

REPORT

Cicerostr. 24
D-10709 Berlin
Germany
Tel +49 (0)30 536 53 800
Fax +49 (0)30 536 53 888
www.kompetenz-wasser.de

Analyse der zeitlich hochaufgelösten Niederschlagsdaten 2002 in Berlin Project acronym: EVA

by
Eberhard Reimer
Freie Universität Berlin

for
Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH

Preparation of this report was financed in part through funds provided by



Berlin, Germany
2008

Important Legal Notice

Disclaimer: The information in this publication was considered technically sound by the consensus of persons engaged in the development and approval of the document at the time it was developed. KWB disclaims liability to the full extent for any personal injury, property, or other damages of any nature whatsoever, whether special, indirect, consequential, or compensatory, directly or indirectly resulting from the publication, use of application, or reliance on this document. KWB disclaims and makes no guaranty or warranty, expressed or implied, as to the accuracy or completeness of any information published herein. It is expressly pointed out that the information and results given in this publication may be out of date due to subsequent modifications. In addition, KWB disclaims and makes no warranty that the information in this document will fulfill any of your particular purposes or needs. The disclaimer on hand neither seeks to restrict nor to exclude KWB's liability against all relevant national statutory provisions.

Wichtiger rechtlicher Hinweis

Haftungsausschluss: Die in dieser Publikation bereitgestellte Information wurde zum Zeitpunkt der Erstellung im Konsens mit den bei Entwicklung und Anfertigung des Dokumentes beteiligten Personen als technisch einwandfrei befunden. KWB schließt vollumfänglich die Haftung für jegliche Personen-, Sach- oder sonstige Schäden aus, ungeachtet ob diese speziell, indirekt, nachfolgend oder kompensatorisch, mittelbar oder unmittelbar sind oder direkt oder indirekt von dieser Publikation, einer Anwendung oder dem Vertrauen in dieses Dokument herrühren. KWB übernimmt keine Garantie und macht keine Zusicherungen ausdrücklicher oder stillschweigender Art bezüglich der Richtigkeit oder Vollständigkeit jeglicher Information hierin. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die in der Publikation gegebenen Informationen und Ergebnisse aufgrund nachfolgender Änderungen nicht mehr aktuell sein können. Weiterhin lehnt KWB die Haftung ab und übernimmt keine Garantie, dass die in diesem Dokument enthaltenen Informationen der Erfüllung Ihrer besonderen Zwecke oder Ansprüche dienlich sind. Mit der vorliegenden Haftungsausschlussklausel wird weder bezweckt, die Haftung der KWB entgegen den einschlägigen nationalen Rechtsvorschriften einzuschränken noch sie in Fällen auszuschließen, in denen ein Ausschluss nach diesen Rechtsvorschriften nicht möglich ist.

Abstract

In recent years considerable progress has been made in numerical weather prognosis. Special progress has been made in doing local forecasts up to five days of temperature, wind and atmospheric pressure and also of the weather determinant flow systems. In contrast, the local prognosis of precipitation (liquid and ice phase) has not been improved. This circumstance has led to the DFG program "Quantitative rainfall prognosis". It covers broadly based activities that aim on the improvement of the knowledge on the processes of rainfall formation and their numerical prognosis. The main objective is to improve the routine prognosis of the German Weather Association (DWD). The program covers the modeling of microphysical processes as well as the description of essential meteorological conditions in different temporal and spatial scales. Especially, convective cloud systems that are often responsible for extreme rainfall situations are studied.

In a Germany-wide monitoring campaign in the year 2007 comprehensive measurements are conducted. The gained information and data will be used to improve process description and to support model evaluation.

The study at hand describes the analysis and prognosis of temporally (5 min) and spatially (500 m) highly distributed rainfall data for the Berlin area. The data will be used in the frame of the EVA project of Kompetenzzentrum Wasser Berlin to analyse and evaluate the potential of online rainfall measurement and forecast to support the operation of wastewater pump stations.

Zusammenfassung

In den vergangenen Jahren wurden in der numerischen Wetterprognose erhebliche Erfolge bei der lokalen Prognose von Temperatur, Wind und Luftdruck und auch den wetterbestimmenden Strömungssystemen für bis zu 5 Tagen erzielt. Demgegenüber hat die lokale Prognosegüte für Niederschlag (Flüssig- und Eisphase) sich kaum verbessert. Dieser Umstand hat dazu geführt, dass im Rahmen des laufenden DFG-Schwerpunktprogrammes „Quantitative Niederschlagsprognose“ eine breite Aktivität zum verbesserten Verständnis der niederschlagsbildenden Prozesse für die numerische Wetterprognose gestartet wurde, die insbesondere die Routineprognose des Deutschen Wetterdienstes (DWD) verbessern soll. Das beinhaltet die Modellierung mikrophysikalischer Prozesse und die Beschreibung der wesentlichen meteorologischen Bedingungen in verschiedenen Zeit- und Raumskalen, wobei speziell die Behandlung konvektiver Wolkensysteme, die im Jahresverlauf in vielen Fällen auch für das Auftreten extremer Niederschläge verantwortlich sind, im Vordergrund stehen.

In einer deutschlandweiten Beobachtungskampagne im Jahr 2007 werden umfangreiche Messungen durchgeführt, die die Prozessbeschreibung verbessern und die Modellevaluierung unterstützen soll.

In dieser Arbeit wird die zeitlich (5min) und räumlich hochaufgelöste (500m) Analyse und Prognose des Niederschlags für den Berliner Raum durchgeführt. Die Daten werden im Rahmen des EVA Projektes des Kompetenzzentrum Wasser Berlin verwendet, um das Potential von Online-Niederschlagsmessung und Niederschlagsvorhersage aus Radardaten bezüglich der Unterstützung des Betriebes von Abwasserpumpwerken zu bewerten.

Inhaltsverzeichnis

Chapter 1 Einleitung.....	1
Chapter 2 Niederschlagsbeobachtungen.....	2
2.1 24-Stundensummen.....	2
2.1.1 Messungen.....	2
2.1.2 Messfehler.....	3
2.2 5-Minutensummen.....	3
2.2.1 Registrierung und Digitalisierung.....	4
2.2.2 Automatische Beobachtungen.....	5
2.2.3 Messfehler.....	5
Chapter 3 Radardaten.....	6
Chapter 4 Räumliches Analysenverfahren.....	8
Chapter 5 Datenkorrektur.....	9
5.1 Lückenauffüllung Tagessummen.....	9
5.2 Korrektur 5-Minutensummen.....	9
5.2.1 Zeitkontrolle.....	9
5.2.2 Summenkontrolle.....	10
5.2.3 Lückenauffüllung und Zeitreihenersetzung.....	11
5.2.4 Zeitreihenvergleich.....	11
Chapter 6 Datenanalyse.....	13
6.1 Interpolation der Tagessummen.....	13
6.2 Interpolation der 5-Minutensummen.....	14
6.3 Vergleich der Tageswerte.....	14
6.4 Vergleich der verschiedenen Skalierungen.....	15
6.5 Zeitreihenerstellung für Abflussmodellierung.....	18
Bibliographie.....	19
Anhang A: Stationen des Tagesmessnetzes.....	20
Anhang B: Stationen des 5-Minuten-Messnetzes.....	22

Abbildungsverzeichnis

Bild 2.1 Beobachtungsorte des Tagesmessnetzes im Jahr 2007. Die weiteren Angaben sind im Anhang gegeben	2
Bild 2.2 Beobachtungsorte des Messnetzes mit 5-Minutensummen (Stand 2007). Die weiteren Angaben sind im Anhang gegeben	3
Bild 5.1 Vergleich der 5-Minuten Niederschlagssummen von Radardaten des BRDC und der Messungen am 12.August 2002 für Marzahn.....	10
Bild 5.2 Tageskurven 5-Minuten Niederschlagssummen am 12.August 2002 für zwei Stationen in Tempelhof.	11
Bild 6.1 Monatssumme der Tagesmessungen für den August 2002.....	13
Bild 6.2 Monatssumme der Tagesmessungen für den August 2002.....	14
Bild 6.3 Niederschlagssumme 2002 mit der Referenz aus Tagessummen	16
Bild 6.4 Niederschlagssumme für den 28. August 18:10 – 18:15 (5-Min)	17
Bild 6.5 Niederschlagssumme für den 28. August 18:10 – 18:15 (korr.).....	17
Bild 6.6 Ausgewählte Einzugsgebiete für das Klärwerk Ruhleben.....	18

Chapter 1

Einleitung

In den vergangenen Jahren wurden in der numerischen Wetterprognose erhebliche Erfolge bei der Lokalen Prognose von Temperatur, Wind und Luftdruck und auch den wetterbestimmenden Strömungssystemen für bis zu 5 Tagen erzielt. Demgegenüber hat die lokale Prognosegüte für Niederschlag (Flüssig- und Eisphase) sich kaum verbessert. Dieser Umstand hat dazu geführt, dass im Rahmen des laufenden DFG-Schwerpunktprogrammes „Quantitative Niederschlagsprognose“ eine breite Aktivität zum verbesserten Verständnis der niederschlagsbildenden Prozesse für die numerische Wetterprognose gestartet wurde, die insbesondere die Routineprognose des Deutschen Wetterdienstes (DWD) verbessern soll. Das beinhaltet die Modellierung mikrophysikalischer Prozesse und die Beschreibung der wesentlichen meteorologischen Bedingungen in verschiedenen Zeit- und Raumskalen, wobei speziell die Behandlung konvektiver Wolkensysteme, die im Jahresverlauf in vielen Fällen auch für das Auftreten extremer Niederschläge verantwortlich sind, im Vordergrund stehen.

