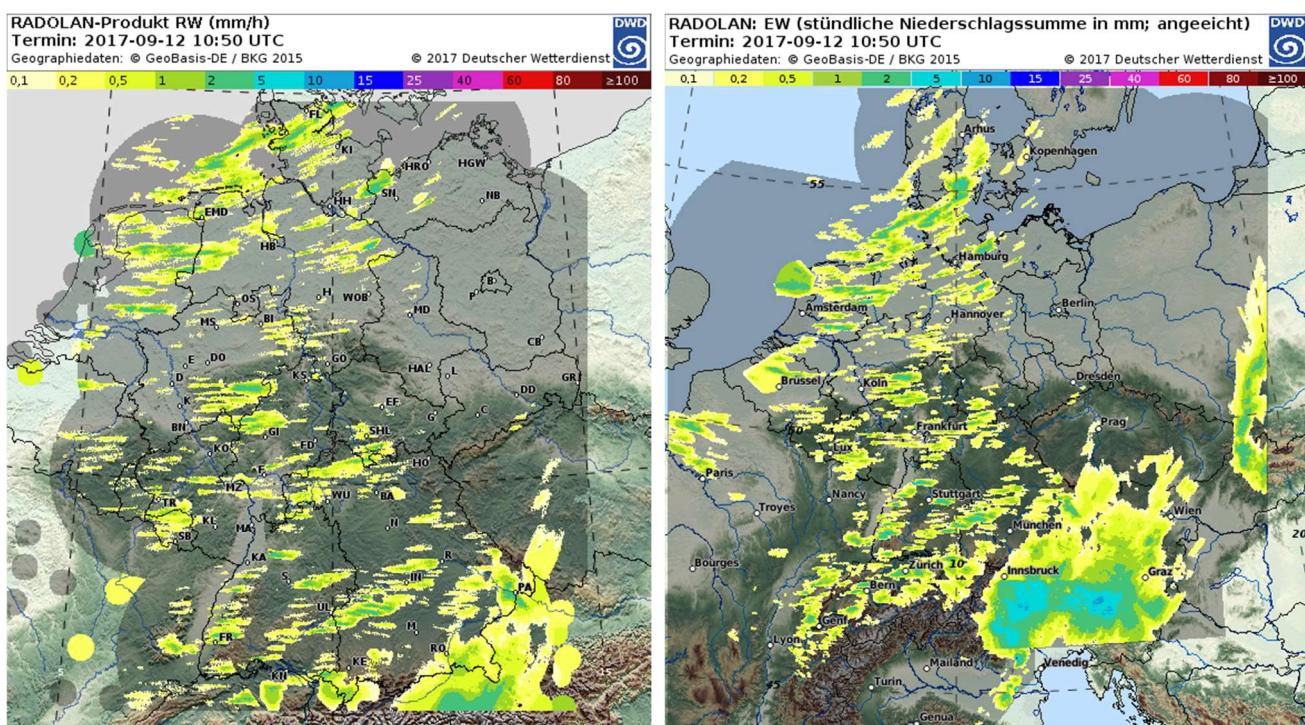


RADOLAN/RADVOR

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

Beschreibung des Kompositformats

Version 2.6



Deutscher Wetterdienst
Abteilung Hydrometeorologie

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

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Versionshistorie	3
1. Formatbeschreibung.....	5
1.1 ASCII-Header des RADOLAN-Formats.....	5
1.2 Binärdaten (RADOLAN-Format).....	13
1.3 Daten im HDF5-Format	14
1.4 Georeferenzierung	17
1.5 Darstellung in ArcGIS.....	20
1.6 Geografische Dateien.....	20
2. Tabelle der verwendeten deutschen Radarstandortkürzel im ASCII-Header.....	21
3. Erweiterung um benachbarte ausländische Radarstandorte	23
3.1 Integration des Radars Nancy	23
3.2 Räumliche Erweiterung und Integration weiterer ausländischer Radare	23
4. Verschiedenes	26
4.1 Informationen im ASCII-Header.....	26
4.2 Nachaneichung und Übersicht der Aneichstationen	26
4.3 Radarklimatologie und Starkniederschlagskatalog	27
5. Literaturverzeichnis.....	28

Versionshistorie

Version	Datum	Autor	Änderung
1.0	30.04.2003	Daniel Sacher Fa. MeteoSolutions GmbH	Erstellung
1.3	29.02.2004	Elmar Weigl DWD-KU41	Erweiterung der Kennung VS; Aufnahme der Kennungen SW und PR
2.0	06.12.2005	Elmar Weigl Elmar.Weigl@dwd.de	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	Ersatz der Abb. 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 DWD-KU42A	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 Kompositen in 1.2 und um eine Tabelle mit den Eckpunkten des mitteleuropäischen Kompositen 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 der Kap. 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 Kap. 2 und der Abb. 6 (Aufnahme des Ausfallsicherungsradars Borkum)
2.4.4	08.08.2018	Elmar Weigl	Aktualisierung der Tabelle in Kap. 2 sowie der Kap. 3.2 und 4 aufgrund der Integration des französischen Radarkompositen in RADOLAN-ME

Version	Datum	Autor	Änderung
2.4.5	31.05.2019	Elmar Weigl	Aufnahme der neuen Summenprodukte SM und SJ in 1.1, Erklärung des 13.-16. Bits in Kap. 1.2 sowie Aktualisierung der Abb. 2 und der beiden letzten Gleichungen in Kap. 1.3
2.5	17.10.2019	Dr. Tanja Winterrath	Aktualisierung aufgrund der Änderungen im Rahmen der Operationalisierung von POLARA-Winterwetter
2.5.1	08.10.2020	Elmar Weigl	Aufnahme des neuen Summenproduktes SY in 1.1 und Aktualisierung des Kap. 4 und der Abb. 5 aufgrund der Integration weiterer ausländischer Stationsdaten (französisches Moselein-zugsgebiet, Polen) für die Aneichung
2.5.2	13.04.2021	Elmar Weigl	Aufnahme neuer Produkte (YW, ZW, %M, %J und %Y) in 1.1 und Aktualisierung des Kap. 4 und der Abb. 5 aufgrund der Integration belgi-scher Stationsdaten für die Aneichung
2.5.3	06.05.2021	Elmar Weigl	Aktualisierung des Kap. 2
2.5.4	16.11.2022	Elmar Weigl	Erklärung der Kennung RM im Header und Aktualisierung der Kennung BY und VS im Header (Kap. 1.1); Neustrukturierung der Kap. 1.2 bis 1.5; Korrektur der Koordinaten von ASB im Kap. 2; Aktualisierung des Kap. 4.3
2.5.5	10.01.2023	Elmar Weigl	Aufnahme neuer Produkte (SZ, AM, AZ und AJ) in 1.1
2.5.6	25.01.2023	Elmar Weigl	Aktualisierung des Kap. 2
2.5.7	23.03.2023	Elmar Weigl	Aktualisierung des Kap. 2
2.5.8	10.01.2024	Elmar Weigl	Aufnahme neuer Produkte (%Z und WW) und Erweiterung des Kap. 1.2 wegen der WW-Daten
2.6	14.01.2025	Elmar Weigl	Aktualisierung wegen der Migration ins HDF5-Format und Aufnahme eines neuen Produkts (VW) in 1.3

1. Formatbeschreibung

Im Rahmen des Projekts RADOLAN (s. Abschlussbericht [DWD, 2004]) wurde ein binäres Format, das sog. RADOLAN-Format, für die zentral zu einem Komposit verarbeiteten quantitativen Radar-niederschlagsdaten (**quantitative Radarkomposita**) eingeführt. Darüber hinaus werden damit aber auch andere in der in 1.1 enthaltenen Tabelle als solche gekennzeichnete Daten gespeichert.

