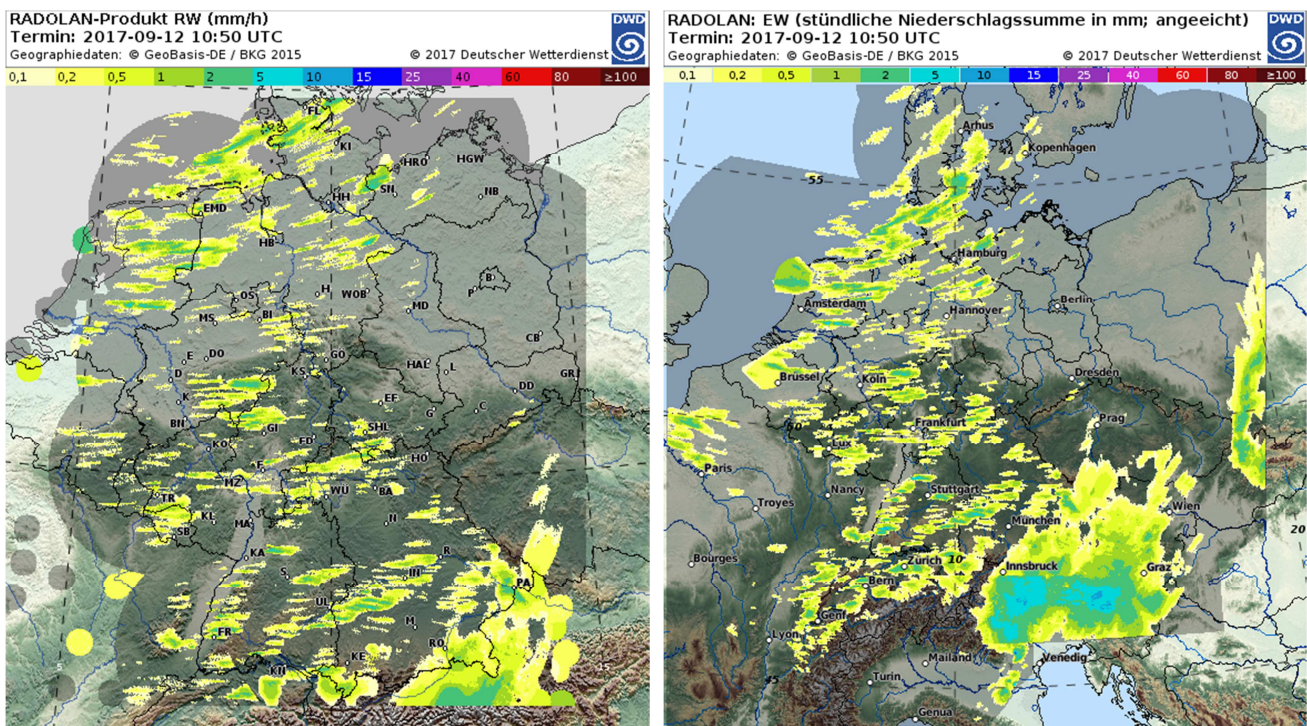


# **RADOLAN/RADVOR**



**Hoch aufgelöste Niederschlagsanalyse und –vorhersage auf der Basis quantitativer Radar- und Ombrometerdaten für grenzüberschreitende Fluss-Einzugsgebiete von Deutschland im Echtzeitbetrieb**

## **Beschreibung des Kompositformats Version 2.4.3**



**Deutscher Wetterdienst  
Abteilung Hydrometeorologie**

<http://www.dwd.de/RADOLAN>

<http://www.dwd.de/radvor>

**April 2018**

---

**Inhaltsverzeichnis**

Inhaltsverzeichnis .....	2
Versionshistorie .....	3
1     Formatbeschreibung des binären Kompositformats .....	4
1.1   ASCII-Header .....	4
1.2   Binärdaten .....	9
1.3   Polarstereografische Projektion .....	12
1.4   Inverse polarstereografische Projektion.....	13
1.5   Darstellung in ArcGIS .....	13
1.6   Geografische Dateien .....	14
2     Tabelle der verwendeten deutschen Radarstandortkürzel im ASCII-Header.....	15
3     Erweiterung um benachbarte ausländische Radarstandorte .....	16
3.1   Integration des Radars Nancy .....	16
3.2   Räumliche Erweiterung und Integration weiterer ausländischer Radare .....	16
4     Ausblick .....	19
5     Literaturverzeichnis.....	21

**Versionshistorie**

Version	Datum	Autor	Änderung
1.0	30.04.2003	Daniel Sacher MeteoSolutions GmbH Sturzstr. 45 64 285 Darmstadt 06151-599 03 42	Erstellung
1.3	29.02.2004	Elmar Weigl DWD-KU41 Kaiserleistr. 44 63 067 Offenbach/ Main 069-8062 2981	Erweiterung der Kennung VS; Aufnahme der Kennungen SW und PR
2.0	06.12.2005	Elmar Weigl <a href="mailto:Elmar.Weigl@dwd.de">Elmar.Weigl@dwd.de</a>	Abgestimmte Version zur Anwendung für den experimentellen Testbetrieb des RADAR-Nowcastings innerhalb RADVOR-OP; neue Kapitel „Erweiterung um benachbarte ausländische Radarstandorte“ und „Literaturverzeichnis“; Ergänzung um Deckblatt und Inhaltsverzeichnis
2.2	03.08.2009	Dr. Tanja Winterrath DWD, KU42a Frankfurter Str. 135 63067 Offenbach/ Main 069-8062 2978	Ersatz der Abbildungen 1 und 3; Erweiterung der Projektionsbeschreibung; Einführung des RE-Produkts in RADVOR-OP; Ergänzung einer GIS-Anleitung (1.5) und der geografischen Dateien (1.6)
2.2.1	21.08.2009	Elmar Weigl	Aktualisierung aufgrund der Operationalisierung von RADOLAN-ME
2.2.2	30.07.2010 - 01.06.2011	Elmar Weigl	Ergänzung in 1.1 bei den Headerkennungen VS und GP; Ergänzung in 1.2; Geografische Koordinaten der deutschen Radarstandorte nach Potsdam-Datum in 2.; Aktualisierung der Radarstandorttabellen (national in 2.; international in 3.2)
2.3	26.05.2015	Dr. Tanja Winterrath Elmar Weigl	Ergänzung um neue RADVOR- und RADOLAN-Produkte, Aktualisierung des gesamten Textes, Entfernen des Anhangs
2.3.1	13.01.2016	Elmar Weigl	Ergänzung um eine Grafik zur Erklärung der Unterschiede der beiden nationalen Komposits in 1.2 und um eine Tabelle mit den Eckpunkten des mitteleuropäischen Komposits in 3.2
2.4	31.08.2016	Elmar Weigl	Änderung des ASCII-Headers bei den Produkten RW, RU und EW; Neue Radarprodukte; Änderung der Headerkennungen INT, MF und MS bei einigen Radarprodukten in 1.1
2.4.1	14.09.2017	Elmar Weigl	Aktualisierung des Kapitels 3.2 und 4 aufgrund der Integration österreichischer Radardaten in RADOLAN-ME
2.4.2	26.10.2017	Elmar Weigl	Aufnahme der neuen Summenprodukte S2 und S3 in 1.1
2.4.3	25.04.2018	Elmar Weigl	Aktualisierung der Tabelle in 2 und der Abb. 6 (Aufnahme des Ausfallsicherungsradars Borkum)

## 1 Formatbeschreibung des binären Kompositformats

Dieses Format wird für die zentral zu einem Komposit verarbeiteten quantitativen Radarniederschlagsdaten (**quantitative Radarkomposits**) verwendet. Darüber hinaus können damit aber auch andere in der untenstehenden Tabelle als solche gekennzeichnete Daten gespeichert werden.

Alle Ergebnisse und Zwischenergebnisse der Radaraneichung (auf Kompositdaten basierend: online im Rahmen des Verfahrens RADOLAN [DWD, 2004] und offline im Rahmen der RADOLAN-Reanalyse) sowie des RADAR-Nowcastings im Rahmen des Verfahrens RADVOR [DWD, 2005a] werden in diesem Format gespeichert. Diese Komposits liegen in polarstereografischer Projektion vor (weitere Informationen s. entsprechende Abschnitte dieses Dokuments).

Die Visualisierung der meisten quantitativen Radarniederschlagskomposits ist mittels IDLRaBiD, Version 5.1 [DWD, 2011] möglich. Im Wettervorhersagedienst des DWD werden verschiedene RADOLAN- und RADVOR-Produkte mittels NinJo (s. <http://www.dwd.de/ninjo>) visualisiert.