In einer deutschlandweiten Beobertungskampagne im Jahr 2007 werden umfangreiche Messungen durchgeführt, die die Prozessbeschreibung verbessern und die Modellevaluierung unterstützen soll.

In dieser Arbeit wird die zeitlich (5min) und räumlich hochaufgelöste (500m) Analyse und Prognose des Niederschlags für den Berliner Raum durchgeführt. Im Rahmen des Projekts EVA des Kompetenzzentrums Wasser Berlin wird unter Verwendung der aufgelösten Niederschlagsreihen die Steuerungsmöglichkeit der Abwasserförderung untersucht. Es werden in einem numerischen Modell für einen Teilbereich Berlins die Bedingungen für eine verbesserte Steuerung im Abwassernetz Berlins untersucht. Im Fokus steht die Bewertung des Potentials von Online-Niederschlagsmessung und Niederschlagsvorhersage aus Radardaten bezüglich der Unterstützung des Betriebes der Abwasserpumpwerke.

Chapter 2

Niederschlagsbeobachtungen

2.1 24-Stundensummen

Das Messnetz der z. Zt. 80 Tages-Niederschlagsmessungen ist in Abb. 2.1 gegeben. Die Beobachtungen werden von verschiedenen Institutionen und Personen durchgeführt: Deutscher Wetterdienst, Freie Universität Berlin, Berliner Wasserbetriebe (Tagessummen der aufgelösten Messungen), Forstbetriebe, Gartenbaubetriebe und Privatpersonen.

Die Tageswerte werden im klimatologischen Intervall von 07:00 zu 07:00 UTC angegeben. Die Auswertung, einfache Fehlerbereinigung und die Archivierung der Daten werden am Institut für Meteorologie der Freien Universität betrieben.

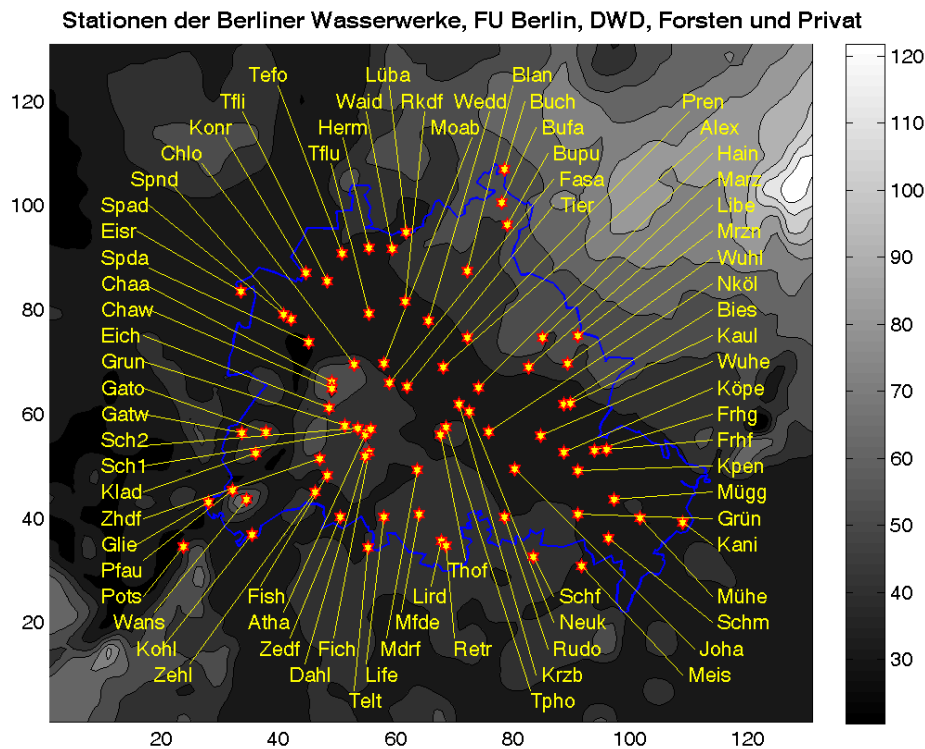


Bild 2.1 Beobachtungsorte des Tagesmessnetzes im Jahr 2007. Die weiteren Angaben sind im Anhang gegeben

2.1.1 Messungen

Der einfache Niederschlagsmesser nach Hellmann besteht aus einer Auffangfläche von 200 cm^2 und einen Auffangbehälter. Der Niederschlag wird über einen Trichter direkt in den Auffangbehälter geleitet. Dieser Auffangbehälter wird dann zu den klimatologischen und synoptischen Terminen in einen Messzylinder entleert und die Niederschlagsmenge an der Scala abgelesen.

2.1.2 Messfehler

Für die Messtöpfe werden generell Unsicherheiten in Abhängigkeit von den meteorologischen Bedingungen angenommen:

- nichtrepräsentativer Standort im Vergleich zu Vorgaben der World Meteorological Organisation WMO (freie Graslandfläche),
- Störungen durch Baumbestand und Gebäude in der Nähe der Messung,
- windstärkebezogene Fehler, die von den jeweiligen Tropfenspektren oder der Art des gefrorenen Niederschlags abhängen (Schnee, Graupel ...),
- geringe Verdunstungsfehler, die im Winter bei der Auswertung durch Auftauung verstärkt werden,
- direkte Verstopfung des Trichters durch z.B. Blätter.

Die Messtöpfe werden in Berlin generell überwiegend im Tagesrhythmus ausgewertet.

Bei den Messungen von privaten Beobachtern, von Forstbetrieben und in Gartenbauunternehmen ist eine quasikontinuierliche Auswertung nicht immer gegeben, so dass auch Summen über längere Episoden vorliegen oder große Datenlücken bestehen.

2.2 5-Minutensummen

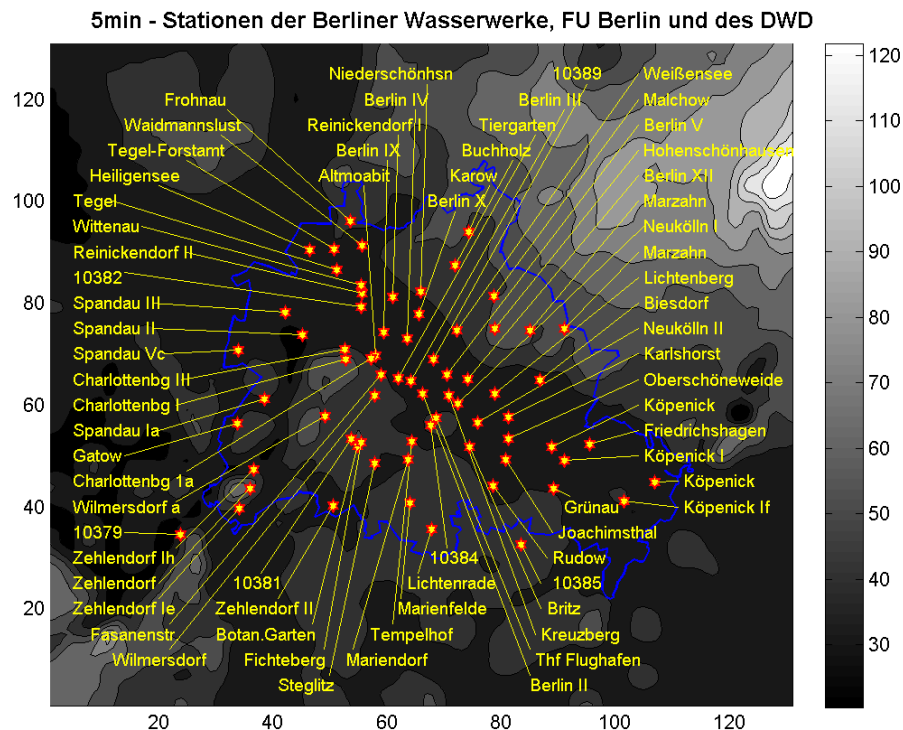


Bild 2.2 Beobachtungsorte des Messnetzes mit 5-Minutensummen (Stand 2007). Die weiteren Angaben sind im Anhang gegeben

Die zeitlich hoch aufgelösten Niederschlagsmessungen werden in Berlin von drei Institutionen durchgeführt: dem Deutschen Wetterdienst, der Freien Universität Berlin und den Berliner Wasserbetrieben.