Im Rahmen des EUMETNET-Programms OPERA (=Operational Programme for the Exchange of Weather Radar Information) [OPERA, 2025] hat sich auch der DWD für eine Migration seiner Radarprodukte ins hdf5-Format entschieden. Aus diesem Grund werden die meisten RADOLAN-Produkte nunmehr auch im HDF5-Format (s. https://www.eumetnet.eu/wp-content/uploads/2019/01/ODIM_H5_v23.pdf [OPERA, 2019]) erzeugt. Hierauf wird in Kap. 1.3 eingegangen.

Zur Visualisierung der Radardaten wird im Wettervorhersagedienst des DWD NinJo (s. <http://www.dwd.de/ninjo>) verwendet.

1.1 ASCII-Header des RADOLAN-Formats

Im Folgenden wird in der 1. Spalte das Format und in der 2. - 4. Spalte die Erklärung angegeben.

FORTRAN-Bezeichner	Produkt-kennung	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	YW	raa01-yw_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin (INT=5min)	quasi-angeeichte Radardaten (Basis: RY, RH und RW)
A2	ZW	raa01-zw_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin (INT=10min)	quasi-angeeichte Radardaten (Basis: YW)
A2	RH	trigger.pix (INT=60min; um hh:35) bzw. constrain.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

FORTRAN-Bezeichner	Produkt-kennung	Dateiname	Inhalt
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)
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 Mittelwertsfilter (sog. BOGRA-Verfahren)
A2	RB	borama.pix bzw. raa01-rb_10000-YYMMDD-Dhhmm-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	multfak.interim.pix bzw. multfak.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-YYMMDD-Dhhmm-dwd---bin	Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren ¹
A2	RU	adjust.merge.pix bzw. raa01-ru_10000-YYMMDD-Dhhmm-dwd---bin	Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen-, Faktoren- und Mergingverfahren

¹ ab Softwareversion 2.0 werden Radarlücken mit interpolierten Bodenniederschlagshöhen ersetzt

FORTRAN-Bezeichner	Produkt-kennung	Dateiname	Inhalt
A2	RR	bod.pix	interpolierte Bodenniederschlags-höhen (keine Radardaten) nach dem RADOLAN-Verfahren
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	SM	raa01-sm_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin	täglich ab dem 1. Tag des Monats bis zum 1. Tag des Folgemonats fortlaufend aufsummiertes Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	SZ	raa01-sz_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin	täglich ab dem 1. Tag der meteorologischen Jahreszeit bis zum 1. Tag der Folgejahreszeit aufsummiertes Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	SJ	raa01-sj_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin	täglich ab dem 01.01. bis zum 1. Tag des Folgejahres aufsummierter Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	SY	raa01-sy_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin	täglich ab dem 01.11. bis zum 1. Tag des folgenden hydrologischen Jahres aufsummiertes Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren

FORTRAN-Bezeichner	Produkt-kennung	Dateiname	Inhalt
A2	%M	raa01-%m_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin	täglich ab dem 1. Tag des Monats bis zum 1. Tag des Folgemonats fortlaufend aufsummiertes, zum 30-jährigen Mittel relatives Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	AM	raa01-am_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin	täglich ab dem 1. Tag des Monats bis zum 1. Tag des Folgemonats fortlaufend aufsummiertes, zum 30-jährigen Mittel des kompletten Monats relatives Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	%Z	raa01-%z_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin	täglich ab dem 1. Tag der meteorologischen Jahreszeit bis zum 1. Tag der Folgejahreszeit fortlaufend aufsummiertes, zum 30-jährigen Mittel relatives Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	AZ	raa01-az_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin	täglich ab dem 1. Tag der meteorologischen Jahreszeit bis zum 1. Tag der Folgejahreszeit fortlaufend aufsummiertes, zum 30-jährigen Mittel der kompletten meteorologischen Jahreszeit relatives Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	%J	raa01-%j_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin	täglich ab dem 01.01. bis zum 1. Tag des Folgejahres aufsummiertes, zum 30-jährigen Mittel relatives Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	AJ	raa01-aj_10000-YYMMDDhhmm-dwd---bin	täglich ab dem 01.01. bis zum 1. Tag des Folgejahres aufsummiertes, zum 30-jährigen Mittel des kompletten Jahres relatives Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	%Y	raa01-%y_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin	täglich ab dem 01.11. bis zum 1. Tag des folgenden hydrologischen

FORTRAN-Bezeichner	Produkt-kennung	Dateiname	Inhalt
			Jahres aufsummiertes, zum 30-jährigen Mittel relatives Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	D2	raa01-d2_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin	48h-aufsummiertes Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	D3	raa01-d3_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin	72h-aufsummiertes Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	W1	raa01-w1_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin	7d-aufsummiertes Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	W2	raa01-w2_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin	14d-aufsummiertes Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	W3	raa01-w3_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin	21d-aufsummiertes Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	W4	raa01-w4_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin	30d-aufsummiertes Endergebnis der Aneichung nach Durchführung der gewichteten Mittelung von Differenzen- und Faktorenverfahren
A2	WW	raa01-ww_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin	effektive Warnstufe (keine Radar-daten) auf der Basis der Produkte RW (maximal aufsummiert bis zu 72 Stunden)
A2	RV	RVYYMMddhhmm_vvv (INT=5min)	Radardaten, vorhergesagt aus den precipitation scan sweeps; YY=Jahr, MM=Monat, dd=Tag, hh=Stunde, mm=Minute, vvv=vorhergesagter Zeitpunkt in Minuten, bis 24.10.2019 noch mit Suffix „MFxxx“ ²
A2	RS	RSYYMMddhhmm_vvv (INT=60min; alle 5 min)	Radardaten, vorhergesagt aus den precipitation scan sweeps und auf eine Stunde aufsummiert; YY=Jahr, MM=Monat, dd=Tag, hh=Stunde, mm=Minute, vvv=vorhergesagter Zeitpunkt in Minuten,

² 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, MF008=Optical Flow aus POLARA

