

Einige Aspekte zu KW-Funkwettervorhersagen

Dr.-Ing. Henning Peuker - DL2DSD

Zusammenfassung des Vortrages zum Oberlausitz-Funkamateur-Treffen 25.9.2004 und Ergänzungen (7.2.2007)

In Bild 1 sind die Ausgabe-Ergebnisse von 3 Download-Programmen und einem Web-Zugang für KW-Funkwettervorhersagen dargestellt. Bis auf **W6ELProp** können auch QTH-zu-Erdfläche-Voraussagengemacht werden (mit * gekennzeichnet). Die umfangreichsten Ergebnisse erzielt das Programm **ICEAP/ICAREA** von ITS. **URSL** von IPS ist sehr interessant, weil für QTH-zu-QTH-Vorhersagen direkt tageszeitabhängig empfohlene Arbeitsfrequenzen ausgegeben werden. Die drei Download-Programme sind für eine „mittlere monatliche“ Ionosphäre (ohne mittelfristige Störungen) konzipiert. Der Web-Zugang von IPS liefert dagegen aktuellere Ergebnisse, wie im Folgenden noch erläutert wird.

	Download-Programme			web-Zugang	
	Funk-Prognose Uwe Runte, DJ4FQ	W6ELProp	ICEAP/ ICAREA US Govern./ I T S	URSL/ HAP Austral. Govern./ I P S	
QTH zu QTH ... zu Fläche	*	*	* ICEAP * ICAREA	* URSL	* HAP
Ergebnisse	Pegel/ Feldstärke f. Wahrscheinlichkeit 10/50/90 %/ Grayline	MUF/ Pegel/ S-to-N Reliability (%)/ Grayline	MUF/ LUF/ Reliability (%)/ RPWRG/ u.v.a.m.	Recommended & Secondary, Upper & Lower usable Frequencies	MUF
	i.Allg. nur für "mittlere monatliche" Ionosphäre, ohne kurzfristige Störungen; teilweise werden längerfristige Störungen berücksichtigt Grundlage: Weltatlas von foF2, monats- und tageszeitabhängig			aktuellere Ergebnisse	
foF2	Critical frequency of the F2 layer, greatest frequency that can be reflected vertically from an ionospheric layer				
ICEAP ICAREA	Ionospheric Communications Enhanced Profile Analysis and Circuit Prediction Program ICEPAC propagation prediction program in the Area Coverage mode				
URSL HAP	Upper, Recommended, Secondary and Lower Frequency Predictions Hourly Area Predictions				
MUF	Maximum Usable Frequency, highest frequency for reliable radio communications by the ionosphere Median MUF: Highest frequency that will be usable at a particular hour for at least 50% of the days of the month.				
LUF RPWRG	Lowest Usable Frequency which allows an acceptable grade of HF service Required PWR & Ant Gain to achieve System Reliability				

DL2DSD

Bild 1 KW-Funkwettervorhersagen: Ergebnisse in Download-Programmen und im Web-Zugang IPS

Bild 2 ist zu entnehmen, welche Vorgaben bei bekannten Amateurfunk-Programmen erforderlich sind und welche täglich z.B. von DK0WCY geliefert werden. (Die Sonnenfleckenzahl **R** wird auch als **SSN** - Sun Spot Number - bezeichnet.) Aktuell gültigere Vorhersageergebnisse lassen sich nicht dadurch erreichen, dass anstelle der mittleren monatlichen Sonnenfleckenzahl **R_i** die aktuell gemessene R verwendet wird: Störungseinflüsse auf die Ionosphäre werden nicht oder nur wenig berücksichtigt. [1]

Bei der Ermittlung der Sonnenfleckenzahl werden auch Sonnenflecken und ihre Gruppen einbezogen, die keinen Beitrag für die Erdionosphäre liefern. Der Solare Flux (auf 10,7 cm Wellenlänge gemessen) erfasst dagegen die Energie, die die Erde wirklich erreicht. Es scheint daher vorteilhafter zu sein, den Solar Flux Index **SFI** statt der Sonnenfleckenzahl zu verwenden.