Die Berliner Wasserbetriebe unterhielten im Jahr 2002 noch 53 Stationen zur Aufzeichnung der Niederschlagsintensitäten mit dem Niederschlagsschreiber nach Hellmann und Archivierung von Papierstreifen. Die Messgeräte sind zur Überwachung an drei Arten von Pumpwerken aufgestellt: Anschlusspumpwerk (APW), Überpumpwerk (ÜPW) und Hauptpumpwerk (HPW). Sie dienen der Überwachung des lang- und kurzfristigen Niederschlags zur Bemessung der natürlichen Randbedingungen des Abwassersystems. Die Registrierungen sind jedoch in den Folgejahren konsequent durch automatische Messungen ersetzt worden.

2.2.1 Registrierung und Digitalisierung

Mit dem Niederschlagsschreiber nach Hellmann wird der Niederschlag mechanisch registriert und der Verlauf kontinuierlich mit Tinte auf feinen Monatsstreifen als Summenkurve gezeichnet. Das Gerät hat ein Gefäß eingebaut mit 10 mm Fassungsvermögen. Ein Schwimmer, der über einen Arm mit einem Stift verbunden ist, zeigt die Niederschlagshöhe in dem Gefäß an. Fällt Niederschlag, so steigt der Schwimmer und der Stift zeichnet auf dem Papier die Änderung des Schwimmers auf. Ist das Gefäß voll, was der Wasserhöhe von 10 mm entspricht, so leert es sich selbsttätig aus, der Schwimmer sinkt auf den Boden und der Stift „fällt“ auf die Nullmarkierung. Zur Bestimmung des Niederschlags in einem bestimmten Zeitraum, muss die Differenz der Summen gebildet werden die den Anfang und das Ende des Zeitraumes markieren.

Die Registrierstreifen für 2002 wurden am Institut für Meteorologie digitalisiert und wurden zur Absicherung mit an den BWB digitalisierten Messreihen von drei Stationen verglichen. Die Digitalisierung erfolgte durch eine Arbeitskraft, die neben der unmittelbaren Registrierungsgüte auch eine sehr grobe Fehlerprüfung unternahm und protokollierte. Die Digitalisierung erfolgte mit einer mehrfachen Absicherung der Streifenlage für jeweils eine Tageskurve.

Auftretende Ausfälle und Fehler wurden in einer Tabelle nur für Tagesauflösung gesammelt.

Die in Messpunkte umgewandelten Messstreifen wurden mit einer Software als Summenkurve für das Jahr 2002 ausgewertet. Hier wurde ein spezielles Filter eingesetzt um kleine Schwankungen der Handführung bei der Digitalisierung zu glätten. Da die Zurückstellung des Stiftes mit Verzögerung erfolgt und je nach augenblicklicher Regenintensität entsprechend noch verzögerter, wurde die absolute Summenkurve über die Intensitätskurve von 5-Minutenintervallen in den Rückstellpausen ergänzt und vervollständigt.

Diese Summenkurven wurden dann für jede Station und jeden Tag getrennt in 5-Minutenintervallen archiviert.

2.2.2 Automatische Beobachtungen

Das Berliner Stadtmessnetz der FU Berlin umfasste 2002 sieben automatisierte Beobachtungsstandorte in Berlin. Ebenso erhält der Deutsche Wetterdienst sechs automatisierte Niederschlagsbeobachtungsstationen, die die Flughäfen in Raum Berlin und Umgebung einschließen.

Bei beiden Institutionen wird der Niederschlag mit der Niederschlagswippe gemessen. Die Auffangfläche beträgt dabei 200cm². Der Niederschlag fällt in die Auffangfläche und gelangt von dort in eine Seite der Kippwaage, die auf 0,1 mm Niederschlag geeicht ist. Bei exakt 0,1mm Niederschlagsmenge kippt die Waage um, leert sich und die andere Seite der Waage läuft voll.

Jedes Umkippen verursacht einen Impuls dessen Anzahl gemessen wird und die Niederschlagsmenge bestimmt werden kann.

2.2.3 Messfehler

Für die Messtöpfe werden generell Unsicherheiten in Abhängigkeit von den meteorologischen Bedingungen angenommen:

- nichtrepräsentativer Standort im Vergleich zu Vorgaben der World Meteorological Organisation WMO (freie Graslandfläche),
- Störungen durch Baumbestand und Gebäude in der Nähe der Messung,
- windstärkebezogene Fehler, die von den jeweiligen Tropfenspektren oder der Art des gefrorenen Niederschlags abhängen (Schnee, Graupel ...),
- Verdunstungsfehler, die besonders im Winter durch die Geräteheizung verstärkt werden,
- mechanische Fehler bei den Registrierungen mit Tintenstift,
- Zeitfehler bei der Registrierung durch Uhrwerksfehler, da die Registrierungen bei den hier verwendeten Hellmann-Töpfen über einen Monat kontinuierlich laufen,
- die Begrenzung der Messauflösung der Kippwaage bei 0,1 mm und mögliche Fehler bei Starkniederschlag durch zu schnelle Auslösung des elektrischen Signals,
- direkte Verstopfung des Trichters durch z.B. Blätter.

Die persönliche Wartung und stete Überprüfung der Messgeräte ist notwendig, kann aber nur beim Deutschen Wetterdienst und bei dem Institutsmessort der FU Berlin im täglichen Routineablauf gewährleistet werden.

Die Daten des Wetterdienstes und der FU Berlin wurden in 5-Minuten-Summen übergeben und entsprechend dem Format der digitalisierten Daten für jede Station und jeden Tag getrennt archiviert.

Chapter 3

Radardaten

In dieser Arbeit wurden die Radardaten aus dem Baltrad Radar Data Centre (BRDC) verwendet, das am schwedischen Wetterdienst besteht und alle Radardaten der Mitglieder des BMBF-Schwerpunktprogramms Baltex sammelt und zu einem Flächenbild für den Einzugsbereich der Ostsee zusammensetzt.

Die Radardaten des Centres werden von Deutschen Wetterdienst gestellt. Für Berlin ist das Radar in Berlin-Tempelhof von Interesse. Es ist ein C-Band Doppler-Radar mit 1 km horizontaler Auflösung. Die Daten gelangen als Niederschlagsintensität über Electronic Transfer Routing an das BRDC.

Über eine Z/R-Beziehung werden die Reflektivitäten des Radars in Tropfenspektren umgerechnet. Da dieses Verfahren nur eine ungenaue Abschätzung des Niederschlags am Boden zulässt, wird im BRDC eine statistische Anpassung der Radardaten an die realen Niederschlagsmessungen am Boden betrieben, die unterschiedlich zum Vorgehen des Deutschen Wetterdienstes ist.

Die Darstellung der Niederschlagssummen erfolgt im BRDC für eine feste Anzahl von Intensitätsstufen für drei Stunden mit einem Maximalschwellwert >60 mm/3Std. Dadurch ergibt sich in der Regel eine nur sehr begrenzte, quantitative Übereinstimmung mit den realen Beobachtungen des Messnetzes. Dieses Problem wird beim Deutschen Wetterdienst durch eine jeweils aktuelle Anpassung von Radar an Beobachtung zu lösen versucht.

Die kleinste Niederschlagsintensität die vom DWD umgesetzt wird beträgt im Sommer (April – Oktober) 0,06 mm/h, im Winter (November – März) 0,002 mm/h. Die Z/R-Beziehung für die Umsetzung der Reflektivität in Intensität ist im Generellen mit $Z = 256 R^{1,42}$ gegeben.

Das BRDC verwendet für alle Radardaten und das ganze Jahr als kleinste Niederschlagsintensität 0,1 mm/h. Die Niederschlagsintensitäten werden mit der angegebenen Z/R-Beziehung in Reflektivitäten zurückgerechnet, so dass eine Anpassung der Daten an andere Radardaten erfolgen kann.

Die charakteristischen Daten für das fertige BALTRAD Radarbild sind:

- Breite (in Pixel) 815
- Länge (in Pixel) 1195
- untere linke Ecke bei 6.748° östliche Länge und 47.478° nördliche Breite
- obere rechte Ecke bei 36.243° östliche Länge und 69.172° nördliche Breite.

Die Radardaten stehen in einer zeitlichen Auflösung von 15 Minuten und einer räumlichen Auflösung von zwei Kilometer zur Verfügung. Diese Auflösung entspricht der meteorologischen konvektiven Skala.

Das in dieser Arbeit das Beobachtungsnetz sehr dicht ist, wurde nur der zeitliche Ablauf der lokalen Radarsignale mit den Beobachtungen verglichen, um eine Überprüfung in Hinblick auf Zeitfehler zu ermöglichen.

Zum Vergleich der Stationsmesswerte und der Flächenanalysen wurden die Radarwerte an die geographischen Koordinaten der Stationen und auf die gleiche numerische Flächendarstellung hin interpoliert.