FORTRAN-Bezeichner	Produkt-kennung	Dateiname	Inhalt
			bis 24.10.2019 noch mit Suffix „MFxxx“
A2	RQ	RQYYMMddhhmm_vvv bzw. raa01-rq_10000-YYMMMDhhmm_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 5 min)	Anteil des festen Niederschlags (keine Radardaten) + Hagelflag;
A2	FS	FSYYMMddhhmm_vvv (INT=60min; alle 15 min)	Schneefallrate in cm/h
A2	FQ	FQYYMMddhhmm_vvv (INT=360min; alle 15 min)	6h-aufsummierte Schneefallrate in cm/6h
A2	EX	raa01-ex_10000-YYMMMDhhmm-dwd---bin (INT=5min)	mitteleuropäische qualitätskorrigierte qualitative Radardaten analog WX, in qualitativen rvp-6-Einheiten, Codierung in 1 Byte
A2	EZ	raa01-ez_10000-YYMMMDhhmm-dwd---bin (INT=5min)	mitteleuropäische quantitative Radardaten analog RZ
A2	EY	raa01-ey_10000-YYMMMDhhmm-dwd---bin (INT=5min)	mitteleuropäische qualitätskorrigierte quantitative Radardaten analog RY
A2	EH	raa01-eh_10000-YYMMMDhhmm-dwd---bin (INT=60min; alle 5 min)	mitteleuropäische quantitative Radardaten analog RH
A2	EB	raa01-eb_10000-YYMMMDhhmm-dwd---bin (INT=60min)	mitteleuropäische quantitative Radardaten analog RB
A2	EW	raa01-ew_10000-YYMMMDhhmm-dwd---bin (INT=60min)	mitteleuropäische quantitative Radardaten analog RW

Format	Erklärung
3I2	Zeitpunkt der Messung: Tag, Stunde und Minute (ddhhmm) in UTC
I5	Radarstandort; für Komposit wird immer 10000 verwendet
2I2	Zeitpunkt der Messung: Monat und Jahr (MMYY)
A2	Kennung "BY"
I7	Produktlänge (in Byte); bei Version 4: I10; bei Version 5: I7 oder I10 (s. Kennung VS)
A2	Kennung "VS" (falls nicht vorhanden, dann wurden als Grundlage zur Generierung des Kompositen 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); 4: räumliche Auflösung in 250m und Produktlänge (in Byte) bei der Kennung BY mit 10 Stellen (I10); 5: WGS84-Georeferenzierung und Produktlänge (in Byte) bei der Kennung BY mit 10 Stellen (I10) für die Produkte RV, RS und RE (beim RQ, FS und FQ bleibt es bei 7 Stellen (I7) bei der Kennung BY)
A2	Kennung "SW"

Format	Erklärung
1X,A8	Software-Version von RADOLAN - beginnend mit „00.01.00“ für die erste Testversion von RADOLAN - bzw. von den RADVOR-/POLARA-Versionen
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
A1	Kennung "U"; nur bei den Produkten S2, S3, D2, D3, W1, W2, W3, W4, SM, SZ, SJ, SY, AM, %M, AZ, AJ, %J und %Y
I1	Maßeinheit von "INT": 0 = Minuten, 1 = Tage
A2	Kennung "GP"
A9	Anzahl der Pixel im Ausschnittsgebiet: " 900x 900" für nationale Komposita, „1100x 900“ für erweiterte nationale Komposita, "1500x1400" für mitteleuropäische Komposita (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)
A2	Kennung "QN" (Quantifizierungsart)
1X,I3	definierte Quantifizierungen (s. nachfolgende Tabelle)
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, W4, SM und SJ 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"
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 (Anm.: beachte Fußnote ⁸ in Tabelle von Kap. 2)
A2	Kennung „RM“
I3	Textlänge m (max. 999)
Am	Text von m Zeichen; Durch Semikolon getrennte Aufzählung der folgenden Raster-Metainformationen:<rows>;<cols>;(<ref-lat>,<ref-lon>);<ref-x-ofs>;<ref-y-ofs>;<projection> mit <rows>: Anzahl der Zeilen des Rasters <cols>: Anzahl der Spalten des Rasters (<ref-lat>,<ref-lon>): Geographische Referenz-Koordinate des Rasters <ref-x-ofs>: X-Abstand der Referenz-Koordinate zur linken unteren Ecke <ref-y-ofs>: Y-Abstand der Referenz-Koordinate zur linken unteren Ecke <projection>: Name der Projektion oder PROJ4-Definition
A1	Char(3): "etx"

Über die Modulflags (MF) wird ersichtlich, welche Module X (Modul1, Modul2, Modul3, etc.) zur Ableitung der (extrapolierten) Datensätze angewendet wurden, z.B. Extrapolation der Niederschlagsfelder aus POLARA Optical Flow (MODUL4); Bsp.: „MF 00000008“ bedeutet, dass nur das Modul 4($2^3=8$) 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.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die derzeit definierten Werte für MF und QN.

Kennung	Verfahren	Bit	Dec	Bemerkungen
MF	KONRAD	1	00000001	
MF	„Rosenow“	2	00000002	<i>operationell bis 24.10.2019</i>
MF	Modellwinde	3	00000004	<i>nicht operationell</i>
MF	POLARA Optical Flow	4	00000008	
QN	RAVOQ2	1	001	<i>In FS und FQ werden die Werte aus RQ und RE addiert.</i>
QN	RAVOQ3	2	002	In FS und FQ werden die Werte aus RQ und RE addiert.
QN	Quasi-Aneichung	3	004	In FS und FQ werden die Werte aus RQ und RE addiert.
QN	Radarwetter	4	008	In FS und FQ werden die Werte aus RQ und RE addiert.
QN	HymecNG	5	016	In FS und FQ werden die Werte aus RQ und RE addiert.

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.
- Die RADVOR-Produkte RV, RS, RQ, RE, FS und FQ 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-, RE-, FS- und FQ-Produkt.

- d) 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 (Erklärung im 1. Absatz der vorhergehenden Seite).

1.2 Binärdaten (RADOLAN-Format)

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 Komposit.

Hinweis: Jeder Datensatz, mit Ausnahme der WW-, 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).

13.-16. Bit	1-12: Datenbits	Erklärung
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 ³ ; Wert: 2500
0100	0000 0000 0001	Bit 15 für negatives Vorzeichen gesetzt ⁴ ; z.B. Wert: -1
1000	0000 0000 0000 bis 0011 1110 1000 (RE) bzw. 1111 1111 1111	RE, FS, FQ: Bit 16 markiert den Gültigkeitsbereich des zugehörigen RQ-Produkts (bis 24.10.2019) bzw. den Gültigkeitsbereich der zugrundeliegenden Radardaten in POLARA (ab 24.10.2019)
1000	1001 1011 1010	Bit 16 als Cluttermarkierung gesetzt ⁴ ; 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:

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

³ gültig erst für Ergebnisse der Online-Aneichung

⁴ nur in Produkt RD enthalten

Die Umrechnung von RVP6-Einheiten in dBZ erfolgt durch:

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

Für die mit 4 Byte codierten WW-Daten gilt, dass jeder Datensatz des binären Datenblocks als 4-Byte langer Ganzzahlwert im Little-Endian Format abgespeichert wird. Der 6-stellige Dezimalwert #|##|### setzt sich aus den folgenden Teilkodierungen zusammen:

- Einem einstelligen Dezimalwert #|... zur Kodierung der Warnstufe des größten, an diesem Pixel überschrittenen dauerstufenbezogenen Schwellenwertes. Dabei bezeichnen die Werte 2, 3 und 4 Warnstufen und der Wert 9 kennzeichnet, dass keine Schwellenwertüberschreitung an diesem Pixel auftrat.
- Einem zweistelligen Dezimalwert ...|##|... zur Kodierung der kleinsten Dauerstufe, bei der die Warnstufe auftrat. Dabei bezeichnen die Werte 01, 03, 06, 12, 24, 48 und 72 die jeweilige Dauerstufe und der Wert 99 kennzeichnet, dass keine Schwellenwertüberschreitung an diesem Pixel auftrat.
- Einem dreistelligen Dezimalwert ...|###, der aufzeigt, für welche Dauerstufen ebenfalls eine Schwellenwertüberschreitung vorlag.