Das Programm **W6ELProp** (Bild 2) verlangt vorrangig eine SFI-Eingabe. Dabei findet eine Konvertierung nach SSN statt (etwa nach

$$SFI = 63,7 + 0,73 SSN + 0,0009 SSN^2$$

bekannteste Afu-Programme			Aktuelle Werte von DK0WCY
	Funk-Prognose Uwe Runte, DJ4FQ	W6ELProp	
QTH zu QTH ... zu Fläche	*	*	
Ergebnisse	Pegel/ Feldstärke f. Wahrscheinlichkeit 10/50/90 %/ Grayline	MUF/ Pegel/S-to-N Reliability (%)/ Grayline	
Vorgaben	Ri*)	SFI/(SSN)/ K Index	
Ri	monatliche Sonnenfleckenrelativzahl (Prognosewert)		
SFI	Solar Flux Index of the Solar Flux SF (10,7 cm/2,8 GHz) in 10 ^{**(-22)} watts per square meter		Flux
SSN	Sun Spot Number (= R = Sonnenfleckenrelativzahl) = Summe aller Flecken + 10(Summe aller Fleckengruppen)		R
K Index	Three hourly index of geomagnetic activity relative to an assumed quiet day curve for the recording site		K (Kiel)
A Index	Linear index for measuring the disturbance level in the earth's magnetic field. The index is defined over a period of one day.		A(Boulder), A(Kiel)
*) DJ4FQ: "Sollte nur der Solare-Flux bekannt sein, dann ist die Sonnenfleckenanzahl wie folgt zu berechnen:"			
R = (SFI - 73)/0.62			

Bild 2

Vorgaben zum DJ4FQ- und W6EL-Programm; DK0WCY-Ausgaben

DL2DSD

Für eine derartige Konvertierung SFI <-> R sind mehrere Näherungen bekannt (Bild 2), (Bild 3) und (Bild 4). Der aus SFI konvertierte R- bzw. SSN-Wert wird auch als **abgeleitete Sonnenfleckenrelativzahl „F 10,7-derived SSN“** bezeichnet.

Für Mittelwerte (SFI; R) sind folgende Näherungen bekannt:			
nach E. Harnischmacher, in Funk-Prognose von DJ4FQ:			
	$SFI = 73 + 0,62 R$		(1)
nach Prof. Walter Eichenauer, (DJ2RE), cqdl 1/90, S. 29:			
	$SFI = 63,7 + 0,73 R + 0,0009 (R)^{**2}$		(2)
aus http://www.nwra-az.com/spawx , vergleichbar mit Gl. (2) :			
	$SFI = 63,74 + 0,727 R + 0,000895 (R)^{**2}$		
aus http://www.ips.gov.au/ --> Educational:			
	$R = 1,61 FD - (0,0733 FD)^{**2} + (0,0240 FD)^{**3}$ (3a) und $SFI = 67,0 + 0,572 R + (0,0575 R)^{**2} - (0,0209 R)^{**3}$		(3)
where, FD = SFI - 67,0			
"Monthly-averaged sunspot number against the monthly-averaged 10 centimetre solar flux for data between 1947 and 1990"			
"F 10,7-derived SSN" = abgeleitete Sonnenfleckenrelativzahl aus den Mittelwerten R(SFI):			
z.B.	"F 10,7-derived SSN" =	$R = (SFI - 73)/0,62$	(1a)
oder Gl. (2):		$R = - 405,56 + 33,33 (84,33 + SFI)^{**1/2}$	(2a)
oder Gl. (3a):		$R = 1,61 FD - (0,0733 FD)^{**2} + (0,0240 FD)^{**3}$ mit FD = SFI - 67,0	(3a)
Eine automatische Konvertierung von SFI <-> R = SSN ist in W6ELProp enthalten, vergleichbar mit Gl. (2).			