Chapter 4

Räumliches Analysenverfahren

Die räumliche Interpolation der Niederschlagsdaten wird für die Korrektur, Abgleichung, Datenersetzung und räumliche Summenbildung benötigt. Die horizontale Interpolation wurde mit einer Korrekturmethode durchgeführt (Reimer, 2006), da zunächst die Datendichte groß genug erschien.

Dabei wird angenommen, dass jeder Punkt im Feld darstellbar ist durch die lineare Kopplung

$$f_0 = \sum_{i=1}^3 \alpha_i \cdot f_i \quad \text{mit } \alpha_i = 1/d_i$$

f_0 ist ein Gitterpunkt, f_i sind die Beobachtungen, α_i sind Gewichte und d_i sind z.B. die einfachen Abstände zwischen den betrachteten Punkten.

- Zunächst wird mit dem reziproken, einfachen Abstand interpoliert,
- dann werden die Stationswerte aus dem Gitterfeld interpoliert und Differenzwerte erstellt,
- die Differenzen werden mit dem reziproken Quadrat des Abstands interpoliert und zum absoluten Gitterfeld addiert,
- dann werden wieder die Stationswerte aus dem Gitterfeld interpoliert und erneut Differenzwerte erstellt,
- ist die maximale Abweichung gering, wird abgebrochen,
- wenn nicht, wird die Prozedur wiederholt und mit der reziproken 3. Ordnung interpoliert usw.

Das numerische Gitter ist rechtwinklig im geographischen Gitter mit einer Auflösung von ca. 500 Metern definiert. Alle benötigten Bezugssysteme (Gauß-Krüger o.a.) können aus diesem Gitter bestimmt werden.

Die Interpolation zu den Beobachtungen erfolgte durch bilineare Interpolation.

Chapter 5

Datenkorrektur

Die aufbereiteten Niederschlagsdaten für die Tagessummen und die 5-Minutensummen wurden in der Folge über einen Datenvergleich räumlich und zeitlich untereinander geprüft.

5.1 Lückenauffüllung Tagessummen

Die wesentliche Bereinigung der Tagessummenwerte bestand in der Kontrolle auf Lücken.

Zunächst wurden alle Tagessummen für das Jahr 2002 interpoliert. Im ersten Schritt wurden Summenwerte für Episoden größer einem Tag aggregiert. Für die jeweils angegebene Messepisode wurden die Gittertageswerte aus den umgebenden Stationen interpoliert und daraus die entsprechende Summe berechnet. Die Differenz zwischen der Episodenmessung und der Interpolationssumme wurde proportional als Korrektur an den interpolierten Messwerten der betrachteten Messstation angebracht und derart die Zeitreihe ergänzt.

Nach einer erneuten Flächeninterpolation mit Verwendung der ergänzten Werte wurden nun einzelne Fehlwerte der Messreihen durch Interpolation zum Beobachtungsort ergänzt.

Als Resultat ergaben sich für alle Stationen die vollständigen Zeitreihen der Tagessummen. Aus diesen wurden Monatssummen und die Jahressumme berechnet, um erneut auf herausfallende Werte hin zu kontrollieren. Stark abweichende Werte wurden auf Tagesbasis untersucht und gegebenenfalls als Fehlwert gekennzeichnet und durch Interpolation ersetzt.

5.2 Korrektur 5-Minutensummen

Die Interpolation und Kontrolle der hochaufgelösten Daten wurde auch auf der Basis von Tagessummen durchgeführt.

5.2.1 Zeitkontrolle

Zu Beginn wurde die zeitliche Zuordnung der Tagesgänge kontrolliert. Hierbei ergaben sich im Wesentlichen zwei Fehlertypen:

- die Abweichung der Tageskurven von der lokalen Zeit durch z.B. Sommerzeitregistrierung oder durch Falschgang des Messlaufwerks
- die falsche Zuordnung zu Tagen

Hierfür wurden alle Beobachtungen in Tageskurven dargestellt. In direktem Vergleich der Kurvenmuster mit Nachbarstationen am Bildschirm konnten die falschen Zuordnungen ganz überwiegend geklärt werden, indem typische Abläufe erkennbar waren.

Zusätzlich wurden in dieser Phase die Radardaten des BRDC herangezogen, indem der zeitliche Verlauf der zur jeweiligen Station interpolierte Radarwert mit den Messungen verglichen wurde. Bild 5.1 zeigt einen Vergleich an der Station Marzahn für 15-Minutensummen am 12. August 2002. In diesem Vergleich zeigt sich zeitlich eine gute Übereinstimmung zwischen Radar- und Messsummen und auch die kleineren Intensitäten sind vergleichbar. Jedoch sind auch in diesem Beispiel die hohen Werte nicht in der Radarauswertung erfasst.

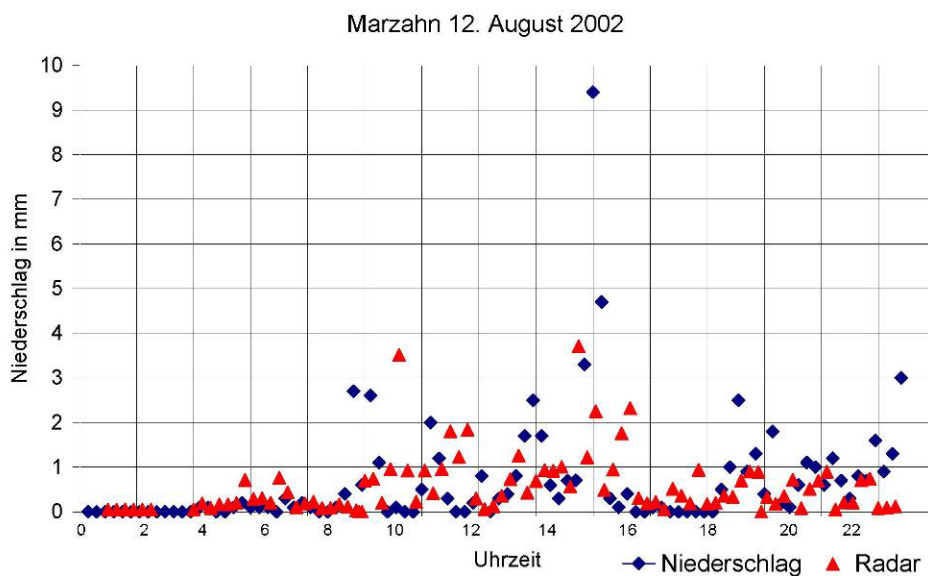


Bild 5.1 Vergleich der 5-Minuten Niederschlagssummen von Radardaten des BRDC und der Messungen am 12. August 2002 für Marzahn.

Nach diesen Vergleichen wurden ungeklärte Registrierungen markiert und in der Folge weiter geprüft.

5.2.2 Summenkontrolle

Aus den 5-Minutenwerten wurden die Tagessummen in dem mit den separaten Tagessummenmessungen vergleichbaren Zeitraum 07:00 zu 07:00 des Folgetages berechnet:

- die beiden Summen wurden verglichen und auf starke Abweichungen hin untersucht,
- die Tagessummen wurden mit denen der Nachbarstation verglichen.

Stark abweichende Messungen wurden als Meldungslücke gekennzeichnet.

5.2.3 Lückenauffüllung und Zeitreihenersetzung

Die Lückenauffüllung wurde entsprechend der Vorgehensweise in Kap. 5.1 über eine räumliche Interpolation aller 5-Minuten-Beobachtungen und die bilineare Schätzung am Beobachtungsort durchgeführt.

Fehlende oder als fehlerhaft erkannte Tagesreihen wurden völlig durch Interpolation aus den anderen Messungen ersetzt. In diesem Zusammenhang wurden auch für alle nach 2002 eingeführten Messorte der Berliner Wasserbetriebe die Niederschlagsreihen berechnet.