Beispiele:

1. Der Wert 999999 kennzeichnet, dass an einem Pixel für keine Dauerstufe eine Schwellenwertüberschreitung vorliegt.
2. Der Wert 272172 kennzeichnet, dass an einem Pixel nur der Schwellenwert der Warnstufe 2 für die Dauerstufe 72h überschritten wurde.
3. Der Wert 272990 kennzeichnet, dass an einem Pixel nur der Schwellenwert der Warnstufe 2 für die Dauerstufe 72h überschritten wurde und einige Dauerstufen Fehlkennungen aufweisen.
4. Der Wert 99990 kennzeichnet, dass an diesem Pixel alle Dauerstufen Fehlkennungen aufweisen.

1.3 Daten im HDF5-Format

Ab 2023 wurde mit der Migration der RADOLAN-Produkte vom RADOLAN- ins HDF5-Format begonnen. Dabei wurde gleichzeitig die Umstellung der nationalen quantitativen RADOLAN-Daten (1km² räumliche Auflösung) auf das WGS84-Referenzellipsoid und auf die Kompositgröße von 1200 km * 1100 km vorgenommen. Die Formatbeschreibung ist dem Dokument auf https://www.eumetnet.eu/wp-content/uploads/2019/01/ODIM_H5_v23.pdf [OPERA, 2019] zu entnehmen.

Die folgende Tabelle gibt alle RADOLAN-Produkte an, die im HDF5-Format verfügbar sind. Auf der RADOLAN-Homepage www.dwd.de/RADOLAN ist darüber hinaus eine Tabelle aller RADOLAN-Produkte (RADOLAN- und HDF5-Format) unter „Produktübersicht“ vorhanden.

Produkt-kennung	Dateiname	Inhalt
RY	raa01-ry_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	qualitätsgeprüfte Radardaten nach Anwendung der verfeinerten Z-R-Beziehungen in Niederschlagshöhen umgerechnet
YW	raa01-yw_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	quasi-angeeichte Radardaten auf der Basis der RY-, RH- und RW-Produkte
ZW	raa01-zw_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	quasi-angeeichte Radardaten auf der Basis der RY-, RH- und RW-Produkte
RH	raa01-rh_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	qualitätsgeprüfte Radardaten nach Anwendung der verfeinerten Z-R-Beziehungen in Niederschlagshöhen umgerechnet und auf eine Stunde aufsummiert
RB	raa01-rb_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	Radardaten, vorangeeicht mit einem Faktor

Produkt-kennung	Dateiname	Inhalt
RW	raa01-rw_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standardverfahren
VW	raa01-vw_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standardverfahren
RL	raa01-rl_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	Radardaten nach Aneichung mit dem Mergingverfahren
RU	raa01-ru_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standard- und dem Mergingverfahren
S2	raa01-s2_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standardverfahren, aufsummiert auf zwei Stunden
S3	raa01-s3_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standardverfahren, aufsummiert auf drei Stunden
SQ	raa01-sq_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standardverfahren, aufsummiert auf sechs Stunden
SH	raa01-sh_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standardverfahren, aufsummiert auf zwölf Stunden
SF	raa01-sf_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standardverfahren, aufsummiert auf 24 Stunden
SM	raa01-sm_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standardverfahren, täglich fortlaufend aufsummiert ab dem 1. Tag des Monats bis zum 1. Tag des Folgemonats
SZ	raa01-sz_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standardverfahren, täglich fortlaufend aufsummiert ab dem 1. Tag der meteorologischen Jahreszeit bis zum 1. Tag der folgenden meteorologischen Jahreszeit
SJ	raa01-sj_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standardverfahren, täglich fortlaufend aufsummiert ab dem 01. 01. bis zum 1. Tag des Folgejahres
SY	raa01-sy_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standardverfahren, täglich fortlaufend aufsummiert ab dem 01. 11. bis zum 1. Tag des folgenden hydrologischen Jahres
%M	raa01-%m_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	zum 30-jährigen Mittelwert relative Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standardverfahren, täglich fortlaufend aufsummiert ab dem 1. Tag des Monats bis zum 1. Tag des Folgemonats
AM	raa01-am_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	zum 30-jährigen Mittelwert des kompletten Monats relative Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standardverfahren, täglich fortlaufend aufsummiert ab

		dem 1. Tag des Monats bis zum 1. Tag des Folgemonats
Produkt-kennung	Dateiname	Inhalt
%Z	raa01-%z_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	zum 30-jährigen Mittelwert relative Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standardverfahren, täglich fortlaufend aufsummiert ab dem 1. Tag der meteorologischen Jahreszeit bis zum 1. Tag der folgenden Jahreszeit
AZ	raa01-az_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	zum 30-jährigen Mittelwert der kompletten meteorologischen Jahreszeit relative Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standardverfahren, täglich fortlaufend aufsummiert ab dem 1. Tag der meteorologischen Jahreszeit bis zum 1. Tag der folgenden Jahreszeit
%J	raa01-%j_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	zum 30-jährigen Mittelwert relative Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standardverfahren, täglich fortlaufend aufsummiert ab dem 01. 01. bis zum 1. Tag des Folgejahres
AJ	raa01-aj_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	zum 30-jährigen Mittelwert des kompletten Jahres relative Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standardverfahren, täglich fortlaufend aufsummiert ab dem 01. 01. bis zum 1. Tag des Folgejahres
%Y	raa01-%y_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	zum 30-jährigen Mittelwert relative Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standardverfahren, täglich fortlaufend aufsummiert ab dem 01. 11. bis zum 1. Tag des folgenden hydrologischen Jahres
D2	raa01-d2_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standardverfahren, aufsummiert auf 48 Stunden
D3	raa01-d3_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standardverfahren, aufsummiert auf 72 Stunden
W1	raa01-w1_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standardverfahren, aufsummiert auf sieben Tage
W2	raa01-w2_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standardverfahren, aufsummiert auf 14 Tage
W3	raa01-w3_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standardverfahren, aufsummiert auf 21 Tage
W4	raa01-w4_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	Radardaten nach Aneichung mit der gewichteten Mittelung aus zwei Standardverfahren, aufsummiert auf 30 Tage
EH	raa01-eh_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	Europäische quantitative Radardaten; unterschiedlicher nationaler Verarbeitungsstand
EB	raa01-eb_10000-YYMMD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	Europäische quantitative Radardaten; unterschiedlicher nationaler Verarbeitungsstand

Produkt-kennung	Dateiname	Inhalt
EW	raa01-ew_10000-YYMMDD-Dhhmm-dwd---bin.hdf5	Europäische quantitative Radardaten; unterschiedlicher nationaler Verarbeitungsstand

1.4 Georeferenzierung

1.4.1 Koordinatensystem und Projektion

Die nationalen Komposita im RADOLAN-Format 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°N (ϕ_0)⁵. Das kartesische Koordinatensystem besitzt eine Größe von 900 km x 900 km und ist parallel zum 10,0°E-Meridian (λ_0) ausgerichtet. Als Bezugspunkt wurde der Mittelpunkt des Komposita (λ_M, ϕ_M) mit 9,0°E und 51,0°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 (λ, ϕ) 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:

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

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:

$$x = x_0 + d (j - j_0)$$

$$y = y_0 + d (i - i_0)$$

mit i, j als Indices der kartesischen Koordinaten.