Bild 3

Konvertierung SFI <-> R verschiedener Autoren und Quellen; "F 10,7-derived SSN"

DL2DSD

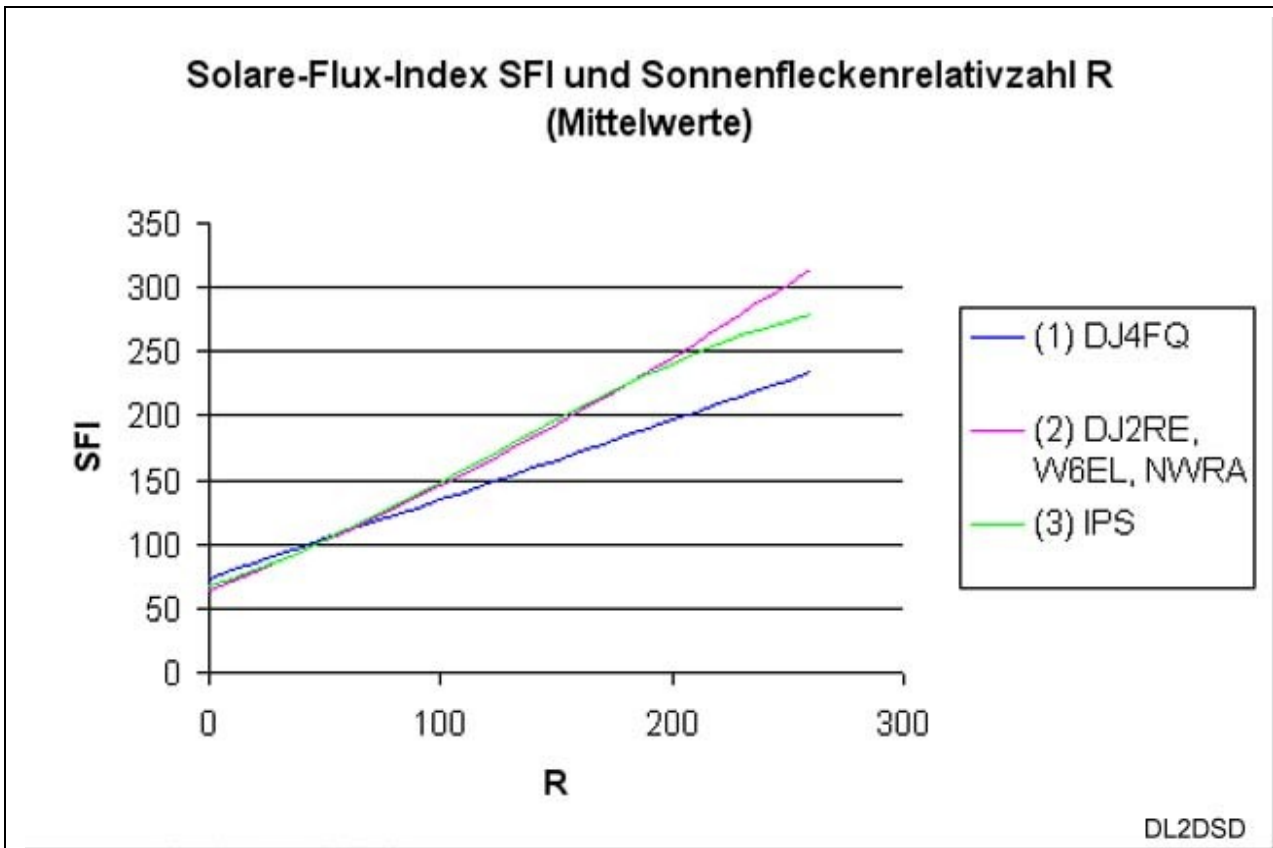
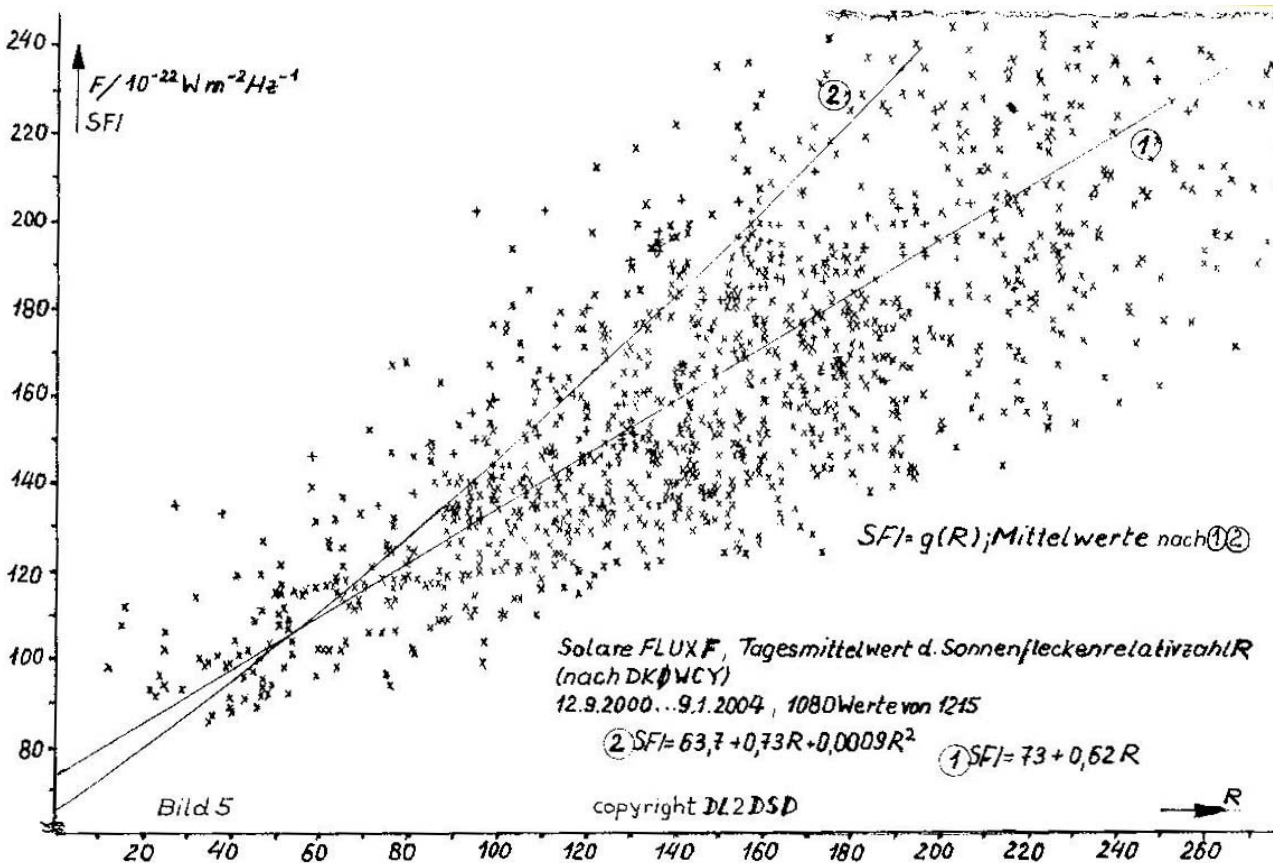