### 1.1 ASCII-Header

<i>Format</i>	<i>Erklärung</i>		
(FORTRAN-Bezeichner)	Produktkennung	Dateiname	Inhalt
A2	WX	raa01-wx_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin (INT=5min)	qualitätskorrigierte Original Radardaten in qualitativen rvp-6-Einheiten, Codierung in 1 Byte, im erweiterten nationalen Ausschnitt
A2	RX	raa01-rx_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin (INT=5min)	Original Radardaten in qualitativen rvp-6-Einheiten, Codierung in 1 Byte
A2	RO	termocl.pix (INT=60min) bzw. raa01-ro_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin (INT=5min)	Original Radardaten, mit Standard-Z-R-Beziehung in Niederschlagshöhen umgerechnet
A2	RK	antish.pix (INT=60min) bzw. raa01-rk_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin (INT=5min)	Radardaten nach Abschattungskorrektur, mit Standard-Z-R-Beziehung in Niederschlagshöhen umgerechnet
A2	RZ	raa01-rz_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin (INT=5min)	Radardaten nach Abschattungskorrektur und nach Anwendung der verfeinerten Z-R-Beziehungen in Niederschlagshöhen umgerechnet
A2	RY	raa01-ry_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin (INT=5min)	durch das Qualitätskomposit (QY s. gesonderte Formatbeschreibung in [DWD, 2005b]) korrigierte Radardaten
A2	RH	trigger.pix (INT=60min; um hh:35) bzw. bestrain.pix (INT=60min; um hh:45) bzw. raa01-rh_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin (INT=60min; alle 5 min)	Radardaten nach Abschattungskorrektur und nach Anwendung der verfeinerten Z-R-Beziehungen in Niederschlagshöhen umgerechnet und auf eine Stunde aufsummiert
A2	RJ	state.trigger.pix (um hh:35) bzw. state.bestrain.pix (um hh:45)	Anzahl am RH beteiligter fünfminütlicher lokaler Radardaten für jedes Pixel (keine Radardaten)

<b>Format</b>	<b>Erklärung</b>		
<b>(FORTRAN-Bezeichner)</b>	<b>Produktkennung</b>	<b>Dateiname</b>	<b>Inhalt</b>
A2	RP	kooclu.pix	relative Pixelhäufigkeit (keine Radardaten)
A2	RT	maxclu.pix	Anzahl Vortermine für jedes Pixel (keine Radardaten)
A2	RC	ihvkoo.pix	Radardaten nach statistischer Clutterkorrektur ohne Clutterpixel
A2	RI	intclu.pix	Radardaten nach statistischer Clutterkorrektur ohne Clutterpixel; interpoliert
A2	RG	glatt8.pix	Radardaten nach Glättung mit dem Mittelwertfilter (sog. BOGRA-Verfahren)
A2	RB	borama.pix bzw. raa01-rb_10000-YYMMDDhhmm-dwd--bin	Radardaten nach Anwendung eines Faktors (Voraneichung mit dem sog. BORAMA-Verfahren)
A2	RA	addiff.interim.pix bzw. addiff.relevant.pix	Radardaten nach Aneichung mit dem Differenzenverfahren; interim=ohne Kontrollstationen, relevant=mit allen Stationen
A2	RM	mul fak.interim.pix bzw. mul fak.relevant.pix	Radardaten nach Aneichung mit dem Faktorenverfahren; interim=ohne Kontrollstationen, relevant=mit allen Stationen
A2	RL	merge.interim.pix bzw. merge.relevant.pix	Radardaten nach Aneichung mit dem Mergingverfahren; interim=ohne Kontrollstationen, relevant=mit allen Stationen
A2	RD	dbr.interim.pix bzw. dbr.relevant.pix	interpolierte Aneichdifferenzen (keine Radardaten); interim=ohne Kontrollstationen, relevant=mit allen Stationen
A2	RF	fbr.interim.pix bzw. fbr.relevant.pix	interpolierte Aneichfaktoren (keine Radardaten); interim=ohne Kontrollstationen, relevant=mit allen Stationen
A2	RW	adjust.pix bzw. raa01-rw_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin	Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren <sup>1</sup>
A2	RU	adjust.merge.pix bzw. raa01-ru_10000-YYMMDDhhmm-dwd--bin	Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen-, Faktoren- und Mergingverfahren
A2	RR	bod.pix	interpolierte Bodenniederschlagshöhen (keine Radardaten) nach dem RADOLAN-Verfahren

<sup>1</sup> ab Softwareversion 2.0 werden Radarlücken mit interpolierten Bodenniederschlagshöhen ersetzt

<b>Format</b>	<b>Erklärung</b>		
<b>(FORTRAN-Bezeichner)</b>	<b>Produktkennung</b>	<b>Dateiname</b>	<b>Inhalt</b>
A2	S2	raa01-s2_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin	2h-aufsummiertes Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	S3	raa01-s3_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin	3h-aufsummiertes Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	SQ	raa01-sq_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin	6h-aufsummiertes Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	SH	raa01-sh_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin	12h-aufsummiertes Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	SF	raa01-sf_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin	24h-aufsummiertes Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	D2	raa01-d2_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin	48h-aufsummiertes Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	D3	raa01-d3_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin	72h-aufsummiertes Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	W1	raa01-w1_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin	7d-aufsummiertes Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	W2	raa01-w2_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin	14d-aufsummiertes Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	W3	raa01-w3_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin	21d-aufsummiertes Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	W4	raa01-w4_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin	30d-aufsummiertes Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren



<b>Format</b>		<b>Erklärung</b>	
<b>(FORTRAN-Bezeichner)</b>	<b>Produktkennung</b>	<b>Dateiname</b>	<b>Inhalt</b>
A2	RV	RVYYMMddhhmm_vvv_MFxxx (INT=5min)	Radardaten, vorhergesagt aus dem fünf-minütlichen RZ-Produkt; YY=Jahr, MM=Monat, dd=Tag, hh=Stunde, mm=Minute, vvv=vorhergesagter Zeitpunkt in Minuten, MFxxx <sup>2</sup>
A2	RS	RSYYMMddhhmm_vvv_MFxxx (INT=60min; alle 5 min)	Radardaten, vorhergesagt aus dem fünf-minütlichen RZ-Produkt und auf eine Stunde aufsummiert; YY=Jahr, MM=Monat, dd=Tag, hh=Stunde, mm=Minute, vvv=vorhergesagter Zeitpunkt in Minuten, MFxxx
A2	RQ	RQYYMMddhhmm_vvv bzw. raa01-rq_10000- YYMMDDhhmm_vvv-dwd---bin (INT=60min; alle 15 min)	Radardaten: mit der Verschneidung aus dem RW-Produkt quantifiziertes (quasi-angeeichtes) RS-Produkt
A2	RE	REYYMMddhhmm_vvv (INT=60min; alle 15 min)	Anteil des festen Niederschlags im RQ (keine Radardaten) + Hagelflag
A2	FS	FSYYMMddhhmm_vvv (INT=60min; alle 15 min)	Schneefallrate (keine Radardaten) in cm/h
A2	FQ	FQYYMMddhhmm_vvv (INT=360min; alle 15 min)	6h-aufsummierte Schneefallrate (keine Radardaten) in cm/6h
A2	EX	raa01-ex_10000- YYMMDDhhmm-dwd---bin (INT=5min)	mitteleuropäische qualitätskorrigierte qualitative Radardaten analog WX, in qualitativen rvp-6-Einheiten, Codierung in 1 Byte
A2	EZ	raa01-ez_10000- YYMMDDhhmm-dwd---bin (INT=5min)	mitteleuropäische quantitative Radardaten analog RZ
A2	EY	raa01-ey_10000- YYMMDDhhmm-dwd---bin (INT=5min)	mitteleuropäische qualitätskorrigierte quantitative Radardaten analog RY
A2	EH	raa01-eh_10000- YYMMDDhhmm-dwd---bin (INT=60min; alle 5 min)	mitteleuropäische quantitative Radardaten analog RH
A2	EB	raa01-eb_10000- YYMMDDhhmm-dwd---bin (INT=60min)	mitteleuropäische quantitative Radardaten analog RB
A2	EW	raa01-ew_10000- YYMMDDhhmm-dwd---bin (INT=60min)	mitteleuropäische quantitative Radardaten analog RW

<sup>2</sup> xxx ergibt sich aus dem Dezimalwert der entsprechenden Binärdarstellung: MF001=KONRAD, MF002=ROSENOW, MF003=KONRAD+ROSENOW, MF004=WINTERRATH, MF006=ROSENOW+WINTERRATH, MF007=KONRAD+ROSENOW+WINTERRATH