Die kartesischen Abstandskoordinaten (x, y) eines Datenpunktes können mit Hilfe der folgenden Formeln in die geografischen Koordinaten (λ, ϕ) 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 Komposita in den beiden Koordinatensystemen wieder. Der Ursprung des kartesischen Koordinatensystems liegt bei (10°E, 90°N).

⁵ Umrechnung Grad / Bogenmaß: $\lambda[\text{rad}] = \lambda[\text{°}] \cdot \pi / 180$

Ecke / Koordinate	λ	φ	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 Komposita ist die Tabelle bei 3.2 hinterlegt.

1.4.2 Verortung der Raster

Beim Kugel-Erdmodell wird eine Kugel mit Radius 6370040 m als Erdmodell verwendet. Das nationale RADOLAN-Raster mit 900 mal 900 Datensätzen hat in der linken unteren Ecke die geografischen Koordinaten 46.9526°N und 3.5889°E (s.a. Abb. 1). Beim WGS84-Erdmodell wird der sogenannte WGS84-Ellipsoid als Erdmodell verwendet. Bei den im WGS84-Erdmodell⁶ produzierten Komposita (zu erkennen durch die Kennung VS = 5 im ASCII-Header, s. Kap. 1.1) ergeben sich folgende, gegenüber der Tabelle in Kap. 1.3.1 geänderte Eckkoordinaten:

Ecke / Koordinate	λ	φ
linke untere Ecke	3,604382997°E	46,95361533°N
rechte untere Ecke	14,60482286°E	47,07156997°N
rechte obere Ecke	15,69697166°E	54,73806893°N
linke obere Ecke	2,095883211°E	54,58546706°N

Km-Raster (RADOLAN national)

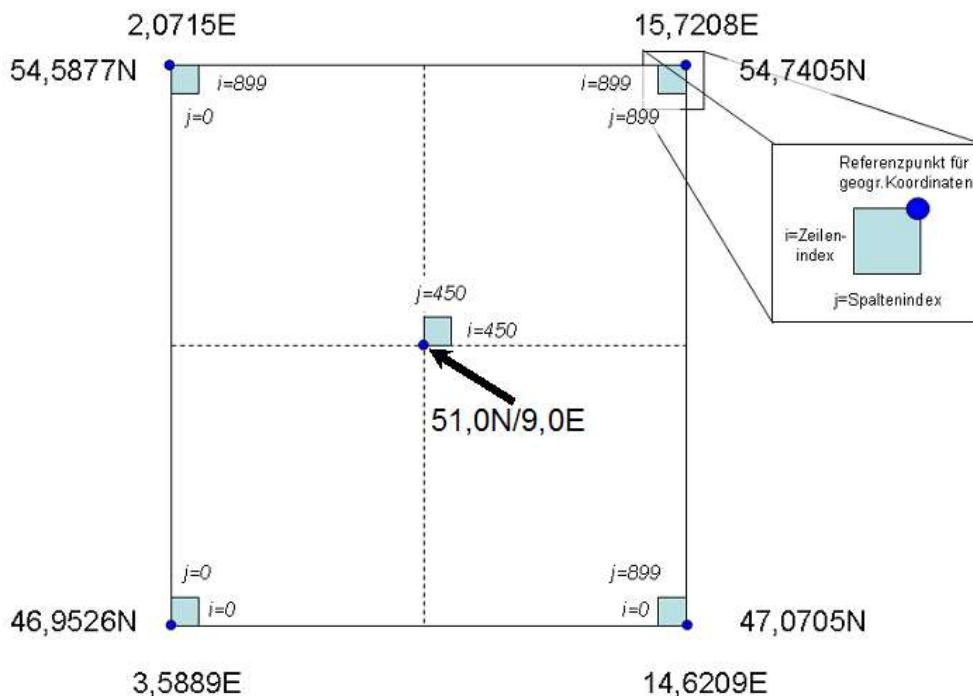


Abbildung 1: 1 x 1 km-Raster des nationalen Komposita (RADOLAN-Raster)

⁶ Als erste Komposita der in diesem Dokument beschriebenen RADOLAN- und RADVOR-Produkte wurden die Produkte RV, RS, RQ, RE, FS und FQ am 13. Oktober 2022 vom Kugel-Erdmodell auf das WGS84-Erdmodell umgestellt.

Das erweiterte nationale RADOLAN-Raster mit 1100 mal 900 Datensätzen hat in der linken unteren Ecke die geografischen Koordinaten 46.1929°N und 4.6750°E (s.a. Abb. 2).