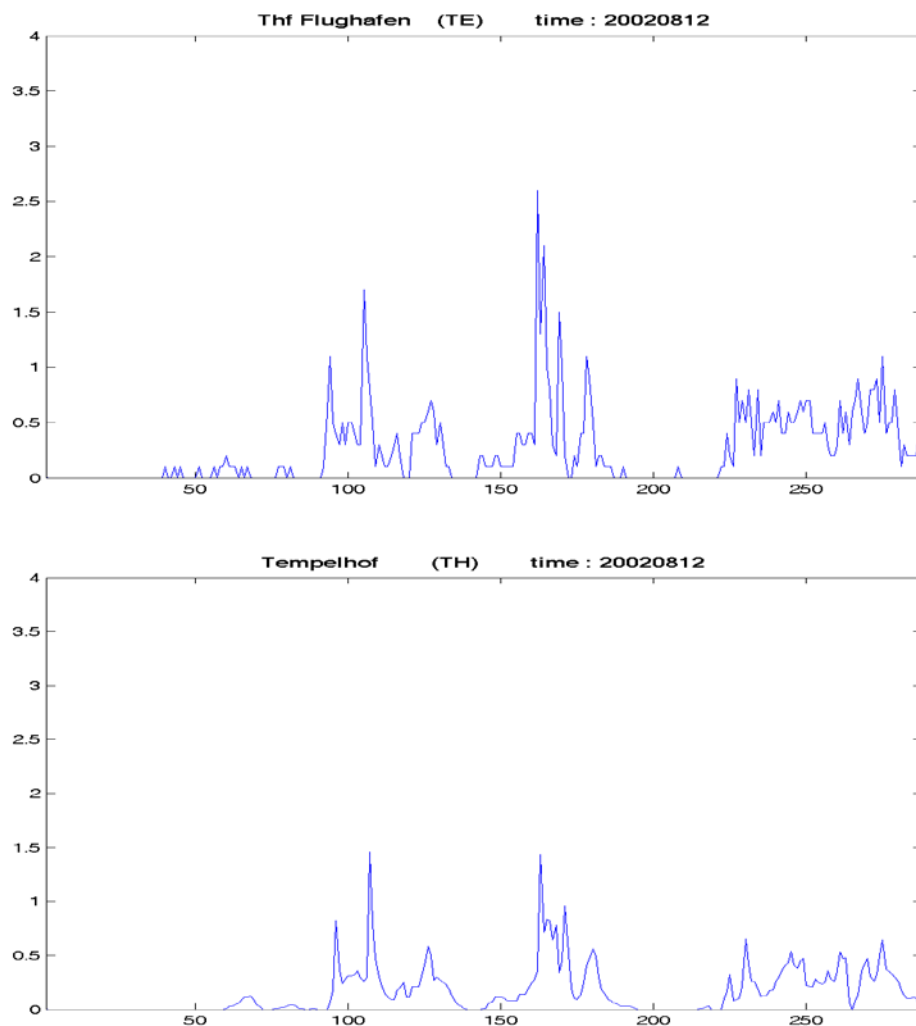


Bild 5.2 Tageskurven 5-Minuten Niederschlagssummen am 12. August 2002 für zwei Stationen in Tempelhof.

5.2.4 Zeitreihenvergleich

In Bild 5.2 sind als Beispiel zwei Tempelhofer Messungen dargestellt, die ca. 4 km auseinander liegen.

Die Station am Flughafen zeigt die typischen Stufen der Niederschlagswippe, während die andere Station eine kontinuierliche Registrierung zeigt. Der Zeitablauf ist in guter

Übereinstimmung, jedoch unterscheiden sich die Tagessummen erheblich. Tempelhof-Flughafen zeigt 76 mm/Tag, während Tempelhof nur ca. 50 mm/Tag aufweist.

Diese Summendifferenz kann real sein, aber kann auch Geräteursachen haben. Zur Einschätzung würde darum generell der Summenvergleich über die Felddistributionen durchgeführt.

Chapter 6

Datenanalyse

Die numerische Analyse der Daten wurde mit dem Schema in Kap. 4 durchgeführt.

Es wurden für die Jahressummen, Monatssummen, Tagessummen für beide Datensätze erstellt, um einen Feldvergleich zu ermöglichen und evtl. Ausreißer zu erkennen. Bei einer starken Abweichung wurde auf der Ebene der Tagessummen nach der Ursache gesucht und gegebenenfalls eine Tagesmeldung oder ein Tagessatz als Fehler gekennzeichnet und als Fehlwert behandelt. Die Prozedur aus Kap. 5 wurde dann wiederholt.

6.1 Interpolation der Tagessummen

Die Analyse der Tagessummen ergab eine unterschiedliche Feldstruktur im Vergleich zu den Tagessummenanalysen aus 5-Minuten-Werten, da die Beobachtungspositionen und die räumliche Datenlage unterschiedlich waren.

Die Monatssummen und die Jahressumme wurden mit bestimmt. Als Beispiel ist hier in Bild 6.1 die Monatssumme August 2002 dargestellt.

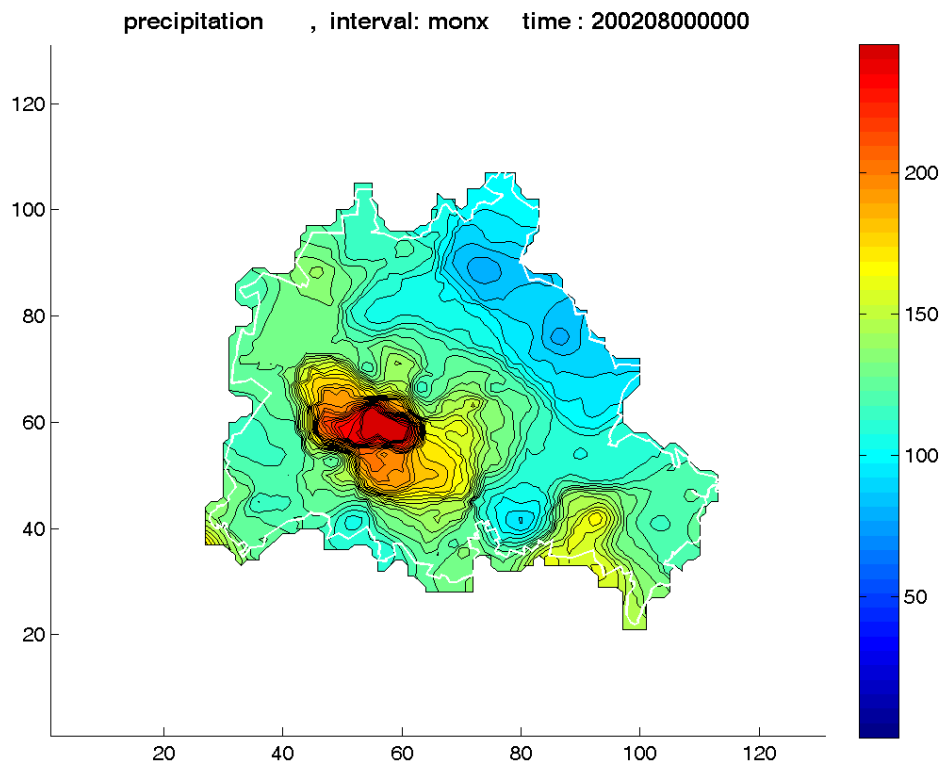


Bild 6.1 Monatssumme der Tagesmessungen für den August 2002.

Im August waren zwei Frontdurchgänge zum Monatsanfang, das Wettergeschehen zum Elbehochwasser und ein Starkniederschlag am 28. August in Berlin-Wilmersdorf mit ca. 110 mm in einer Stunde zu verzeichnen.

Die Spitzenintensität für Tageswerte wurde durch zwei Messungen des Tagessummennetzes erfasst und die Monatssumme ergab nach allen Kontrollen eine Summe von ca. 286 mm. Das stand in starkem Gegensatz zu den niedrigen Monatssummen bei 80 mm in einigen Teilen Berlins.

6.2 Interpolation der 5-Minutensummen

Aus den 5-Minutensummen wurden numerische Darstellungen der Jahressumme, Monatssummen, Tagessummen und der 5-Minutenwerte erstellt. Bild 6.2 zeigt als Beispiel ebenfalls die Feldverteilung im Monat August.

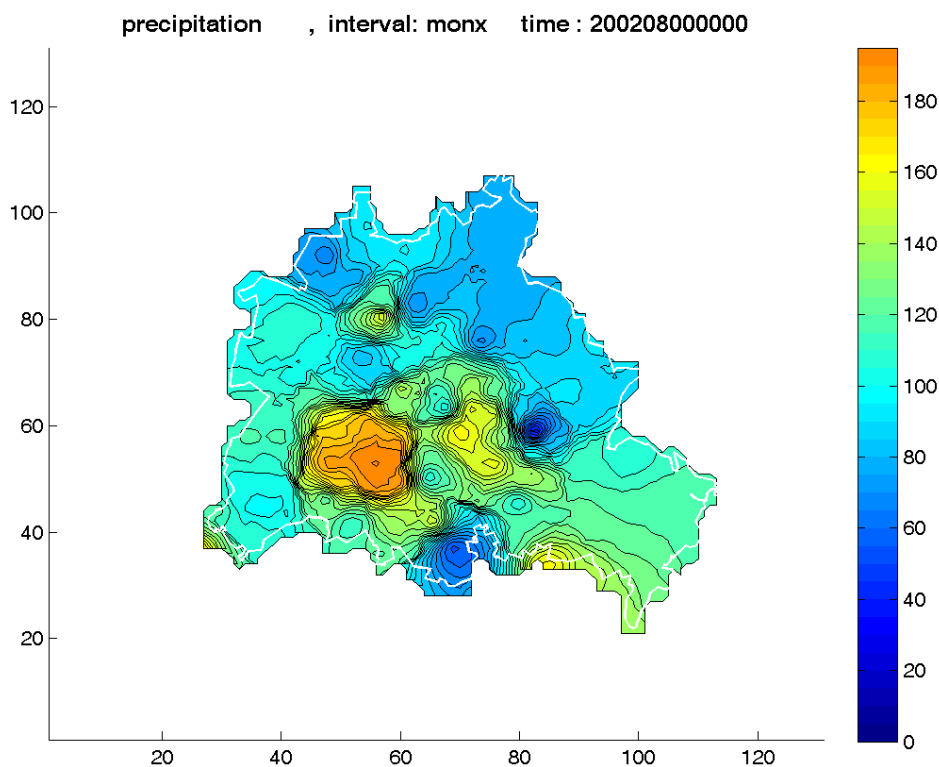


Bild 6.2 Monatssumme der Tagesmessungen für den August 2002

6.3 Vergleich der Tageswerte

Im Vergleich der Bilder 6.1 und 6.2 ergeben sich gravierende Unterschiede in der Struktur und Größenordnung der Monatssummen des Niederschlags im August. Es ergeben sich in diesem Fall einige Ursachen für die starke Unterschätzung der August-Summe durch das zeitlich hochaufgelöste Netz:

- das Beobachtungsnetz der 5-Minutensummen konnte den Schauer am 28. August nicht erfassen, da u.a. die Station Wilmersdorf umgebaut wurde,
- die Registrierungen der Hellmantöpfe weisen im Vergleich zu den Niederschlagswippen generell eine erheblich gedämpftere Messung auf,
- das Interpolationsschema führt in der Folge zu einer Dämpfung der generell höheren Summenwerte der Niederschlagswippen.

Diese Unterschiede führen bei der Schätzung der Station Wilmersdorf dazu, dass sich aus den 5-Minutenwerten eine Monatssumme von 128 mm und aus dem Tagessummennetz eine Monatssumme von 190 mm ergibt. Das Maximum in Schmargendorf von 286 mm aus den Tagesmessungen im August wird im 5-Minutennetz mit 179 mm stark unterschätzt.

Entsprechend sind die Tagessummen und 5-Minutenwerte auch stark unterschiedlich.

Um eine Vereinheitlichung des Messfeldes zu erreichen mussten die beiden Messnetze zusammengeführt werden. Zu diesem Zwecke wurden für das Tagesmessnetz die 5-Minutensummen interpoliert und zugeordnet.

In der Folge wurden drei mögliche Abgleichprozeduren mit den Tageswerten getestet:

- die Tagesmessungen werden als beste Referenz gewählt, was dem Vorgehen des Deutschen Wetterdienstes entspricht,
- die 5m-Minuten-Messungen werden als Referenz gewählt,
- für jede Beobachtungsstation wird die größere Tagessumme der bei den Interpolationen zugeordnet und als Referenz verwendet.

Diese Tageswerte an den dann ca. 155 Stationen wurden zur Größenkorrektur aller 5-Minutenwerte verwendet, indem ein Skalierungsfaktor mit dem Quotienten von der Referenztagessumme und der jeweiligen Tagessumme aus 5-Minutenwerten aller Beobachtungen und Interpolationswerte gebildet wurde. Mit diesem Faktor wurden die 5-Minutenwerte des jeweils betrachteten Tages multipliziert. Es wurde zunächst nur das arithmetische Mittel betrachtet.

6.4 Vergleich der verschiedenen Skalierungen

Aus den skalierten Tageswerten wurden wiederum Monatssummen und die Jahressummen gebildet. Für das Jahr 2002 ergeben sich in Tabelle 6.1

Tabelle 6.1 Maximal- und Minimalwerte der Jahressummen für Skalierungen

Jahressumme 2002	Maximum	Minimum
Referenz aus		
Tagessummen der 5min	756 mm	442 mm
Tagessummen	837 mm	554 mm
Maximale Tagessummen	875 mm	604 mm

Die Unterschiede in der Spannweite der Jahressummen zeigt starke Unterschiede mit einer Differenz von über 100 mm im Feldvergleich. Dem Vorgehen des Deutschen Wetterdienstes folgend, wurden im Weiteren die Tagessummenmessungen als Referenz verwendet. Bild 6.3 zeigt die endgültige Jahressumme 2002 als Feldverteilung.

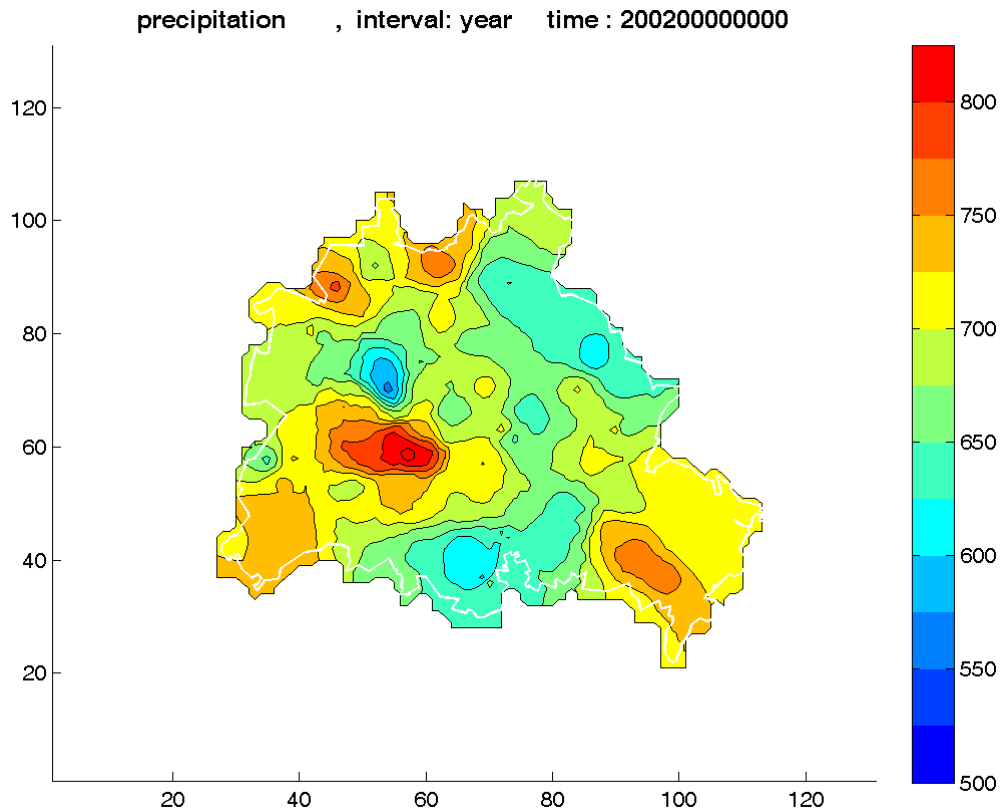


Bild 6.3 Niederschlagssumme 2002 mit der Referenz aus Tagessummen

Aus der unterschiedlichen Skalierung ergeben sich entsprechend große Differenzen in den 5-Minuten-Intensitäten. Als Beispiel sind in Bild 6.4 und Bild 6.5 die Intensitäten für den Zeitraum 28. August 18:10 bis 18:15 dargestellt.

Die maximalen Intensitäten wurde mit der Skalierung über Tagessummen mehrfach auf über 12 mm/5-Minuten geschätzt, während die direkten Beobachtungen eine maximale Intensität von 8 mm/5-Minuten zeigten. Die Lage der Schauerzellen wurde durch direkte, zeitlich auflösende Messungen nur unzureichend getroffen. Die Rekonstruktion über die Tagesmessungen als Referenz im Detail am 28. August eine zu den Radarechos passende Verteilung. Dabei ist auch die Lage der Schauerzellen und der zeitliche Ablauf vergleichbar. Die Intensitäten wurden in den Bltradar-Radardaten nicht genauer erfasst.

Die interpolierten und korrigierten Datenreihen in 5-minütiger Auflösung wurden als endgültige Datenbasis archiviert und für die weiteren Arbeitsschritte herangezogen.

