103,5	129,9	158,2	155,8	167,1	147,2	113,6	77,4	41,5	29,4
OBERTAUERN	1763	47,2486	13,5597	44,8	70,3	114,3	141,9	166,0	153,4	148,5	135,0	106,7	76,5	45,6	32,8
RAURIS	941	47,2236	12,9925	40,3	59,8	99,1	125,2	152,2	147,6	153,9	138,5	105,6	74,0	42,4	32,9
PATSCHERKOFEL	2247	47,2097	11,4617	55,0	77,2	118,0	144,7	167,4	165,6	174,0	162,6	121,4	93,9	58,3	44,6
ZELTWEG	670	47,2014	14,7597	39,4	58,8	95,7	120,3	148,2	148,2	158,5	139,4	102,0	69,8	39,5	28,5
SCHOECKL	1443	47,1989	15,4675	48,5	66,3	102,2	121,1	150,7	151,3	159,4	138,8	105,3	76,9	49,3	38,4
ST.RADEGUND	725	47,1822	15,4908	35,8	54,5	86,8	112,7	140,1	139,0	148,3	126,0	90,7	63,8	38,2	27,6
MARIAPFARR	1153	47,1519	13,7450	47,1	69,1	106,9	131,2	157,4	156,3	161,9	146,5	113,8	80,9	49,4	37,3
LANDECK	798	47,1386	10,5642	36,5	57,6	99,5	128,8	158,7	153,8	159,9	143,5	105,0	69,9	38,4	25,4
RUDOLFSHUETTE	2304	47,1339	12,6256	53,5	77,8	122,4	152,2	184,5	168,1	162,7	146,2	117,1	89,2	54,6	43,1