<b>Format</b>	<b>Erklärung</b>
3I2	Zeitpunkt der Messung: Tag, Stunde und Minute ( <i>ddhhmm</i> ) in UTC
I5	Radarstandort; für Komposit wird immer 10000 verwendet
2I2	Zeitpunkt der Messung: Monat und Jahr ( <i>MMYY</i> )
A2	Kennung "BY"
I7	Produktlänge (in Byte)
A2	Kennung "VS" (falls nicht vorhanden, dann wurden als Grundlage zur Generierung des Komposits standort-bezogene Radardaten mit 100km Radius verwendet)
I2	Format-Version: 0: sog. „Mischversion“ mit 100 km und 128 km Radius, bedingt durch die Erweiterung des quantitativen Messbereiches im Frühjahr 2000; 1: 100 km Radius; 2: 128 km Radius; 3: 150 km Radius (ab 30.06.2010 gesetzt; ab 17.03.2010 fälschlicherweise noch als 2 dokumentiert)
A2	Kennung "SW"
1X,A8	Software-Version von RADOLAN, beginnend mit „00.01.00“ für die erste Testversion von RADOLAN
A2	Kennung "PR"
1X,A4	Genauigkeit der Daten: „E-00“ für ganze Zahlen, „E-01“ für 1/10; „E-02“ für 1/100
A3	Kennung "INT"
I4	Intervalldauer in Minuten; bei den Summenprodukten W1, W2, W3 und W4 ist die Angabe mit zehn zu multiplizieren, um auf die Minuten zu kommen
A1	Kennung "U"; nur bei den Produkten S2, S3, D2 und D3
I1	Maßeinheit von "INT": 0 = Minuten, 1 = Tage
A2	Kennung "GP"
A9	Anzahl der Pixel im Ausschnittsgebiet: "900x 900" für nationale Komposits, „1100x 900“ für erweiterte nationale Komposits, "1500x1400" für mitteleuropäische Komposits (Bedeutung: 1500 Zeilen und 1400 Spalten (s.a. Kap. 3.2))
A2	Kennung "VV" (Vorhersagezeitpunkt)
1X,I3	Vorhersagezeitpunkt in Minuten nach der Messung
A2	Kennung "MF" (Modul Flags)
1X,I8	Dezimalwert der entsprechenden Binärdarstellung (Erklärung s. beim Produkt RV; hier achtstellig, um dem unerschöpflichen Entwicklungsbedarf abzudecken)
A2	Kennung "QN" (Quantifizierungsart)
1X,I3	definierte Quantifizierungen <sup>3</sup>
A2	Kennung "MS"
I3	Textlänge m (max. 999)
Am	Text von m Zeichen; Radarstandortkürzel in spitzen Klammern s. Tabellen der verwendeten Radarstandortkürzel in Kap. 2 und 3; fester Text im RE: <***data_incomplete***> bei unvollständigen Daten in der Produktion; bei den Summenprodukten D2, D3, W1, W2, W3 und W4 wird die Information, die bei den Summenprodukten SQ, SH und SF in der Kennung ST enthalten ist, in die Kennung MS aufgenommen: Radarstandortkürzel und Anzahl der Beiträge zu jedem Radar
A2	Kennung "ST"

<sup>3</sup> QN 001 = RAVOQ (HV-Transformation), QN 002 = RAVOQ (HV-Transformation m. Konfidenzschätzung), QN 003 = RAVOQ (...), QN 004 = WINTERRATH, folgende Werte werden im RE-Produkt addiert: +8 = Radarwetter, +16 = Koistinen und Saltikoff, +32 = Cremonini (T), +64 = Cremonini (Twb)



<b>Format</b>	<b>Erklärung</b>
I3	Textlänge m (max. 999)
Am	Text von m Zeichen; Radarstandortkürzel und Anzahl der zum Summenprodukt beteiligten Beiträge der einzelnen Radare (nur in den Produkten SQ, SH und SF) in spitzen Klammern; Radarstandortkürzel s. Tabellen der verwendeten Radarstandortkürzel in Kap. 2 und 3
A1	Char(3): "etx"

Über die Modulflags (MF) soll ersichtlich werden, welche Module X (Modul1, Modul2, Modul3, etc.) zur Ableitung der (extrapolierten) Datensätze angewendet wurden, z.B. Extrapolation konvektiver (MODUL1=KONRAD) bzw. stratiformer (MODUL2=ROSENOW) Niederschlagsfelder sowie Extrapolation der Niederschlagsfelder aus LM-Winden (MODUL3=WINTERRATH); Bsp.: „MF 00000004“ bedeutet, dass nur das Modul 3 (=WINTERRATH) angewendet wurde. Durch die achtstellige Angabe sind Kapazitäten für max. 27 verschiedene Module vorhanden. Durch die verschiedenen Verschneidungsmöglichkeiten der einzelnen Module zu einem Ergebnis ist eine dezimale Binärdarstellung unbedingt notwendig. Die **Definition neuer Module** ist bei der Produkterklärung RV und/oder RS erforderlich. Für die angeeichten Radarniederschlagsanalysen RW, RU und EW wird diese Headerkennung ab der RADOLAN-Version 2.16.0 (Operationalisierung am 31.08.2016) ebenfalls genutzt, wobei MF = 00000001 für die erste Version der Qualität dieser Produkte steht. Das Qualitätsverfahren ist die nachgeschaltete Clutterkorrektur auf das angeeichte Radarniederschlagsprodukt. Zur Vermeidung neuer Produktkennungen hat man sich auf diese Kennzeichnung festgelegt.

Die Quantifizierungsart (QN) soll zeigen, mit welchem mathematischen Ansatz die Quantifizierung nicht-angeeichter Radardaten zum RQ-Produkt erfolgt. Zusätzlich ist hier die Methode zur Bestimmung des Aggregatzustands für das RE-Produkt verschlüsselt. Die **Definition neuer Quantifizierungen** ist als dreistellige Ziffer erforderlich.

#### Anmerkungen:

- Die Anzahl der verfügbaren Modulflags ist bewusst größer gehalten als derzeit notwendig, um die Anwendung anderer Module zur Korrektur der Datensätze kenntlich machen zu können.*
- Nur die RADVOR-Produkte RV, RS, RQ und RE haben die Headerkennungen VV und MF. Bei diesen Vorhersageprodukten wird mit der Datum-Zeit-Gruppe YYMMDDhhmm die Zeit angegeben, von dem Produkt die Vorhersage aus berechnet wird. Mit der Headerkennung VV bzw. des Dateinamensbestandteils vvv wird das Ende der vorhergesagten Zeit in Minuten nach der in der Datum-Zeit-Gruppe angegebenen Zeit definiert. Zusammen mit der Headerkennung INT ist dann eindeutig der zeitliche Bezug (Zeit des Beginns und des Endes der Vorhersage und Zeitintervall) der Vorhersagen zu erkennen.*
- Die Headerkennung QN gibt es nur beim RQ- und RE-Produkt.*
- Die angeeichten Radarprodukte RW, RU und EW haben mit der RADOLAN-Version 2.16.0 (operationalisiert am 31. August 2016, 08:30 UTC) ebenfalls die Headerkennung MF.*

## 1.2 Binärdaten

Es folgt ein binär codierter Datenblock mit 900 mal 900 Datensätzen für das nationale RADOLAN-Raster bzw. mit 1100 mal 900 für das erweiterte nationale RADOLAN-Raster bzw. mit 1500 mal 1400 für das mitteleuropäische RADOLAN-ME-Raster (s.a. Headerkennung GP). Der Datenblock beginnt mit dem Pixel in der linken unteren Ecke des Komposits. Die Koordinaten 46.9526°N und 3.5889°E bzw. 46.1929 °N und 4.6759 °E bzw. 43.9336 °N und 2.3419°E beziehen sich auf die linke untere Ecke des Radarpixel (s.a. entsprechende Abb. 1-4).

*Hinweis: Jeder Datensatz, mit Ausnahme der WX-, RX- und EX-Daten, besteht aus 2 Byte in „little endian“-Kodierung.*

Die Größenordnung der Daten ergibt sich aus dem Header (s. Headerkennung PR).

<b>13.-16. Bit</b>	<b>1-12: Datenbits</b>	<b>Erklärung</b>
0000	0000 0000 0000	0 (kleinster darstellbarer Wert)
0000	0000 1111 1111	255
0000	1111 1111 1111	4095 (größter darstellbarer Wert)
0001	0000 0000 0000 bis 1111 1111 1111	Bit 13 für Pixel aus sekundärem Datensatz (interpolierte Bodenniederschlagshöhen); Wert: 0 bis 4095
0001	0000 0000 0000 bis 0011 1110 1000	RE: Bit 13 = Hagelflag; Wert (Anteil festen Niederschlags): 0 bis 1000
0010	1001 1100 0100	Bit 14 für die Fehlkennung <sup>4</sup> ; Wert: 2500
0100	0000 0000 0001	Bit 15 für negatives Vorzeichen gesetzt <sup>5</sup> ; z.B. Wert: -1
0100	0000 0000 0000 bis 0011 1110 1000	RE, FS, FQ: Bit 15 markiert den Gültigkeitsbereich des zugehörigen RQ-Produkts
1000	1001 1011 1010	Bit 16 als Cluttermarkierung gesetzt <sup>4</sup> ; Wert: 2490

Anmerkung: Die früher ausschließlich mit dem Wert 2500 (Fehlkennung) bzw. dem Wert 2490 (Cluttermarkierung) gekennzeichneten Daten sind eindeutig mit der Bitbelegung (14 bzw. 16) identifizierbar.