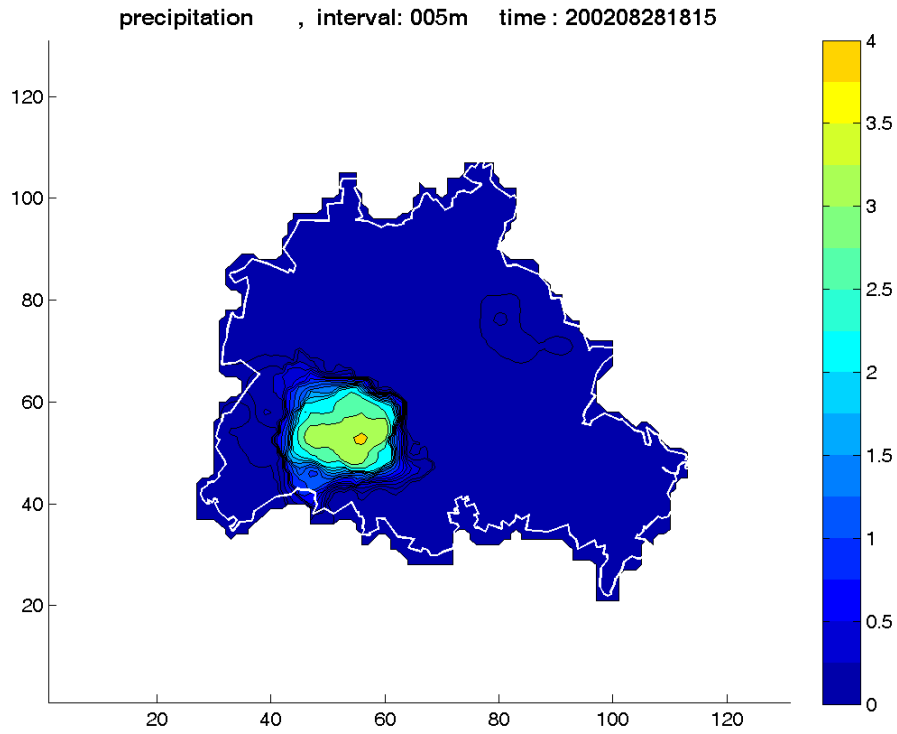


Bild 6.4 Niederschlagssumme für den 28. August 18:10 – 18:15 (5-Min)

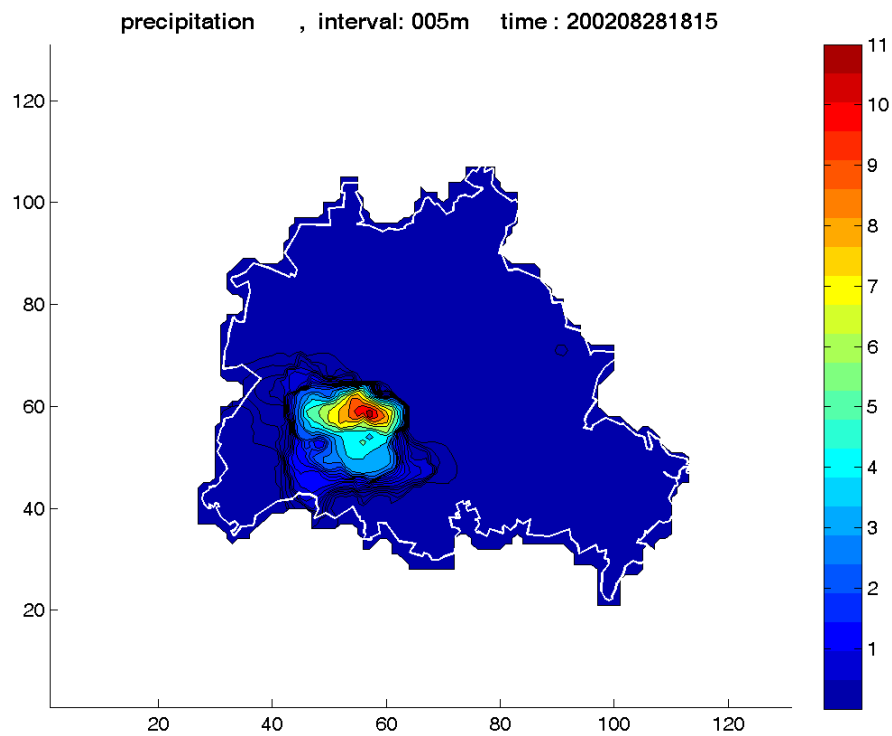


Bild 6.5 Niederschlagssumme für den 28. August 18:10 – 18:15 (korr.)

6.5 Zeitreihenerstellung für Abflussmodellierung

Aus den numerischen Analysen der korrigierten und ergänzten Datenreihen mit 5-minütiger Auflösung wurden für vorgegebene Einzugsgebiete im Kanalisationsnetz die dazugehörigen, mittleren Intensitäten durch Integration für ein flächenumfassendes Polygon bestimmt. In Bild 6.6 sind einige Einzugsgebiete dargestellt.

Dabei wurden entsprechend der Vorgabe verschiedene Flächenteile in Charlottenburg, Spandau und Moabit im Einzugsgebiet des Ruhlebener Klärwerkes geschätzt. Die als Zeitreihe für das Jahr 2002 angelegte Liste wurde für die Abwassermodellierung bereitgestellt.

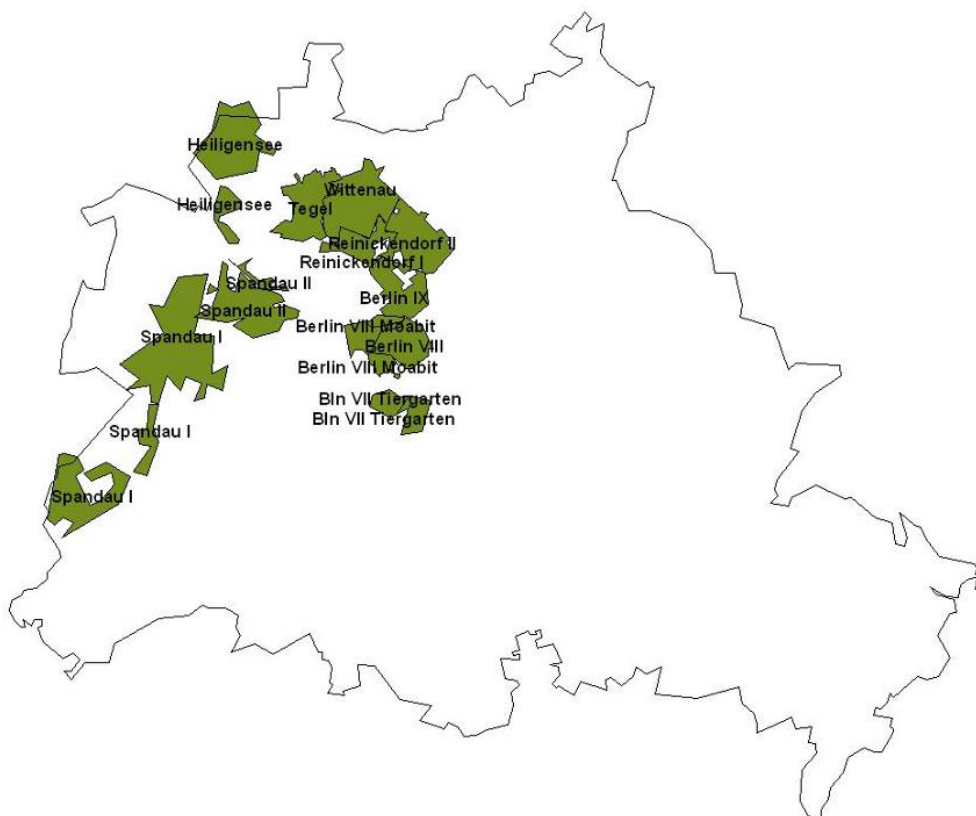


Bild 6.6 Ausgewählte Einzugsgebiete für das Klärwerk Ruhleben

Bibliographie

ATV (1992). *Arbeitsblatt ATV-A 128*. Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen. Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V. (GFA), St. Augustin.

ATV (1992). ATV-Arbeitsgruppe 1.9.3. 6. Arbeitsbericht der ATV-Arbeitsgruppe 1.9.3 „Schmutzfrachtberechnung“. Anwendung von Schmutzfrachtberechnungsmethoden im Sinne des neuen ATV-Arbeitsblattes A 128. *Korrespondenz Abwasser*, **39**(5), 727-738.

Grüning H. (2002). Ein Modell zur simultanen Bewirtschaftung von Kanalnetz und Kläranlage unter Berücksichtigung resultierender Gewässerbelastung. Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft Bochum, Nr. 42, Ruhr-Universität Bochum, Germany.

Bartels, Hella. (2004). Abschlussbericht des DWD zum Projekt RADOLAN
Deutscher Wetterdienst Offenbach.

Michelson, Daniel B. et. al. (2000). BALTEX Radar Data Centre Products and their Methodologies. SMHI - Reports Meteorology and Climatology, Band No. 90, Swedish Meteorological and Hydrological Institute

Michelson, Daniel B. und Saltikoff, Elena. (2001). Data from the BALTEX Radar Data Centre. www.smhi.se/brdc/data.html

Pagenkopf, Anja. (2005). Die raumzeitliche Struktur des Niederschlages in Berlin von 1951 bis 1990. Diplomarbeit, Geographisches Institut, Humboldt-Universität Berlin.

Strümpel, Sebastian. (2001). Vergleich von BALTRAD-Niederschlagsfeldern mit anderen Methoden der Niederschlagsmessung. Diplomarbeit, Institut für Meereskunde, Universität Kiel.

Reimer, Eberhard und Pawlowsky-Reusing, Erika, (2006). Analyse von Niederschlagsextremen zur Verbesserung der Steuerung der Abwasserförderung in Berlin. Tag der Hydrologie, München 2006.