Tabelle A4.1: Datenbasis zur Modellierung der Globalstrahlung 1971-2000

GRAZ-UNIV.	366	47,0783	15,4500	33,8	53,5	89,2	117,6	153,6	157,8	161,2	143,0	102,1	67,3	36,2	27,3
SONNBLICK	3105	47,0544	12,9581	55,3	80,6	128,4	161,3	186,4	176,3	171,1	147,9	121,0	94,7	58,8	47,5
LIENZ	659	46,8275	12,8083	36,1	64,9	105,5	128,6	155,8	158,8	167,3	147,8	113,0	74,9	41,3	27,1
MILLSTATT	719	46,8083	13,5736	42,5	65,1	103,2	121,6	153,3	155,7	167,4	151,3	113,3	79,3	43,3	33,8
WEISSENSEE-GATSCHACH	945	46,7192	13,2867	47,1	68,6	100,7	113,9	136,0	138,3	152,6	140,0	107,6	75,0	48,2	35,1
KLAGENFURT-F.P.	450	46,6497	14,3236	37,2	61,7	100,8	126,1	161,9	167,3	172,6	153,8	109,9	68,1	34,8	27,6
POERTSCHACH	452	46,6311	14,1664	34,3	58,0	95,8	121,0	156,7	157,6	172,0	148,9	104,4	64,8	33,2	25,8
VILLACH-STADT	493	46,6186	13,8750	41,6	63,8	105,0	127,6	163,4	166,0	176,6	159,1	115,8	72,8	40,9	32,9
WUERZBURG	268	49,7666	9,9666	24,8	43,7	80,1	119,4	157,6	160,5	164,3	143,0	97,2	57,3	27,1	18,8
WEIHENSTEFAN	470	48,6280	12,1144	30,4	49,8	88,2	120,6	162,4	162,4	166,8	147,2	103,0	61,8	31,6	23,4
PASSAU-FUERSTENZELL	390	48,5219	13,3171	27,1	47,7	82,6	116,1	160,1	159,0	161,4	144,7	97,5	62,0	28,4	21,2
HOHENPEISSENBERG	986	47,8019	11,0119	39,8	58,0	95,9	121,5	153,3	155,9	165,6	146,7	106,6	71,6	40,6	31,5
KONSTANZ	443	47,6800	9,1800	27,0	45,3	86,4	121,4	157,2	163,2	168,5	146,6	101,7	55,8	28,8	22,1
MONTE ZONCOLAN	1750	46,5000	12,9300	53,0	76,3	117,7	120,6	135,5	125,0	138,3	128,9	101,5	72,2	41,3	39,5
MONTE LUSSARI	1760	46,4800	13,5200	42,8	76,3	106,7	120,5	147,6	170,8	182,0	136,2	106,2	74,7	36,4	29,0
ENEMONZO	438	46,4100	12,8700	45,9	68,8	108,2	116,0	143,9	153,7	163,1	146,5	110,6	72,4	40,0	31,0
SCHAFFHAUSEN	438	47,6833	8,6167	26,0	44,8	83,2	115,1	152,9	162,1	169,3	145,2	99,0	56,3	28,1	20,4
GUETTINGEN	440	47,6000	9,2833	26,0	44,5	85,5	119,7	151,9	159,6	167,9	143,8	95,6	55,9	27,8	20,3
ZUERICH KLOTEN	426	47,4833	8,5333	27,6	46,2	84,3	117,1	149,5	155,8	163,9	141,1	99,5	56,8	29,1	21,7
AADORF TAENIKON	539	47,4833	8,9000	29,8	47,3	86,3	118,2	149,0	158,0	167,7	144,6	97,4	57,9	30,5	22,5
ZUERICH AFFOLTERN	443	47,4333	8,5167	27,6	45,9	85,0	117,9	151,4	160,6	168,8	144,3	97,2	56,5	29,2	21,4
ST. GALLEN	775	47,4333	9,4000	31,8	48,7	86,1	114,7	146,8	150,7	163,8	139,5	95,1	59,8	33,3	24,8
ZUERICH FLUNTERN	555	47,3778	8,5656	28,4	45,9	84,3	115,1	146,9	154,2	164,0	142,6	97,6	58,2	30,7	22,0
SAENTIS	2502	47,2492	9,3436	50,4	71,5	112,8	148,6	170,7	158,3	162,0	142,0	112,2	86,0	53,9	40,2
WAEDENSWIL	485	47,2167	8,6833	29,2	47,8	88,2	119,9	150,6	157,2	166,9	143,9	98,6	59,2	31,4	22,9
VADUZ	457	47,1289	9,5186	33,1	52,4	88,6	118,1	149,4	149,1	157,0	134,6	97,8	65,6	35,7	25,7
GLARUS	516	47,0333	9,0667	31,6	48,2	80,9	113,7	144,3	142,7	149,4	127,6	86,5	57,4	33,8	25,2
ALTDORF	438	46,8833	8,6167	27,2	47,5	87,4	119,8	150,2	147,6	152,7	130,7	94,0	60,9	32,3	21,8
CHUR	556	46,8667	9,5333	38,4	58,5	98,8	128,1	155,9	156,7	163,5	141,4	105,4	72,3	41,4	31,5
WEISSFLUHOCH	2690	46,8333	9,8000	58,5	82,5	131,3	164,1	178,7	163,3	156,2	134,3	112,5	90,1	60,0	48,3
DAVOS	1594	46,8128	9,8433	49,7	73,5	120,6	150,9	170,1	167,0	174,9	152,1	116,9	84,2	52,0	40,3
SCUOL	1303	46,8000	10,2833	48,2	70,9	119,6	147,0	168,7	169,1	180,3	152,4	115,3	81,4	49,6	37,3
DISENTIS SEDRUN	1197	46,7000	8,8500	44,4	66,5	112,6	131,7	152,5	161,6	172,1	147,8	109,2	73,4	45,2	35,3
GUETSCH OB ANDERM.	2287	46,6500	8,6167	55,6	81,3	134,9	166,2	179,2	175,6	182,8	156,8	117,1	84,0	56,7	45,8
SAMEDAN	1708	46,5333	9,8833	53,9	76,0	125,7	152,8	173,2	174,7	183,7	156,0	116,7	83,5	53,8	43,4
PIOTTA	990	46,5167	8,6833	25,2	55,8	103,8	120,7	135,1	152,7	165,0	141,6	99,2	62,9	30,1	16,6
HINTERRHEIN	1611	46,5167	9,1833	42,4	70,6	119,0	144,5	160,9	161,9	171,5	146,5	101,6	68,4	42,0	31,4
S.BERNARDINO	1638	46,4667	9,1833	47,5	69,7	117,6	131,9	143,3	153,1	165,6	138,9	102,7	69,8	46,3	37,9
PIZ CORVATSCH	3315	46,4167	9,8167	62,7	88,5	144,0	177,3	199,1	188,5	187,3	159,9	127,2	100,5	65,1	51,9
POSCHIAVO ROBBIA	1078	46,3500	10,0667	45,5	65,0	107,3	126,5	146,0	153,9	166,3	139,8	100,1	69,3	45,2	35,6
CIMETTA	1661	46,2000	8,7833	53,0	74,9	121,3	131,4	149,1	173,9	189,8	162,9	113,4	77,5	50,8	43,2
MAGADINO CADENAZZO	203	46,1667	8,9333	42,2	59,5	101,1	115,6	138,5	162,2	177,9	155,3	105,1	67,2	42,0	32,7
LOCARNO MONTI	366	46,1667	8,7833	44,2	64,6	109,9	132,7	154,9	175,8	186,0	159,1	111,9	73,2	45,7	37,2
LUGANO	273	46,0000	8,9667	41,0	57,7	97,8	111,3	138,4	159,5	172,3	155,8	106,1	67,2	41,7	32,6
STABIO	353	45,8500	8,9333	39,5	56,5	95,5	109,4	138,5	159,1	174,0	154,4	105,2	64,2	38,2	31,2
KOSETICE	534	49,5733	15,0797	26,8	46,5	79,8	116,2	155,5	152,6	162,1	141,9	91,2	60,0	26,7	19,9
KOCELOVICE	519	49,4669	13,8408	26,3	46,0	78,0	115,5	156,6	155,7	163,7	144,2	93,0	58,2	25,7	18,9
KUCCHAROVICE	334	48,8825	16,0864	26,9	48,4	84,5	124,4	166,1	169,5	172,4	149,9	98,0	61,9	27,0	19,7
MARIBOR	275	46,5390	15,6450	36,4	62,4	91,9	124,6	173,9	169,5	185,8	167,5	107,8	65,3	37,9	24,7
LJUBLJANA	364	46,0658	14,5172	28,5	49,3	85,7	114,6	152,9	159,4	170,3	147,3	101,9	59,4	29,5	22,0

Tabelle A4.1: Datenbasis zur Modellierung der Globalstrahlung 1971-2000