Für die mit jeweils 1 Byte codierten WX-, RX- und EX-Daten gilt:

<b>1-8: Datenbits</b>	<b>Erklärung</b>
0000 0000	0 (kleinster darstellbarer Wert)
1111 1111	255 (größter darstellbarer Wert)
1111 1010	Fehlkennung; Wert: 250
1111 1001	Cluttermarkierung; Wert: 249

Die Umrechnung von RVP6-Einheiten in dBZ erfolgt durch:

$$dBZ = \frac{RVP6}{2} - 32,5$$

<sup>4</sup> gültig erst für Ergebnisse der Online-Aneichung

<sup>5</sup> nur in Produkt RD enthalten

Km-Raster (RADOLAN national)

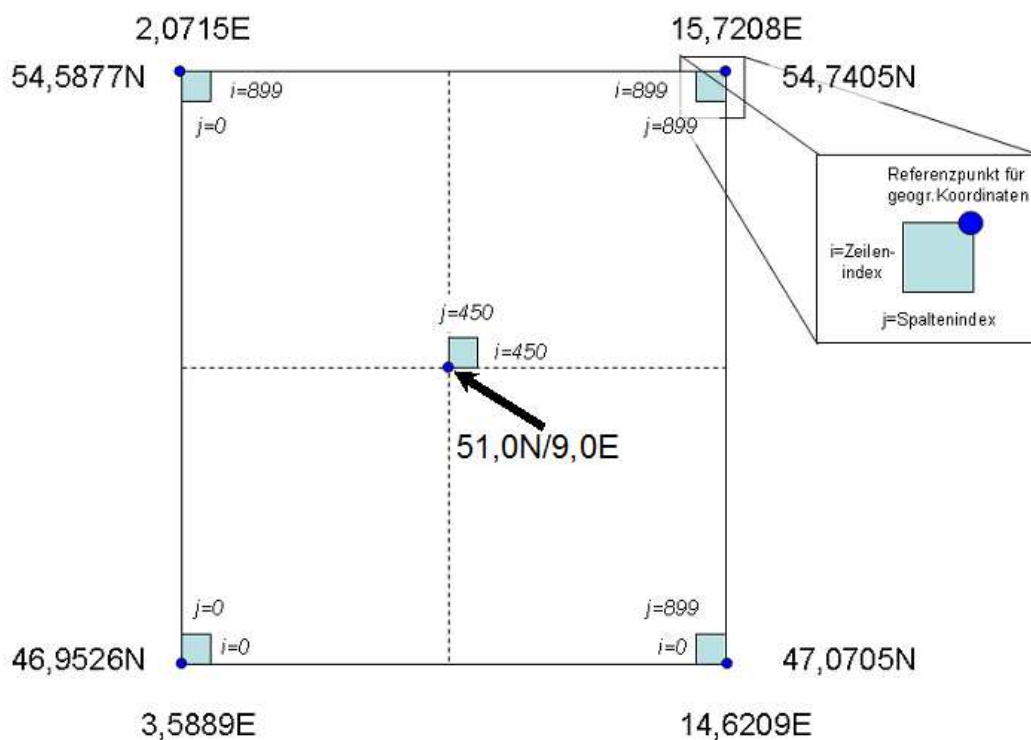


Abbildung 1: 1 x 1 km-Raster des nationalen Komposits (RADOLAN-Raster)

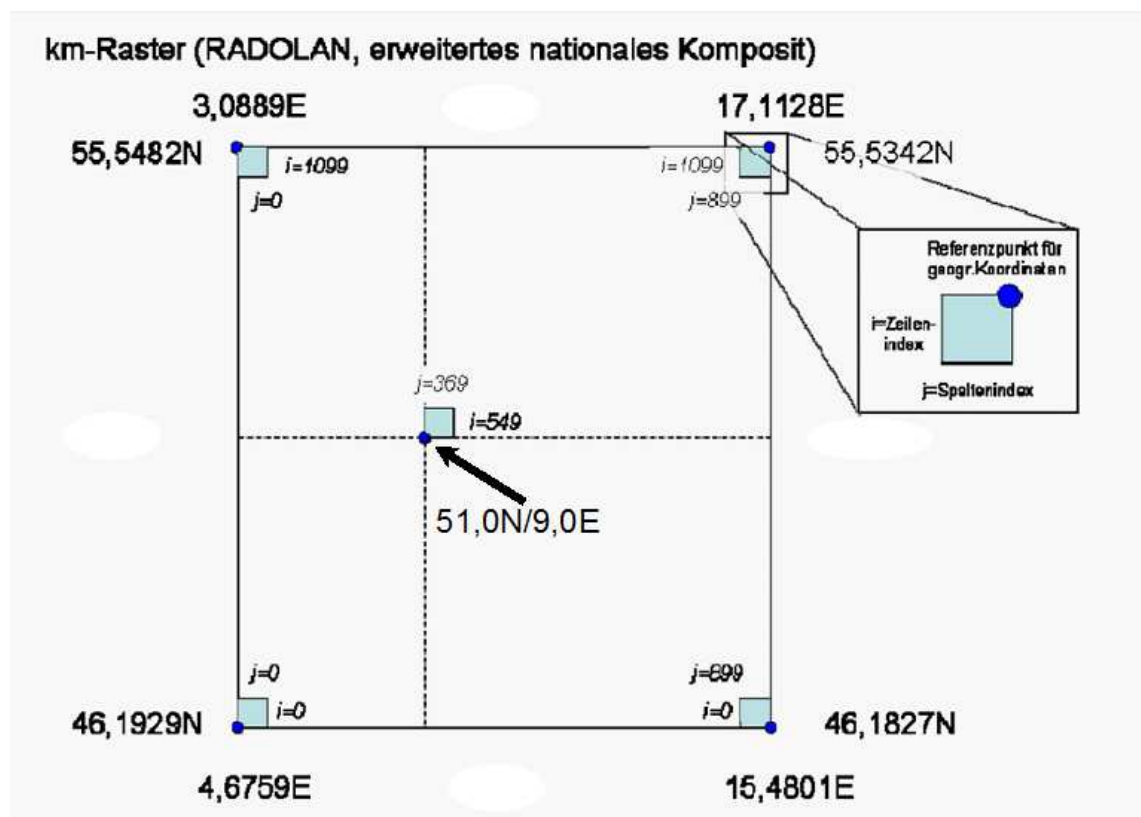


Abbildung 2: 1 x 1 km-Raster des erweiterten nationalen Komposits (erweitertes RADOLAN-Raster)

Das erweiterte nationale Komposit ist gegenüber dem nationalen Komposit räumlich um jeweils 100 km nach Norden und Süden erweitert und um 80 km nach Osten verschoben. Die räumliche Ausdehnung deckt das Gebiet ab, welches nach Abschluss des Projekts RADSYS-E aus dem kompletten Erfassungsbereich aller lokalen quantitativen Radardaten des DWD-Radarverbundnetzes mit einer Reichweite von 150 km Radius um den Radarstandort gewonnen wird.