Bild 4: Zusammenhang zwischen Solar-Flux-Index (SFI) und Sonnenfleckenrelativzahl (R) verschiedener Autoren als Mittelwerte



Aus Bild 5 sind die umfangreichen Streuungen der Tagesmittelwerte R und SFI erkennbar. Die Werte entstammen DK0WCY von September 2000 bis Januar 2004 (1080 von möglichen 1215 Wertepaaren). Zu beachten ist, dass sie nur einen Teil einer Sonnenfleckenperiode beinhalten. Die Werte nach Gl. (1) und (2) aus Bild 3 sind ebenfalls eingezeichnet. Es zeigt sich, dass alle o. g. Näherungen der Mittelwerte den Solar Flux nur mit großen Streuungen erfassen. Falls Vorhersageprogrammen auf Sonnenfleckenrelativzahlen aufbauen, wird daher die Verwendung abgeleiteter Sonnenfleckenrelativzahlen „F 10,7-derived SSN“ nur zu geringen Verbesserungen führen.

Durch **effektive oder äquivalente Sonnenfleckenrelativzahlen** auf der Basis aktueller Ionosonden-Messungen sind Verbesserungen von Funkwettervorhersagen möglich. Darauf hat erstmals D. R. Uffelmann im Jahre 1983 hingewiesen „da bei vielen Vorhersageprogrammen die Sonnenfleckenrelativzahl der einzige Parameter ist, mit dem das Ergebnis angepasst werden kann.“ [2]

Das Programm **ICEAP/ICAREA** berechnet **effective SSN**, wenn die foF2-Frequenz an einem oder mehreren Senkrecht-Sender-Standorten (Ionosonden) bekannt ist. (Bild 6)

Sehr hilfreich sind die Web-Zugänge von IPS für **URSL/HAP** und **NWRA**. IPS stellt in **URSL/HAP** so genannte **T Indices** für Verbindungen in verschiedenen Regionen zur Verfügung, die je nach Lage der beiden Funkpartner als **T Index** ausgewählt werden müssen. Bei Verbindungen zwischen den Regionen ist der jeweils kleinere Wert zu verwenden. „The T index can best regarded as an „equivalent sunspot number“ – the sunspot number wich would best match the observations made by ionosondes.“ [IPS-Website]

Bei einem weiteren Webzugang **NWRA** kann **SSNe** abgerufen werden „... **SSNe defined as that SSN wich will return a zero average-error between foF2 values generated from a model ... and a set of foF2 observations, using mid-latitude foF2 observations from a single day as input and is based on the URSI-88 model**“ [NWRA-Website].

	Download-Programme			web-Zugang	
	Funk-Prognose Uwe Runte, DJ4FQ	W6ELProp	ICEAP/ ICAREA US Govern./ I T S	URSL/ HAP Austral. Govern./ I P S	NWRA Northw.Res.Ass.
QTH zu QTH ... zu Fläche	*	*	* ICEAP * ICAREA	* URSL	* HAP
Ergebnisse	Pegel/ Feldstärke f. Wahrscheinlichkeit 10/50/90 %/ Grayline	MUF/ Pegel/ S-to-N Reliability (%)/ Grayline	MUF/ LUF/ Reliability (%)/ RPWRG/ u.v.a.m.	Recommended & Secondary, Upper & Lower usable Frequencies	MUF
				T Indices (zur Auswahl)	SSNe/ F10,7-derivedSSN
Vorgaben	Ri	SFI /((SSN ^{**})/ K Index	SSN [*]) or foF2(Lat./Long./Time) for effective SSN/ Qe	T Index	
<p>^{**})"F10,7-d.SSN" *) monthly median data effective SSN, T Index, SSNe: effektive bzw. äquivalente Sonnenfleckenrelativzahlen "F 10,7-derived SSN": abgeleitete Sonenfleckenrelativzahl aus SSN als Funktion von SFI (Mittelwerte)</p> <p>T Indices T month, T day (23 UT, for southern hemisphere); regions: T aus, T nh, T sh, Tnz, T ant "If communicating from one to another hemisphere/region during a disturbed period use the lower of the two indices."</p> <p>Qe Effect. geomagnetic activity index (Kp: 0 ...6) -> Qe: 0 ... 8</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;"> verbesserte Funk-Prognose statt Ri -> T Index statt Ri -> SSNe statt Ri -> "F 10,7-derived SSN"(mit Einschränkungen) </div>					

Bild 6 Verbesserte Vorgaben mittels effective SSN, T Index, SSNe und "F 10,7-derived SSN"

DL2DSD

In [1] wird empfohlen, im Programm „Funk-Prognose“ [3] statt Ri die aktuellen Werte von **T Index** oder **SSNe** für Eingaben zu verwenden (und nicht etwa aktuelle R-Werte). Weniger gut sei die Verwendung von R = (SFI – 73)/0,62, d.h. eine der Näherungen für „F 10,7-derived SSN“. **W6EL-Prop** verwendet „F 10,7-derived SSN“, falls SSN eingegeben wird (s. o.). „F 10,7-derived SSN“ wird auch bei **NWRA** ausgegeben.