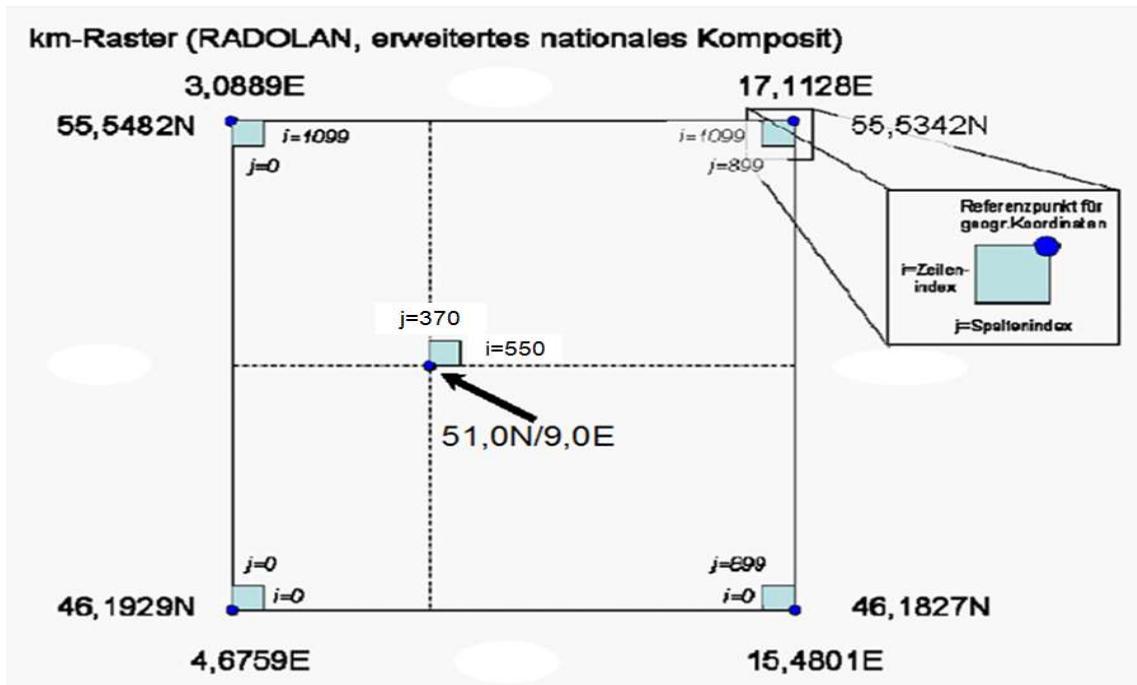


Abbildung 2: 1 x 1 km-Raster des erweiterten nationalen Kompositen (erweitertes RADOLAN-Raster)

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 aus dem kompletten Erfassungsbereich aller lokalen quantitativen Radardaten des DWD-Radarverbundnetzes mit einer Reichweite von 150 km Radius um den Radarstandort gewonnen wird.

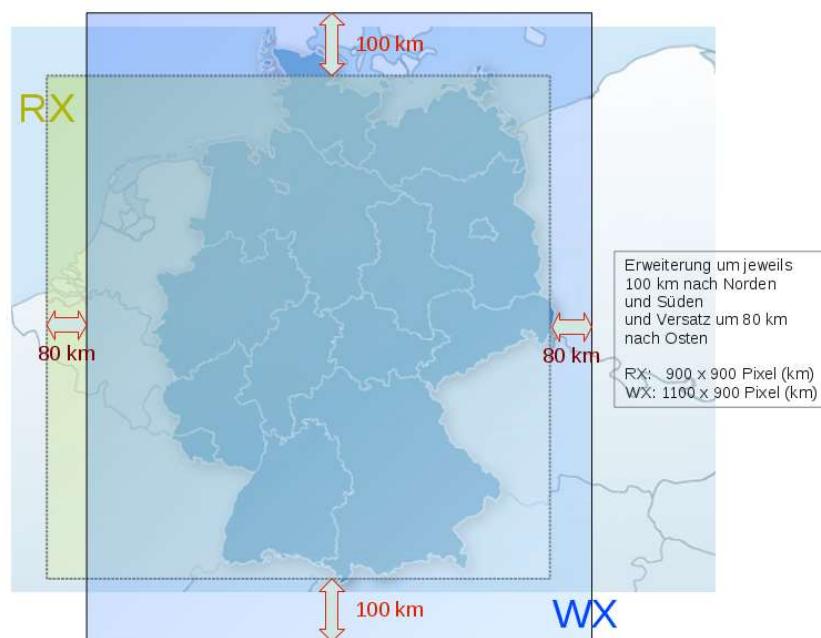


Abbildung 3: Erklärung des räumlichen Unterschiedes zwischen den beiden nationalen Kompositgrößen am Beispiel der beiden Produkte RX (nationales Komposit) und WX (erweitertes nationales Komposit)

1.5 Darstellung in ArcGIS

Für die Darstellung der RADOLAN-Daten im RADOLAN-Format in ArcGIS⁷ 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]
- 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=6370040m) und der Exzentrizität ($\epsilon=0$ für eine Kugel).

Lesen Sie die Rasterdaten zusammen mit den geografischen Koordinaten (λ, φ) ein, so geben Sie ein geografisches Kartendatum (keine Projektion) vor.

1.6 Geografische Dateien

Folgende Dateien zur geografischen Einordnung der quantitativen Radarkompositen mit dem Kugel-Erdmodell sind verfügbar:

- https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/help/RADOLAN/Unterstuetzungsdokumente/RADOLAN-Raster.zip mit *phi_center.txt* (geografische Breite der Rastermittelpunkte), *lambda_center.txt* (geografische Länge der Rastermittelpunkte), *phi_bottom.txt* (geografische Breite der linken unteren Eckpunkte der Raster) und *lambda_bottom.txt* (geografische Länge der linken unteren Eckpunkte der Raster)
- Shape-Dateien zur Darstellung des RADOLAN-Gebietsrahmens bzw. -rasters in ArcGIS auf https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/help/RADOLAN/Unterstuetzungsdokumente/RADOLAN-GIS.zip

⁷ Die Einstellungen wurden für die Version 9.3 getestet.

2. Tabelle der verwendeten deutschen Radarstandortkürzel im ASCII-Header

Radarstandortkürzel⁸	WMO-Kennziffer	Radarstandort	Geografische Koordinaten (nördliche Breite und östliche Länge in Grad, Minuten und Sekunden) [„WGS 84“]	Operationelle Betriebsdaten
asb	10103	ASR Borkum	53° 33' 50,44"; 06° 44' 53,85" 53° 33' 50,87"; 06° 44' 53,94"	vom 27.02.2018 bis 12.04.2021 ab 04.05.2021 (dual-pol)
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' 48,8"	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' 10,0"	vom 18.09.1997 bis 06.05.2014; ab 08.10.2014 (dual-pol)
emd	10204	Emden	53° 20' 19,5"; 07° 01' 25,6"	ab 16.12.1994 bis 27.02.2018
ess	10410	Essen	51° 24' 20,3"; 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' 40,3"; 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' 36,3"; 09° 41' 40,3"	ab 29.07.2014 (dual-pol)
isn	10873	Isen	48° 10' 28,9"; 12° 06' 06,4"	ab 22.01.2014 (dual-pol)
mem	10950	Memmingen	48° 02' 31,7"; 10° 13' 09,2"	ab 03.04.2013 (dual-pol)
mhp	10962	Hohenpeissenberg	47° 48' 05,45"; 11° 00' 33,46"	vom 25.01.2023 bis 23.03.2023 (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' 06,1"	vom 01.12.1994 bis 11.04.2011; ab 10.01.2012 (dual-pol)
nhb	10605	Neuheilensbach	50° 06' 34,8"; 06° 32' 54,0"	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' 55,2"; 13° 51' 29,6"	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' 07,4"; 09° 46' 57,6"	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)

⁸ In RE, RV und RS mit Präfix de, z. B. deboo statt boo

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. Das ASR wurde von 2018 bis 2021 als Ersatz des Radars Emden auf Borkum eingesetzt. Ab dem 04.05.2021 ist das ASR Borkum ein Dual-Pol-Doppler-Radar.
- 3) Der Radarstandort München (10871) hatte bis Ende 1997 die WMO-Kennziffer 10870.
- 4) Das Qualitätssicherungsradar Hohenpeißenberg (10962) ist temporär (vom 25.01.2023 bis 23.03.2023) als Ersatz für das längere Zeit ausgefallene Radar Memmingen (10950) in die operationelle RADOLAN-Routine integriert worden.