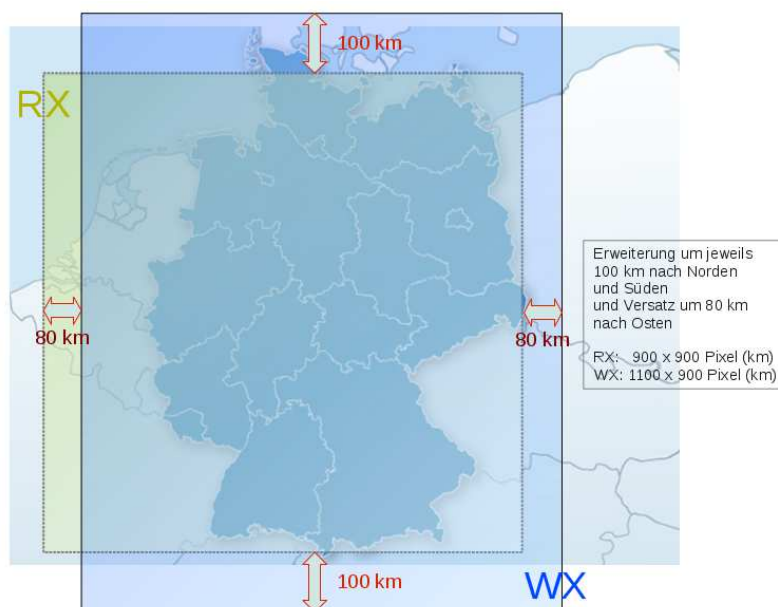


Abbildung 3: Erklärung des räumlichen Unterschiedes zwischen den beiden nationalen Kompositgrößen am Beispiel der beiden Produkte RX (nationales Komposit) und WX (erweitertes nationales Komposit)

### 1.3 Polarstereografische Projektion

Die nationalen Komposits liegen in polarstereografischer Projektion vor und haben in der Projektion eine äquidistante Rasterung von 1,0 km. Die Projektionsebene schneidet die Erdkugel bei  $60,0^\circ\text{N}$  ( $\phi_0$ )<sup>6</sup>. Das kartesische Koordinatensystem besitzt eine Größe von 900 km x 900 km und ist parallel zum  $10,0^\circ\text{E}$ -Meridian ( $\lambda_0$ ) ausgerichtet. Als Bezugspunkt wurde der Mittelpunkt des Komposits ( $\lambda_M, \phi_M$ ) mit  $9,0^\circ\text{E}$  und  $51,0^\circ\text{N}$  festgelegt. Als Referenzsystem wurde die Erde als Kugel mit einem Radius von 6370,04 km zu Grunde gelegt.

Mit Hilfe der folgenden Formeln werden die geografischen Bezugspunkte ( $\lambda, \phi$ ) der einzelnen Rasterflächen in die entsprechenden kartesischen Koordinaten der stereografischen Projektion umgewandelt.  $(x \ y)$  ist dabei der Abstandsvektor zum Nordpol im kartesischen Koordinatensystem:

$$x = R \cdot M(\phi) \cdot \cos \phi \cdot \sin(\lambda - \lambda_0)$$

$$y = -R \cdot M(\phi) \cdot \cos \phi \cdot \cos(\lambda - \lambda_0)$$

mit  $M(\phi)$  als stereografischer Skalierungsfaktor, der wie folgt definiert ist:

$$M(\phi) = \frac{1 + \sin(\phi_0)}{1 + \sin(\phi)}$$

<sup>6</sup> Umrechnung Grad / Bogenmaß:  $\lambda[\text{rad}] = \lambda[^\circ] \cdot \frac{\pi}{180}$

Definiert man den Punkt (10°E, 90°N) als Ursprung des kartesischen Koordinatensystems, so entsprechen die Zahlenwerte von  $x$  und  $y$  den Koordinaten im kartesischen Koordinatensystem.

Die weiteren Koordinaten berechnen sich unter Kenntnis der äquidistanten Rasterweite  $d$  von 1 km in der Projektion zu:

$$x = x_0 + d \cdot (i - i_0)$$

$$y = y_0 + d \cdot (j - j_0)$$

mit  $i, j$  als Indices der kartesischen Koordinaten.

## 1.4 Inverse polarstereografische Projektion

Die kartesischen Abstandskordinaten  $(x, y)$  eines Datenpunktes können mit Hilfe der folgenden Formeln in die geografischen Koordinaten  $(\lambda, \phi)$  transformiert werden:

$$\lambda = \arctan\left(\frac{-x}{y}\right) + \lambda_0$$

$$\phi = \arcsin\left(\frac{R^2 \cdot (1 + \sin \phi_0)^2 - (x^2 + y^2)}{R^2 \cdot (1 + \sin \phi_0)^2 + (x^2 + y^2)}\right)$$

Die folgende Tabelle gibt die Werte der Eckpunkte des nationalen Komposits in den beiden Koordinatensystemen wieder. Der Ursprung des kartesischen Koordinatensystems liegt bei (10°E, 90°N).

Ecke / Koordinate	$\lambda$	$\phi$	$x$	$y$
linke untere Ecke	3,5889°E	46,9526°N	-523,4622	-4658,645
rechte untere Ecke	14,6209°E	47,0705°N	376,5378	-4658,645
rechte obere Ecke	15,7208°E	54,7405°N	376,5378	-3758,645
linke obere Ecke	2,0715°E	54,5877°N	-523,4622	-3758,645

Für die mitteleuropäischen Komposits ist die Tabelle bei 3.2 hinterlegt.

## 1.5 Darstellung in ArcGIS

Für die Darstellung der RADOLAN-Daten in ArcGIS<sup>7</sup> sind zwei Vorgehensweisen möglich. Werden die Rasterdaten zusammen mit den kartesischen Koordinaten  $(x, y)$  eingelesen, sind folgende Einstellungen zur Definition der zu Grunde liegenden polarstereografischen Projektion zu treffen:

- PROJECTION[“Stereographic\_North\_Pole”]
- PARAMETER[“central\_meridian\_1”, 10.0]
- PARAMETER[“standard\_parallel\_1”, 60.0]
- PARAMETER[“latitude\_of\_origin”, 90.0]
- PARAMETER[“scale\_factor”, 1.0]

<sup>7</sup> Die Einstellungen wurden für die Version 9.3 getestet.

- PARAMETER["false\_easting", 0.0]
- PARAMETER["false\_northing", 0.0]
- UNIT["km",1000.0]
- DATUM: Für das Referenzkoordinatensystem gibt es in ArcGIS keine Voreinstellung. Definieren Sie hierzu bitte ein eigenes Referenzkoordinatensystem unter Angabe des Erdradius ( $R=6370040\text{m}$ ) und der Exzentrizität ( $\epsilon=0$  für eine Kugel).

Lesen Sie die Rasterdaten zusammen mit den geografischen Koordinaten ( $\lambda, \phi$ ) ein, so geben Sie ein geografisches Kartendatum (keine Projektion) vor.

## 1.6 Geografische Dateien

Folgende Dateien zur geografischen Einordnung der quantitativen Radarkomposits sind verfügbar:

- *phi\_center.txt* enthält die geografische Breite der Rastermittelpunkte
- *lambda\_center.txt* enthält die geografische Länge der Rastermittelpunkte
- *phi\_bottom.txt* enthält die geografische Breite der linken unteren Eckpunkte der Raster
- *lambda\_bottom.txt* enthält die geografische Länge der linken unteren Eckpunkte der Raster
- Shape-Dateien zur Darstellung des RADOLAN-Gebietsrahmens bzw. -rasters in ArcGIS