Beispiele für die Reaktion von äquivalenter Sonnenfleckenrelativzahl (T Index) bei Ionosphärenstörungen im Vergleich zur aktuellen Sonnenfleckenrelativzahl R und abgeleiteter Sonnenfleckenrelativzahl („F 10,7-derived SSN“)

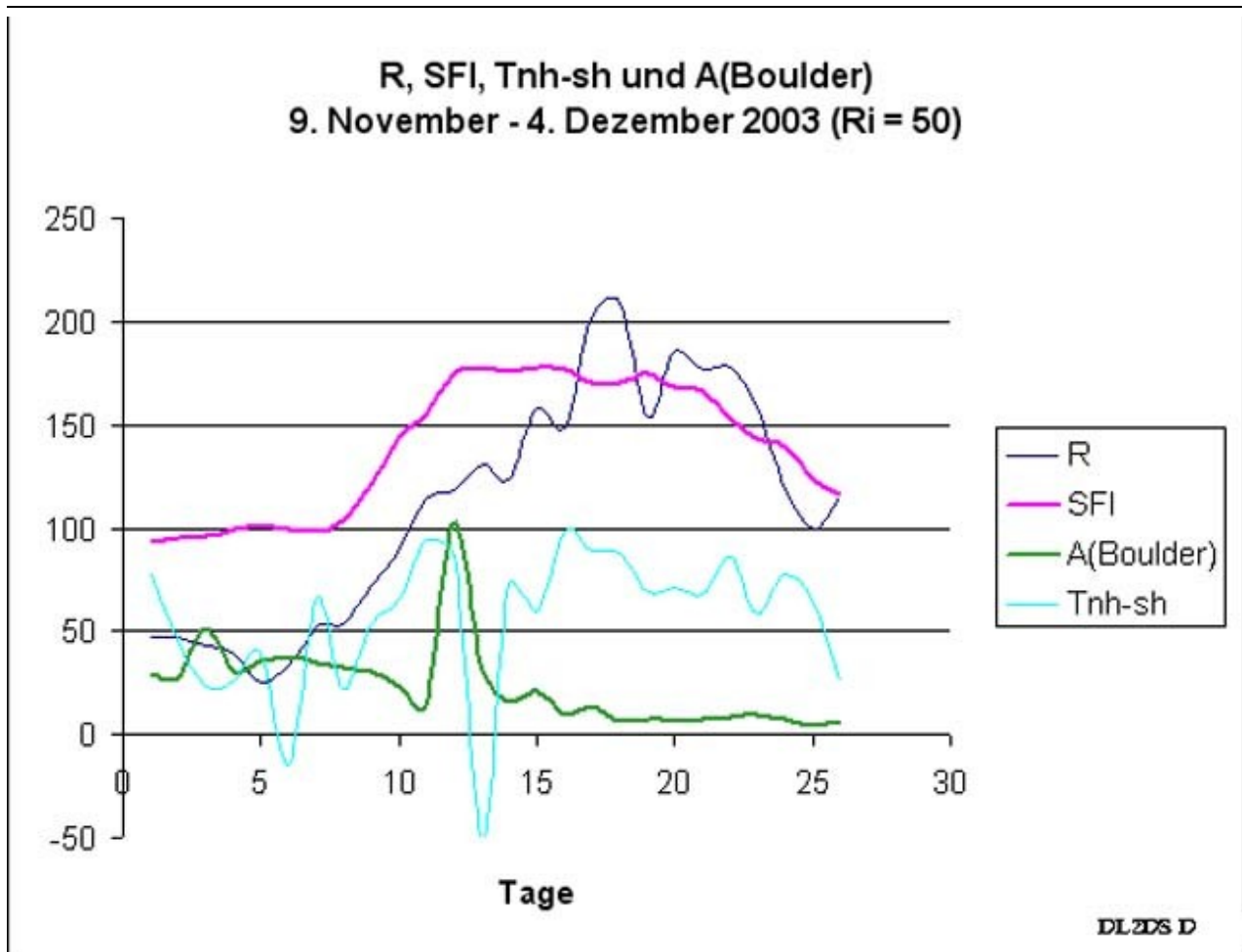


Bild 7: KW-Verbindung von der Nord- zur Südhemisphäre vom 9. 11. bis zum 4. 12. 2003

Die Daten für die Bilder 7 und 8 sind täglich IPS und DK0WCY entnommen worden. Ausgewählt wird eine KW-Verbindung von der Nord- zur Südhemisphäre. T Index heißt daher Tnh-sh.