Bei den RADOLAN-Daten im HDF5-Format ist das Radarstandortkürzel für die Radarstandorte auf fünf Buchstaben erweitert worden. Für die deutschen Radarstandorte wird ein „de“ zu den drei Buchstaben vorangestellt, z.B. deboo statt boo für den Radarstandort Boostedt.

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 Komposit. Darin enthalten sind – zusätzlich zu den DWD-Radarern – 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.

Seit dem 08.08.2018 wird das französische Radarkomposit in die quantitative RADOLAN-ME-Produktkette integriert. Dieses ersetzt die nicht mehr verfügbaren lokalen Radardaten aus Frankreich, so dass die kurzfristig entstandene Radar-Überdeckungslücke in Teilen Frankreichs nicht mehr besteht.

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

Radar-standort-kürzel	WMO-Kenn-ziffer	Radarstandort	Geografische Koordinaten (nördliche Breite und östliche Länge in dezimale Grad)	Betreiber
abv	07005	Abbeville ⁹	50.1358/1.8347	Météo France
ave	07083	Avesnois ⁹	50.1283/3.8119	Météo France
tra	07145	Trappes ⁹	48.7739/2.0075	Météo France
arc	07167	Arcis-Troyes ⁹	48.4622/4.3094	Météo France
ncy	07182	Nancy ⁹	48.7158/6.5816	Météo France

⁹ oder als Komposit Frankreich

Radar-standort-kürzel	WMO-Kenn-ziffer	Radarstandort	Geografische Koordinaten (nördliche Breite und östliche Länge in dezimalen Grad)	Betreiber
bgs	07255	Bourges ⁹	47.0586/2.3594	Météo France
bla	07274	Blaisy ⁹	47.3552/4.7758	Météo France
sly	07381	St. Nizier-Lyon ⁹	46.0663/4.4455	Météo France
sem	07461	Sembadel-Le Puy ⁹	45.2900/3.7094	Météo France
frc	07000	Komposit Frankreich	-	Météo France
alb	06661	Albis ¹⁰	47.2850/8.5130	Meteo Schweiz
lad	06699	La Dole ¹⁰	46.4260/6.1000	Meteo Schweiz
mle	06768	Monte Lema ¹⁰	46.0420/8.8340	Meteo Schweiz
sui	06981	Komposit Schweiz	-	Meteo Schweiz
deb	06260	De Bilt ¹¹	52.1017/5.1783	KNMI (Niederlande)
den	06234	Den Helder ¹¹	52.9533/4.7899	KNMI (Niederlande)
nld	06260	Komposit Niederlande	-	KNMI (Niederlande)
zav	06451	Zaventem ¹²	50.9010/4.4510	KMI (Belgien)
wid	06477	Wideumont ¹²	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)

¹⁰ oder als Komposit Schweiz¹¹ oder als Komposit Niederlande¹² oder als Komposit Belgien

Radar-standort-kürzel	WMO-Kenn-ziffer	Radarstandort	Geografische Koordinaten (nördliche Breite und östliche Länge in dezimalem Grad)	Betreiber
vir	06103	Virring	56.0240/10.0246	DMI (Dänemark)
aut	11000	Komposit Österreich	-	Astrocontrol bzw. ZAMG (Österreich) ¹³

Bei den RADOLAN-Daten im HDF5-Format ist das Radarstandortkürzel für die Radarstandorte auf fünf Buchstaben erweitert worden. Dabei werden zwei Buchstaben zu den drei Buchstaben vorangestellt, die die Nation, in der sich die Radarstandorte befinden, wiedergeben, z.B. dkvir statt vir für den Radarstandort Virring.

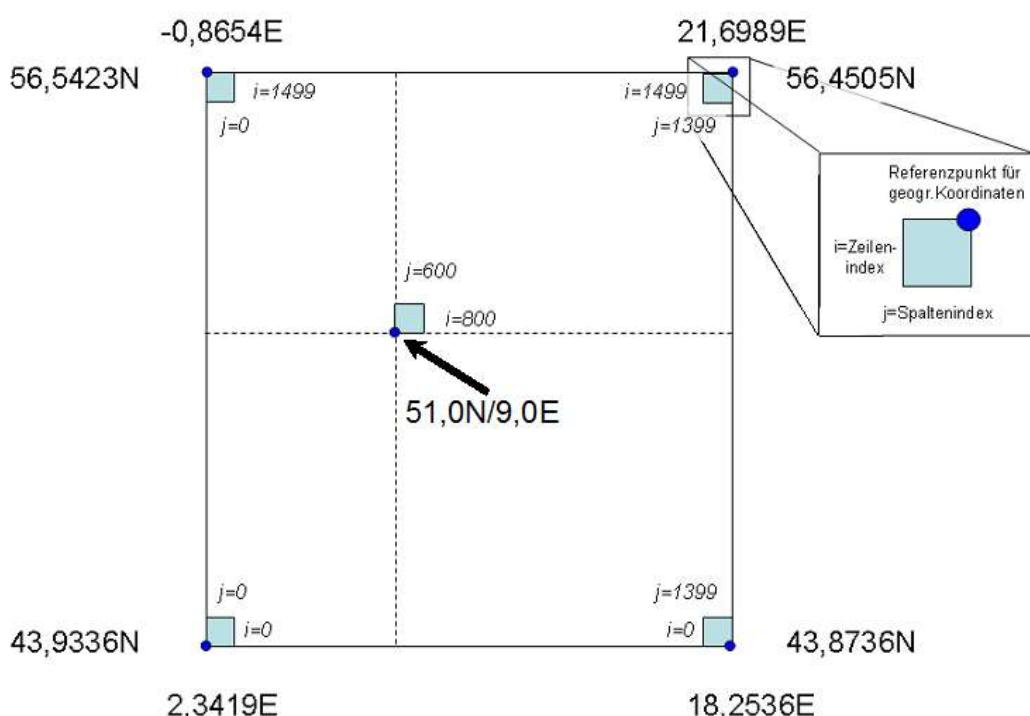


Abb. 4: 1
x 1 km-Raster des mitteleuropäischen Komposit (RADOLAN-ME-Raster)

Die folgende Tabelle gibt die Werte der Eckpunkte des mitteleuropäischen Komposit in den beiden Koordinatensystemen wieder (s. hierzu 1.4.1). Der Ursprung des kartesischen Koordinatensystems liegt bei (10°E, 90°N).

Ecke / Koordinate	λ	φ	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

¹³ Das von Astrocontrol 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 Radarkompositen EZ, EY, EH, EB und EW ein.

4. Verschiedenes

4.1 Informationen im ASCII-Header

Für neue feste fachliche Informationen ist im ASCII-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 müssen 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.

4.2 Nachaneichung und Übersicht der Aneichstationen

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.

Seit April 2021 werden auch Ombrometerdaten aus Belgien zur Aneichung verwendet (s. Abb. 5). Damit ist auch für das quantitative, an Stationen angeeichte, mitteleuropäische RADOLAN-Produkt EW die bestmögliche, die Stationsdaten betreffende Qualität erreicht.