## 2 Tabelle der verwendeten deutschen Radarstandortkürzel im ASCII-Header

<b>Radarstandortkürzel</b>	<b>WMO-Kennziffer</b>	<b>Radarstandort</b>	<b>Geografische Koordinaten (nördliche Breite und östliche Länge in Grad, Minuten und Sekunden) [„WGS 84“]</b>	<b>Operationelle Betriebsdaten</b>
asb	10103	ASR Borkum	53° 33' 50,44"; 06° 44' 53,85"	ab 27.02.2018
asd	10487	ASR Dresden	51° 07' 26,5"; 13° 45' 48,5"	vom 31.07.2014 bis 17.03.2015
ase	10412	ASR Essen	51° 24' 18,5"; 06° 57' 49,8"	vom 04.03.2010 bis 11.04.2012
asf	10907	ASR Feldberg	47° 52' 21,3"; 08° 00' 24,6"	vom 13.06.2012 bis 20.11.2012
asw	10089	ASR Rostock	54° 10' 23,2"; 12° 06' 25,3"	vom 30.09.2013 bis 11.06.2014
bln	10384	Berlin	52° 28' 40,3"; 13° 23' 13"	vom 14.03.1991 bis 23.01.2014
boo	10132	Boostedt	54° 00' 15,8"; 10° 02' 48,7"	ab 23.01.2014 (dual-pol)
drs	10488	Dresden	51° 07' 28,7"; 13° 46' 07,1"	vom 24.03.2000 bis 31.07.2014; ab 17.03.2015 (dual-pol)
eis	10780	Eisberg	49° 32' 26,4"; 12° 24' 10,03"	vom 18.09.1997 bis 06.05.2014; ab 08.10.2014 (dual-pol)
emd	10204	Emden	53° 20' 19,4"; 07° 01' 25,5"	ab 16.12.1994 bis 27.02.2018
ess	10410	Essen	51° 24' 20,2"; 06° 58' 01,6"	vom 21.03.1991 bis 04.03.2010; ab 11.04.2012 (dual-pol)
fbg	10908	Feldberg/ Schwarzwald	47° 52' 25"; 08° 00' 13"	vom 20.06.1997 bis 13.06.2012; ab 20.11.2012 (dual-pol)
fld	10434	Flechtdorf	51° 20' 06"; 08° 51' 09" (Europäisches Datum)	vom 10.10.1997 bis 10.05.2004
fld	10440	Flechtdorf	51° 18' 40,31"; 08° 48' 07,2"	vom 07.06.2004 bis 29.04.2014; ab 12.11.2014 (dual-pol)
fra	10637	Frankfurt/Main	50° 03' 06"; 08° 34' 05" (Europäisches Datum)	vom 28.03.1988 bis 04.07.2007
fri	10630	Frankfurt-Walldorf	50° 01' 20,8"; 08° 33' 30,7"	vom 04.07.2004 bis 15.02.2011
ham	10147	Hamburg	53° 37' 16,5"; 09° 59' 47,6"	vom 07.06.1990 bis 23.01.2014
han	10338	Hannover	52° 27' 47"; 09° 41' 53,9"	vom 25.11.1994 bis 29.07.2014
hnr	10339	Hannover	52° 27' 36,2"; 09° 41' 40,2"	ab 29.07.2014 (dual-pol)
isn	10873	Isen	48° 10' 28,9"; 12° 06' 06,3"	ab 22.01.2014 (dual-pol)
mem	10950	Memmingen	48° 02' 31,7"; 10° 13' 09,2"	ab 03.04.2013 (dual-pol)
muc	10871	München	48° 20' 10,9"; 11° 36' 42,1"	vom 22.01.1992 bis 22.01.2014
neu	10557	Neuhaus	50° 30' 00,4"; 11° 08' 06,2"	vom 01.12.1994 bis 11.04.2011; ab 10.01.2012 (dual-pol)
nhb	10605	Neuheilenbach	50° 06' 34,7"; 06° 32' 53,9"	vom 17.07.1998 bis 28.08.2013; ab 27.03.2014 (dual-pol)
oft	10629	Offenthal	49° 59' 05,1"; 08° 42' 46,6"	ab 15.02.2011 (dual-pol)
pro	10392	Prötzel	52° 38' 55,22"; 13° 51' 29,57"	ab 23.01.2014 (dual-pol)
ros	10169	Rostock	54° 10' 32,4"; 12° 03' 29,1"	vom 02.01.1995 bis 30.09.2013; ab 11.06.2014 (dual-pol)
tur	10832	Türkheim	48° 35' 07"; 09° 46' 58"	vom 22.10.1998 bis 08.04.2013; ab 09.12.2013 (dual-pol)
umd	10356	Ummendorf	52° 09' 36,3"; 11° 10' 33,9"	vom 25.06.1996 bis 14.02.2013; ab 17.12.2013 (dual-pol)

Anm.: 1) Ausländische Radarstandorte sind in der Tabelle zu Kapitel 3 aufgeführt.

2) ASR = Ausfallsicherungsradar: Während der Erneuerung der alten Single- zu Dual-Pol-Doppler-Radaren im Rahmen des Projekts RadSys-E war ein ASR zur Aufrechterhaltung der Wetterüberwachung am Standort Essen, Feldberg, Rostock bzw. Dresden in der Zeit



von 2010 bis 2015 in Betrieb. Seit 2018 wird das ASR als Ersatz des Radars Emden auf Borkum eingesetzt.

3) Der Radarstandort München (10871) hatte bis Ende 1997 die WMO-Kennziffer 10870.

### 3 Erweiterung um benachbarte ausländische Radarstandorte

#### 3.1 Integration des Radars Nancy

Als erster Schritt zu einem mitteleuropäischen quantitativen Radarniederschlagskomposit wurden fünfminütliche quantitative Radarniederschlagsdaten vom französischen Standort Nancy in das fünfminütliche RADOLAN-Produkt integriert. Das vom nationalen Wetterdienst Frankreichs (Météo France) betriebene Radar erfasst das vom DWD-Radarverbundnetz mit seinem quantitativen Messbereich nicht vollständig eingesehene Fluss-Einzugsgebiet der Mosel. Damit wird ein wesentlicher Beitrag für den grenzüberschreitenden Hochwasserschutz geleistet.

Darüber hinaus wird die Verfügbarkeit flächendeckender quantitativer Radarniederschlagsdaten im französisch-deutschen Grenzbereich gesteigert, die bei technischen Störungen bzw. Wartungen der drei DWD-Radargeräte an den Standorten Neuheilenbach, Offenthal und/oder Feldberg/Schw. zwangsläufig Einbußen erleidet.

#### 3.2 Räumliche Erweiterung und Integration weiterer ausländischer Radare

Am 27. Mai 2009 erfolgte mit der Operationalisierung von RADOLAN-ME die räumliche Erweiterung des mitteleuropäischen Komposits. Darin enthalten sind – zusätzlich zu den DWD-Radaren – Radardaten aus Belgien, Frankreich, den Niederlanden und der Schweiz. Es besitzt eine Ausdehnung von 1500 Zeilen auf 1400 Spalten; ASCII-Header und Binärteil sind analog zum nationalen Komposit. Auch die Projektion und die zugehörigen Parameter sind identisch.

Am 31. Mai 2011 wurden tschechische Radardaten in das RADOLAN-ME-Verfahren integriert. Dänische und polnische Radardaten wurden am 30. Oktober 2013 in das qualitative RADOLAN-ME-Komposit EX aufgenommen. Die Integration dieser Daten in die quantitative RADOLAN-ME-Produktkette ist am 31. August 2016 erfolgt.

Mit der Integration österreichischer Radardaten in das RADOLAN-ME-Verfahren am 04. September 2017 ist eine komplette quantitative Erfassung aller Deutschland beeinflussenden Fluss-Einzugsgebiete mit Radardaten gewährleistet.

Folgende Tabelle gibt die in das RADOLAN-ME-Komposit eingehenden Radarstandorte wieder (Stand: 22.05.2015; Quelle aus [OPERA, 2015]).

<b>Radar-standort-kürzel</b>	<b>WMO-Kenn-ziffer</b>	<b>Radarstandort</b>	<b>Geografische Koordinaten (nördliche Breite und östliche Länge in dezimalen Grad)</b>	<b>Betreiber</b>
abv	07005	Abbeville	50.1358/1.8347	Météo France
ave	07083	Avesnois	50.1283/3.8119	Météo France
tra	07145	Trappes	48.7739/2.0075	Météo France
arc	07167	Arcis-Troyes	48.4622/4.3094	Météo France
ncy	07182	Nancy	48.7158/6.5816	Météo France
bgs	07255	Bourges	47.0586/2.3594	Météo France
bla	07274	Blaisy	47.3552/4.7758	Météo France

<b>Radar-standort-kürzel</b>	<b>WMO-Kenn-ziffer</b>	<b>Radarstandort</b>	<b>Geografische Koordinaten (nördliche Breite und östliche Länge in dezimalen Grad)</b>	<b>Betreiber</b>
sly	07381	St. Nizier-Lyon	46.0663/4.4455	Météo France
sem	07461	Sembadel-Le Puy	45.2900/3.7094	Météo France
alb	06661	Albis <sup>8</sup>	47.2850/8.5130	Meteo Schweiz
lad	06699	La Dole <sup>8</sup>	46.4260/6.1000	Meteo Schweiz
mle	06768	Monte Lema <sup>8</sup>	46.0420/8.8340	Meteo Schweiz
sui	06981	Komposit Schweiz	-	Meteo Schweiz
deb	06260	De Bilt <sup>9</sup>	52.1017/5.1783	KNMI (Niederlande)
den	06234	Den Helder <sup>9</sup>	52.9533/4.7899	KNMI (Niederlande)
nld	06260	Komposit Niederlande	-	KNMI (Niederlande)
zav	06451	Zaventem <sup>10</sup>	50.9010/4.4510	KMI (Belgien)
wid	06477	Wideumont <sup>10</sup>	49.9140/5.5045	KMI (Belgien)
bel	06451	Komposit Belgien	-	KMI (Belgien)
bdy	11480	Brdy-Praha	49.6583/13.8178	CHMI (Tschechien)
ska	11718	Skalky	49.5011/16.7885	CHMI (Tschechien)
leg	12374	Legionowo	52.4052/20.9609	IMGW (Polen)
ram	12514	Ramza	50.1517/18.7267	IMGW (Polen)
pas	12544	Pastewnik	50.8920/16.0395	IMGW (Polen)
rze	12579	Rzeszow	50.1138/22.0367	IMGW (Polen)
poz	12331	Poznan	52.4133/16.7971	IMGW (Polen)
swi	12220	Swidwin	53.7903/15.8311	IMGW (Polen)
gda	12151	Gdansk	54.3843/18.4563	IMGW (Polen)
brz	12568	Brzuchania	50.3942/20.0797	IMGW (Polen)
ste	06180	Stevns	55.3262/12.4493	DMI (Dänemark)
rom	06096	Römö	55.1731/8.5520	DMI (Dänemark)
sin	06034	Sindal	57.4893/10.1365	DMI (Dänemark)
bor	06194	Bornholm	55.1127/14.8875	DMI (Dänemark)
vir	06103	Virring	56.0240/10.0246	DMI (Dänemark)
aut	11000	Komposit Österreich	-	Austrocontrol bzw. ZAMG (Österreich) <sup>11</sup>

<sup>8</sup> oder als Komposit Schweiz<sup>9</sup> oder als Komposit Niederlande<sup>10</sup> oder als Komposit Belgien<sup>11</sup> Das von Austrocontrol bereitgestellte qualitative Komposit geht nur in das EX-Produkt ein und steht nur für DWD-interne Zwecke zur Verfügung. Das von der ZAMG bereitgestellte, quantitativ aufbereitete INCA-Radarkomposit geht in die quantitativen mitteleuropäischen Radarkomposits EZ, EY, EH, EB und EW ein.