Im Zeitraum 9. November 2003 bis 4. Dezember 2003 (Bild 7) wurde eine erdmagnetische Störung registriert, wie aus den **A(Boulder)**-Werten ersichtlich ist. Während bis zum 25. November die Sonnenfleckenrelativzahl **R** und der Solare Flux Index **SFI** überdurchschnittlich anstieg, **wies die äquivalente Sonnenfleckenrelativzahl Tnh-sh am 21. November (13. Tag) einen tiefen Einbruch auf.**

(Bild 8): „**F 10,7-derived SSN**“ ist zusätzlich aus **SFI** nach Gl. (2a) berechnet und eingetragen. Die monatliche Vorhersage betrug $R_i = 47$. Zwischen dem 7. Dezember 2003 und 4. Januar 2004 wurden Störungen des Erdmagnetfeldes gemessen, vgl. **A(Boulder)**. Die äquivalente Sonnenfleckenrelativzahl **Tnh-sh** wechselte sehr stark zwischen niedrigen und überdurchschnittlichen Werten. (im Vergleich zur). **Die Sonnenfleckenrelativzahl R, der Solare Flux Index SFI und die aus ihm abgeleitete „F 10,7-derived SSN“ = R(SFI) gaben diese Dynamik nicht wieder.**

Die täglichen Werte von Tnh-sh sind in den Bildern 7 und 8 immer kleiner als die R-Werte.