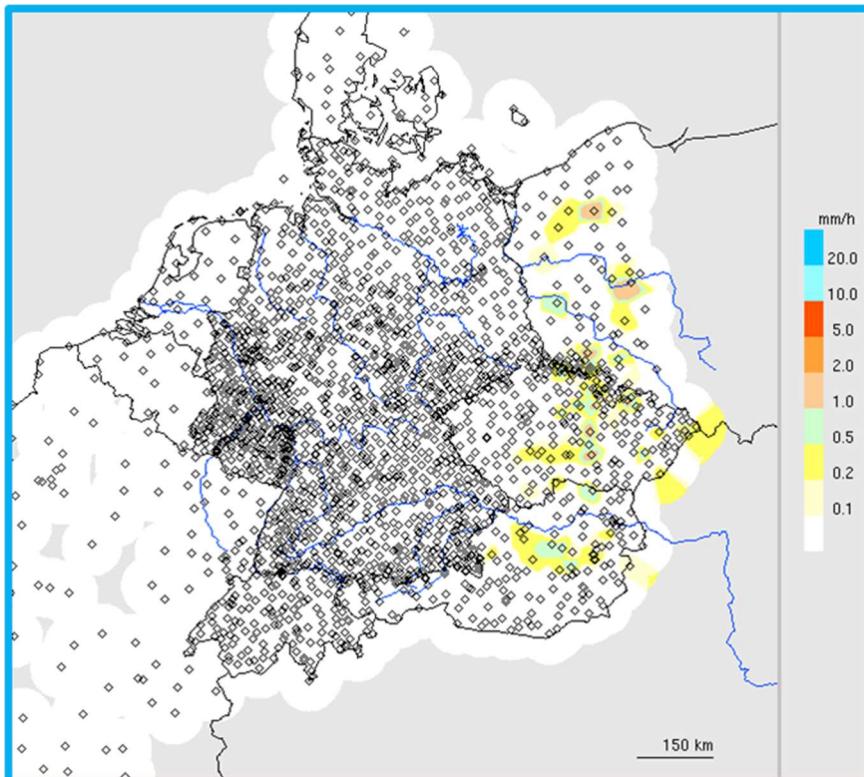


Abb. 5: Übersicht der Aneichstationen für die mitteleuropäische Aneichung der Radardaten im RADOLAN-ME-Verfahren mit der Niederschlagsanalyse aus interpolierten Stationsmessungen für 13:50 UTC am 03.04.2021

4.3 Radarklimatologie und Starkniederschlagskatalog

Für die klimatologische Auswertung wurden im Rahmen der Radarklimatologie (s. www.dwd.de/radklim) ausgewählte RADOLAN-Produkte ab 2001 zurückreichend mit der jeweils aktuellen operativen 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).

Die radarbasierte Niederschlagsklimatologie wird vom DWD regelmäßig weitergeführt. Die Nachführung der Radarklimatologie für das abgelaufene Jahr wird planmäßig jeweils im Frühjahr verfügbar sein. Auf der Basis dieser Daten werden jährlich Kataloge radar-basierter starker Niederschlagsergebnisse erstellt. Diese sind die Grundlage für die Analyse des Starkregengeschehens und seines Schadenpotenzials in Deutschland seit 2001 (s. www.dwd.de/catrate). Seit 2021 wird jährlich ein RADKLIM-Bulletin erstellt, welches einen Überblick über die extremen Niederschlagsereignisse seit 2001 und insbesondere des jeweils vergangenen Jahres gibt. Das RADKLIM-Bulletin kann per RSS-Feed abonniert werden: www.dwd.de/radklim-rss.

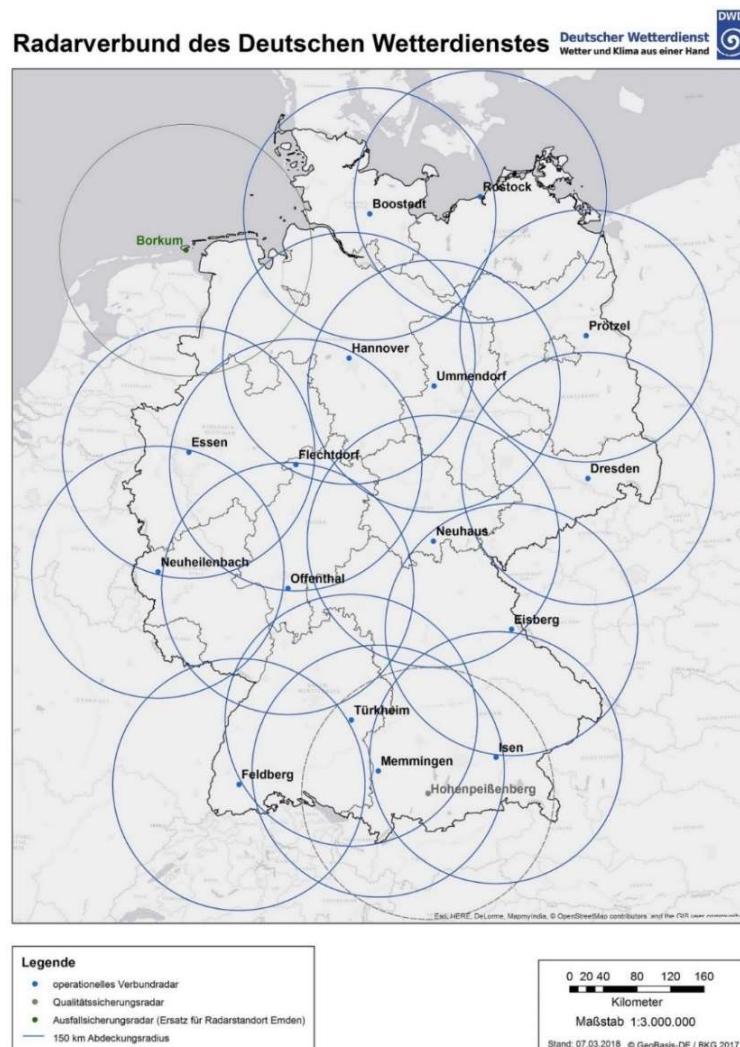


Abb. 6: Wetterradarmessnetz des DWD mit 18 C-Band Radarsystemen und den zugehörigen 150 km-Radius-Erfassungsbereichen, welche außer dem Qualitätssicherungsradar Hohenpeißenberg (Ausnahme s. Kap. 2) für die quantitative Niederschlagsauswertung im Rahmen von RADOLAN verwendet werden

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 Qualitätskomposit, Version 3.2
- MF, 2005: s. Internetadresse 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
- OPERA, 2019: https://www.eumetnet.eu/wp-content/uploads/2019/01/ODIM_H5_v23.pdf
- OPERA, 2025: <https://www.eumetnet.eu/activities/observations-programme/current-activities/opera/>
- 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
- 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

Weitere Veröffentlichungen s. auf

https://www.dwd.de/DE/leistungen/radolan/radolan_info/home_veroeffentlichungen_radarlan.html;jsessionid=942E2D97A4216B31648B778C3EAEC8FD.live11042?nn=16102&lsbId=617848