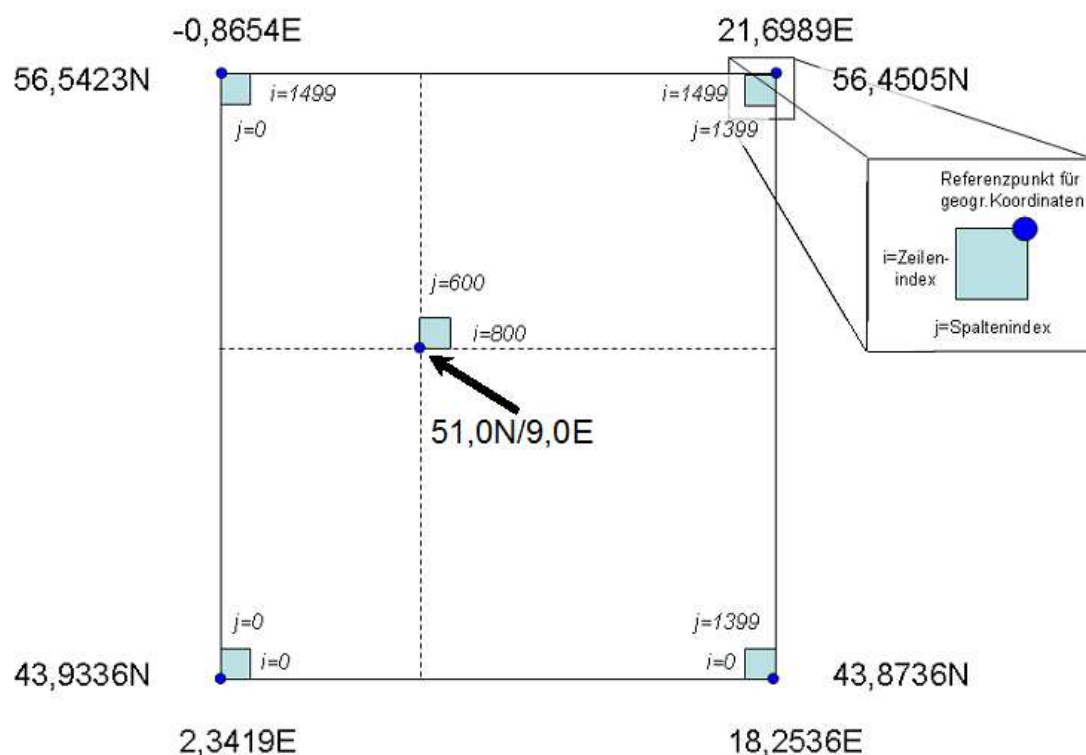


Abb. 4: 1 x 1 km-Raster des mitteleuropäischen Komposits (RADOLAN-ME-Raster)

Die folgende Tabelle gibt die Werte der Eckpunkte des mitteleuropäischen Komposits in den beiden Koordinatensystemen wieder (s. hierzu 1.4). Der Ursprung des kartesischen Koordinatensystems liegt bei (10°E, 90°N).

Ecke / Koordinate	$\lambda$	$\phi$	$x$	$y$
linke untere Ecke	2,3419°E	43,9336°N	-673,4656656	-5008,642536
rechte untere Ecke	18,2536°E	43,8736°N	726,5343344	-5008,642536
rechte obere Ecke	21,6989°E	56,4505°N	726,5343344	-3508,642536
linke obere Ecke	-0,8654°E	56,5423°N	-673,4656656	-3508,642536

## 4 Ausblick

Für neue feste fachliche Informationen ist im Header noch genug Platz für weitere Kennungen, die möglichst im A2-Format erfolgen und zwingend nach der Kennung VS direkt vor der Kennung MS eingefügt werden sollen. MS bzw. die Liste der verwendeten Radarstandorte muss den letzten Teil des Headers vor "etx" bilden, da es sich hier um den einzigen Header-Abschnitt mit variabler Länge handelt. Die bei aus einzelnen Radarprodukten aufsummierten Radarkompositen verwendete Kennung ST ist ebenfalls ein Header-Abschnitt mit variabler Länge und kann als einzige Ausnahme auch nach dem Header-Abschnitt MS erfolgen.

Einmal täglich (sog. Routine-Fall bzw. Nachaneichung) wird im Rahmen des RADOLAN-Verfahrens eine Berechnung mit den vollständig zur Verfügung stehenden Bodenniederschlagsdaten für den vergangenen Niederschlagstag durchgeführt. Als Ergebnis erhält man stündliche und von ausgewählten Produkten (RR, RO, RZ, RB, RA, RM und RW) auch tägliche (aus den 24 Stunden aufsummierte) Kompositdaten.

Die Qualitätsverbesserung des quantitativen, an Stationen angeeichten, mitteleuropäischen RADOLAN-Produkts EW ist durch die Integration weiterer Ombrometerdaten aus dem benachbarten Ausland zur Aneichung der Radardaten in Arbeit. Aktuell fehlen noch die Ombrometerdaten aus Belgien, Luxemburg und Polen (s. Abb. 5).