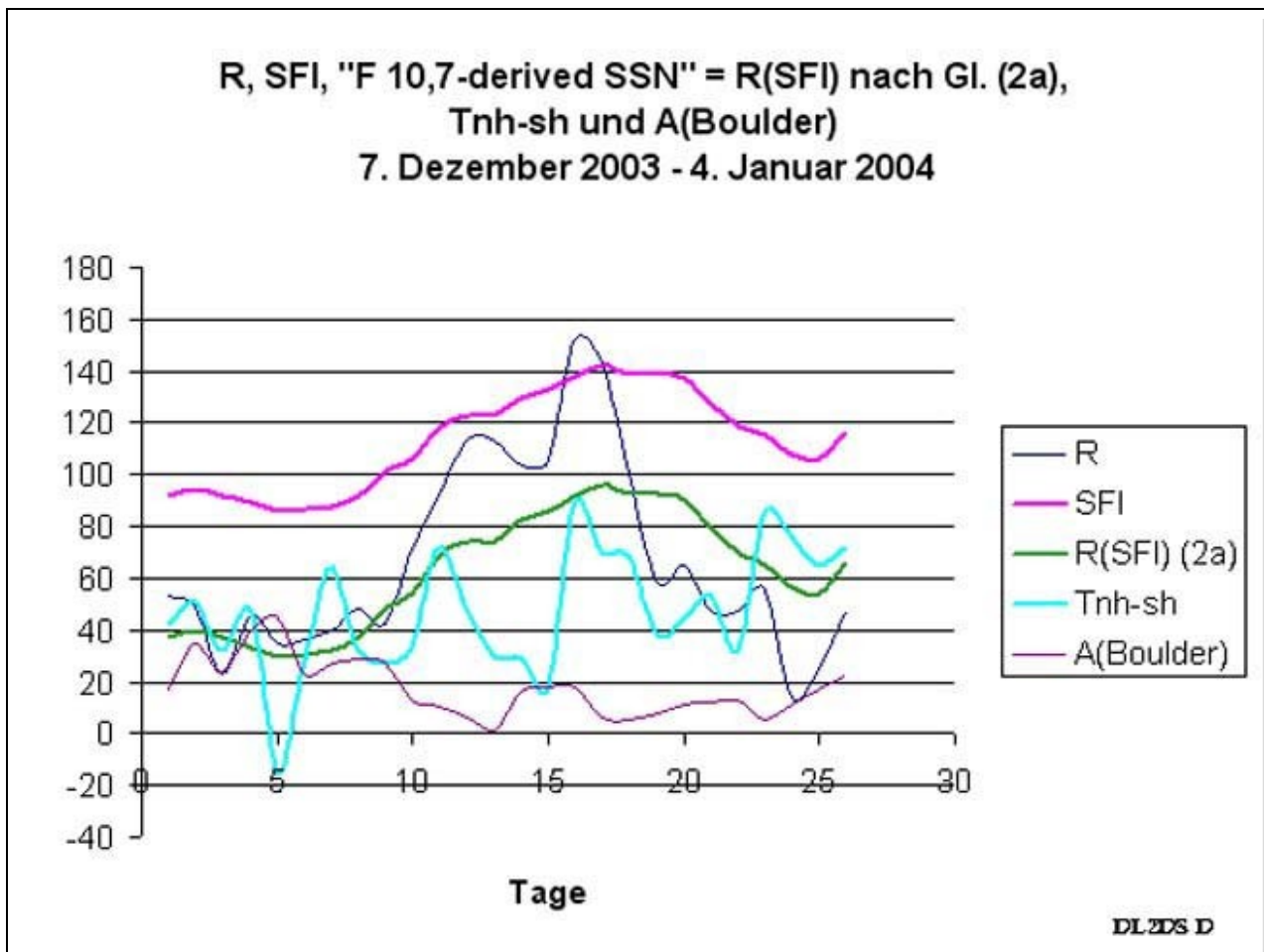


Bild 8: KW-Verbindung von der Nord- zur Südhemisphäre vom 7.12. 2003 bis zum 4.1. 2004

(SSNe von NWRA habe ich bisher nicht benutzt.)

Empfehlenswert für QTH-QTH-Vorhersagen: Web-Zugang für URSL (URSL-Prediction Display).

Nach dem Anklicken der beiden QTHs auf der angebotenen Weltkarte, der Festlegung des maximalen QRG-Umfanges und der Auswahl des zutreffenden T Index aus den angebotenen T Indices (vgl. Bild 6) werden nach „Do Pred“ folgende Frequenzen (tageszeitabhängig) ausgegeben: empfohlene, ersatzweise zweitrangige, sowie obere und untere nutzbare Frequenzen.

Zusammenfassung

Zur Verbesserung der KW-Funkprognosen werden kommerziell Pseudo-Sonnenfleckenzahlen bereitgestellt und verwendet. [1] empfiehlt sie auch für die **Funk-Prognose** [3]. Man kann sie ebenso bei **W6ELProp** (SSN-Eingabe) einsetzen. - Der **Web-Zugang URSL/Prediction Display** liefert direkt empfohlene, ersatzweise zweitrangige, sowie obere und untere nutzbare Frequenzen. - Bei plötzlichen Störungen (z.B. Sudden Ionospheric Disturbance -SID-, Erhöhung der Ionendichte der D-Schicht (MD-Effekt) und Beginn eines magnetischen Sturms) versagen die angeführten KW-Funkprognosen, bis wieder aktuelle Pseudo-Sonnenfleckenzahlen zur Verfügung stehen.

Literatur:

[1] Höll, L. - DK3WI, Verbesserte Funkwettervorhersage. cqdl 9/2003, S.624-625

[2] Greiner, G., Funktechnik (I) Kurzwellenkommunikation. Kompendium 7 der „telekom-praxis“, 1990, Fachverlag Schiele & Schön, Berlin; 78 S. ISBN 3 7949 0519 9; Darin: [87] Uffelmann, D.R. Real-time update of two well-known models of the maximum usable frequency. IEEE, Military Communications, Conference Proceedings 1983, page 342

[3] Runte, W. - DJ4FQ, Funkwetter selbst voraussagen. cgdI 5/2003, S. 328-329

Webzugänge/Downloads:

Funk-Prognose (DJ4FQ): <http://www.darc.de> ->DARC-Download-Service

W6ELProp: <http://www.qsl.net/w6elprop/>

ICEAP/ICAREA: http://elbert.its.blrdoc.gov/hf_prop/Windows/pcinstall/itshfbc.exe

URSL/HAP: <http://www.ips.gov.au/> ->HF-Systems ->Predictiontools

NWRA: <http://www.nwra-az.com/spawx>