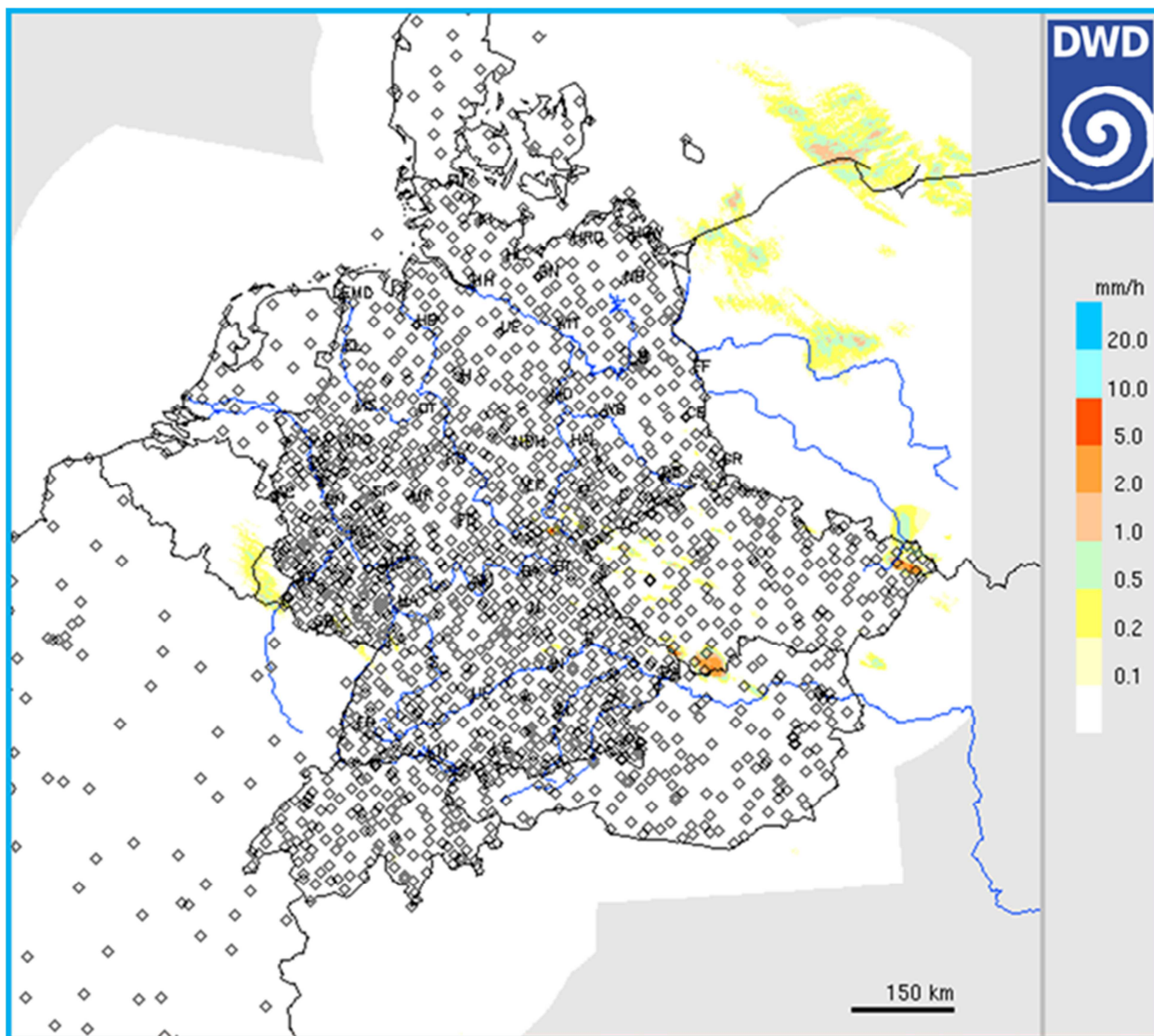


Abb. 5: Übersicht der Aneichstationen für die mitteleuropäische Aneichung der Radardaten im RADOLAN-ME-Verfahren

Für die klimatologische Auswertung werden im Rahmen des Radarklimatologieprojektes ausgewählte RADOLAN-Produkte ab 2001 zurückreichend mit der jeweils aktuellen operationellen RADOLAN-Version berechnet. Dabei wird der erweiterte nationale RADOLAN-Ausschnitt (s. Abb. 2 und 3) als Ausgabe verwendet. Gegenüber dem nationalen RADOLAN-Ausschnitt ist das Gebiet um jeweils 100 km nach Norden und Süden vergrößert und um 80 km nach Osten verschoben. Damit deckt die räumliche Ausdehnung das Gebiet ab, welches nach Abschluss des Projekts RADSYS-E aus dem kompletten Erfassungsbereich aller lokalen quantitativen Radardaten des DWD-Radarverbundnetzes mit einer Reichweite von 150 km Radius um den Radarstandort gewonnen wird (s. Abb. 6).

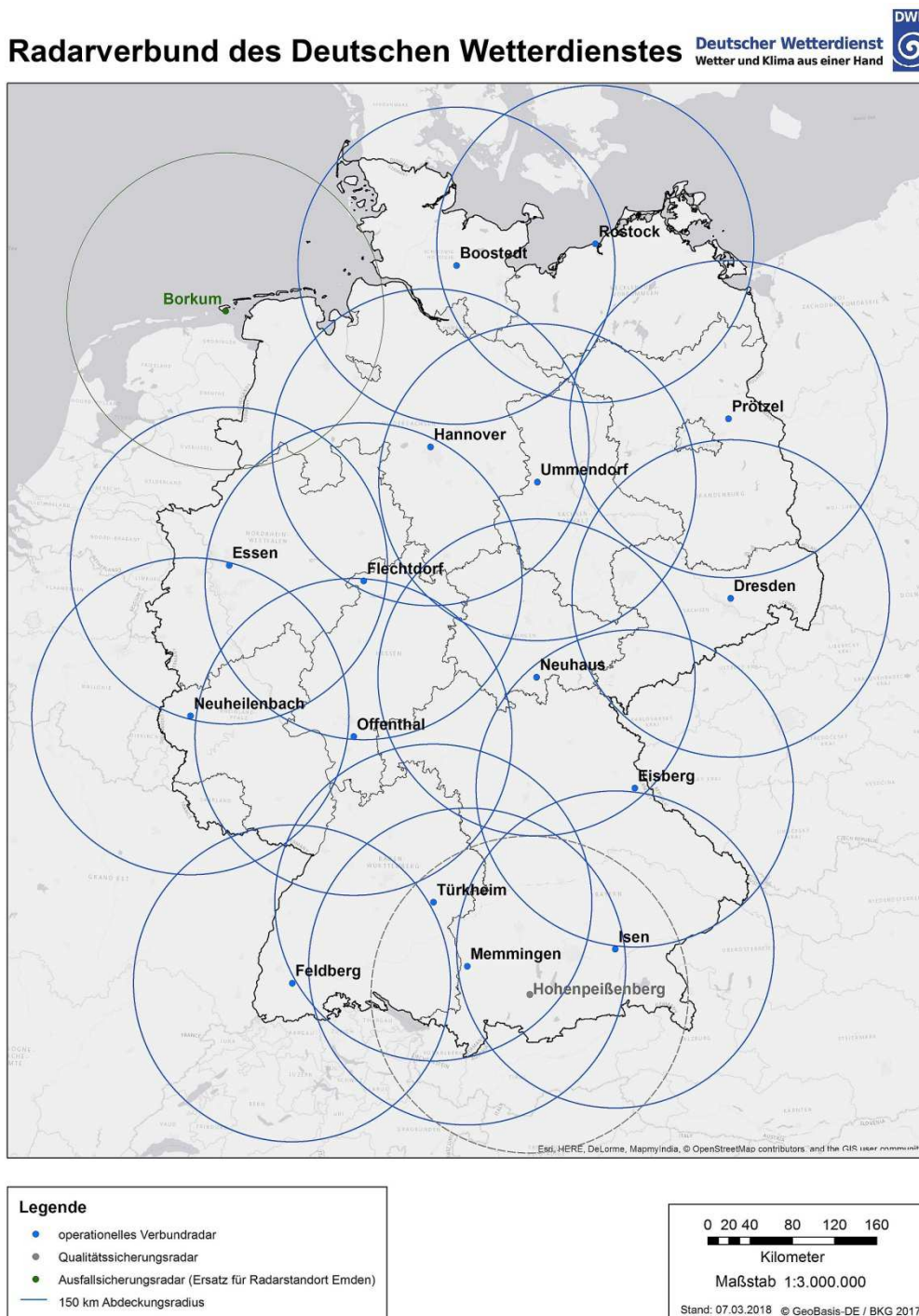


Abb. 6: Wetterradarmessnetz des DWD mit 18 C-Band Radarsystemen und den zugehörigen 150 km-Radius-Erfassungsbereichen, welche außer dem Qualitätssicherungsradar Hohenpeißenberg für die quantitative Niederschlagsauswertung im Rahmen von RADOLAN verwendet werden.



## 5 Literaturverzeichnis

- DWD, 2004: Abschlußbericht des Projektes RADOLAN, s. im Internet unter der Adresse <http://www.dwd.de/RADOLAN>
- DWD, 2005a: Abschlußbericht des Projektes RADVOR-OP, s. im Internet unter der Adresse <http://www.dwd.de/radvor>
- DWD, 2005b: Feinspezifikation für die Erstellung eines Qualitätskomposits, Version 3.2
- DWD, 2011: IDLRaBiD 5.1 - Darstellungsprogramm für Radarbilder des Deutschen Wetterdienstes, s.a. [ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC/grids\\_germany/hourly/radolan/Unterstuetzungsdokumente/](ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC/grids_germany/hourly/radolan/Unterstuetzungsdokumente/)
- MF, 2005: s. Internetadresse [http://eumetnet.eu/wp-content/themes/aeron-child/observations-programme/current-activities/opera/database/OPERA\\_Database/index.html](http://eumetnet.eu/wp-content/themes/aeron-child/observations-programme/current-activities/opera/database/OPERA_Database/index.html)
- OPERA, 2015: European Weather Radars s. [http://eumetnet.eu/wp-content/themes/aeron-child/observations-programme/current-activities/opera/database/OPERA\\_Database/index.html](http://eumetnet.eu/wp-content/themes/aeron-child/observations-programme/current-activities/opera/database/OPERA_Database/index.html)
- E. Weigl, Winterrath, T., 2009: Radargestützte Niederschlagsanalyse und -vorhersage (RADOLAN, RADVOR-OP) in promet „Moderne Verfahren und Instrumente der Wettervorhersage im Deutschen Wetterdienst“ (35. Jahrgang, Heft 1-3, 2009), s.a. [www.dwd.de/promet](http://www.dwd.de/promet)
- Winterrath T. et al., 2012: On the DWD quantitative precipitation analysis and nowcasting system for real-time application in German flood risk management. Weather Radar and Hydrology, IAHS Publ. 351
- E. Weigl, Winterrath, T., 2014: Radar-Based Precipitation Climatology for Germany – First Results and Future Directions, s.a. [http://www.pa.op.dlr.de/erad2014/programme/ShortAbstracts/065\\_short.pdf](http://www.pa.op.dlr.de/erad2014/programme/ShortAbstracts/065_short.pdf)