Anhang A: Stationen des Tagesmessnetzes

76 Regenmessstationen	Breite	Länge	Gruppe
NB001 Moabit, Alt Moabit 67-70, 10555 Berlin	523129	131955	PUW (Berliner Wasserbetriebe)
NB003 Wedding, Bellermannstr.6, 13357 Berlin	523320	132315	PUW
NB004 Charlottenburg I, 14059, Sophie-Charlotte-Str. 114	523123	131719	PUW
NB009 Spandau, Daumstr. 1, 13599 Berlin	523223	131355	PUW
NB010 Spandau, Wegscheider Str. 39-40, 13587 Berlin	523331	131212	PUW
NB016 Zehlendorf, Ravenweg, 14163 Berlin	522548	131403	DWD (Deutscher Wetterdienst)
NB017 Kreuzberg, Paul-Lincke-Ufer 19, 10999 Berlin	522945	132557	PUW
NB021 Tiergarten, Genthiner Str. 10, 10785 Berlin	523023	132140	PUW
NB022 Mariendorf, Blumenweg 4-7 12105 Berlin	522647	132223	PUW
NB023 Marienfelde, Grillostr. 33, 12277 Berlin	522450	132240	PUW
NB024 Lichtenrade, John-Locke-Str. 45-47, 12305 Berlin	522327	132416	PUW
NB029 Zehlendorf, Teltower Damm 282, 14167 Berlin	522435	131607	PUW
NB030 Neukölln, Wildenbruchstr. 79-80, 12045 Berlin	522910	132639	PUW
NB031 Neukölln, Sonnenallee 289, 12057 Berlin	522820	132800	PUW
NB050 Eiskeller, Berlin	523455	130810	PRV (Privat)
NB052 Tegel, Ruppiner Chaussee 78, 13503 Berlin	523625	131624	FOA (Forstbetriebe)
NB056 Spandau, Schönwalder Allee 53, 13587 Berlin	523348	131151	FOA
NB058 Gatow, Kladower Damm 145, 14089 Berlin	522822	131015	FOA
NB060 Eichkamp, Eichkampstr. 166, 14055 Berlin	522928	131515	FOA
NB064 Wannsee, Schuchardweg 20, 14109 Berlin	522517	130853	FOA
NB067 Kladow, Friedrich-Hanischstr. 20, 14089 Berlin	522724	130930	WAW (Wasserwerke)
NB076 Reuterpfad, Reuterpfad 6-8, 14193 Berlin	522849	131645	PRV
NB077 Tegel, Fließtal, Berlin	523500	131500	DWD
NB083 Pfaueninsel, Berlin	522557	130747	PRV
NB086 Zehlendorf, Fischerhüttenstr. 39, 14163 Berlin	522624	131506	GAR (Gartenbaubetriebe)
NB088 Glienicke Park, Wannsee, Königstr. 36, 14109 Berlin	522502	130548	GAR
NB098 Charlottenburg Herderschule, Westendallee 46, 14052 Bln	523045	131536	PRV
NB099 Lichtenfelde Ost, Schuette-Lanz-Str. 92, 12209 Berlin	522438	131959	DWD
NB100 Kohlhasenbrück, Landgut Eule, Berlin	522355	130900	FUB (Freie Universität Berlin)
NB105 Charlottenburg West, Neidenburger Alle 22, 14055 Bln	523018	131537	PRV
NB106 Waidmannslust, Zabel-Kröger-Damm 83, 13469 Berlin	523647	132022	PRV
NB107 Lübars, Alte Fasanerie 107	523720	132135	GAR
NB108 Gatow, Flughafen, Berlin	522816	130819	FUB
NB111 Konradshöhe, Sandhauser Str. 52, 13505 Berlin	523536	131335	PRV
NB113 Zehlendorf, Viernheimer Weg 5, 14163 Berlin	522701	131445	PRV
NB114 Rudow, Putenweg 10, 12355, Berlin	522437	132927	PRV
NB115 Schulzendorf, Meißner, Egelstieg 4, 15732 Berlin	522214	133539	PRV
NB117 Lichtenberg, 10315, Kolonie Bielefeld 119	523110	133114	PRV
NB118 Teltow, 14513, Mahlower Str. 117	522300	131830	PRV
NB119 Friedrichshagen, Erpetal, 12587, Wiesenweg 37	522738	133646	PRV
NB120 Friedrichshagen, 12587, Dahlwitzer Landstr. 30	522740	133740	FOA
NB122 Müggelberge, 12559, Lehrkabinett	522515	133800	FOA
NB125 Köpenick, Treptow, 12555, An der Wuhlheide 263	522727	133400	FOA
NB127 Müggelheim, 12559, Forsthaus Müggelheim 01	522430	134010	FOA
NB128 Schmöckwitz, 12527, Schappachstr. 35	522340	133755	FOA

NB131 Buch, Hobrechtsfelde, Dorfstr. 50	524005	132925	FOA
NB132 Buch, Hobrechtsfelder Chaussee 123, 13125 Berlin	523853	132900	FOA
NB134 Wuhletal, Forsthaus, Buckower Ring, 12683	523130	133430	FOA
NB140 Biesdorf 140, Schwabenallee 52, 12683	522945	133400	PRV
NB141 Hermsdorf, Jahnstr. 17, 13467 Berlin	523651	131839	PRV
NB142 Friedrich-Engels-Gymnasium, Emmentaler Str.67, 13407 Bln	523409	132128	PRV
NB144 Fasanenstr., Müller-Breslau-Str. 12, 10623 Berlin	523040	132002	FUB
NB145 Tempelhof, Radiosondenstation 145	522841	132455	FUB
NB146 Marzahn,Zossener Str. 26, 12629 Berlin	523253	133509	FUB
NB147 Albrecht-Thaer-Weg 5, 14195 Berlin	522808	131804	FUB
NB149 Fichtenberg, Carl-Heinr.-Becker-W. 6-10, 12165 Berlin	522729	131836	FUB
NB150 Dahlem, Podbielskiallee 62, 12165 Bln, Botan.Garten	522713	131806	FUB
NB151 Kaniswall, Freiheit 15, 12555 Berlin	522410	134354	DWD
NB152 Lichtenrade, Regensburger Str. 16a, 12309 Berlin	522308	132454	FUB
NB192 Grünau, Regattastr. 192, 12527 Berlin	522448	133514	FOA
NB238 Blankenburg, Buchholz Straße 49 28, 13127 Berlin	523546	132626	PUW
NB240 Buch, Walter-Friedrich-Str., 13125 Berlin	523755	132945	PUW
NB242 Prenzlauer Berg, Erich-Weinertstr. 131, 10409 Berlin	523246	132625	PUW
NB247 Marzahn, Wiesenburger Weg, 12681 Berlin	523245	133230	PUW
NB248 Friedrichshain, Rudolfstr. 15, 10245 Berlin	523022	132719	PUW
NB256 Köpenick,Wendenschloßstr. 93, 12559 Berlin	522645	133509	PUW
NB277 Kaulsdorf, Mietschiner Str., 12621 Berlin	522949	133449	WAW
NB279 Johannisthal, Königsheideweg 222, 12487 Berlin	522652	133009	WAW
NB280 Wuhlheide, An der Wuhlheide, 12459 Berlin	522805	133215	WAW
10379 Potsdam,Observatorium, Potsdam	522301	130350	DWD
10382 Tegel, Flughafen	523355	131840	DWD
10384 Tempelhof, Flughafen	522807	132414	DWD
10385 Schönefeld, Flughafen	522256	133157	DWD
10389 Alexanderplatz	523113	132434	DWD
NB500 Schmargendorf (Garten Sorge-Junior)	522833	131849	PRV
NB501 Schmargendorf (Garten Sorge-Senior)	522836	131750	PRV

Anhang B: Stationen des 5-Minuten-Messnetzes

73 Regenmessstationen	Breite	Länge	Gruppe
FUB01 Tempelhof	522841	132455	FUB (Freie Universität Berlin)
FUB02 Gatow, Flughafen	522816	130819	FUB
FUB03 Botanischer Garten	522713	131806	FUB
FUB04 Marzahn, Zossener Straße 26	523253	133509	FUB
FUB05 Tegel-Forstamt	523620	131615	FUB
FUB06 Fasanenstraße	523040	132002	FUB
FUB07 FB-Messwiese	522729	131836	FUB
BWB01 Berlin VII (Tiergarten), 10785, Gentiner Straße 10	523023	132140	PUW (Berliner Wasserbetriebe)
BWB02 Lichtenrade, 12305, John Locke Straße 45-47	522327	132416	PUW
BWB03 Marienfelde I, 12277, Grillostr. 33	522450	132240	PUW
BWB04 Spandau II, 13599, Daumstr. 1	523223	131355	PUW
BWB05 Spandau III, 13587, Wegscheiderstr. 40a	523331	131212	PUW
BWB06 Berlin I (Kreuzberg), 10999, Paul-Linke-Ufer 19	522945	132557	PUW
BWB07 Neukölln I, 12045, Schandauer Str. 14	522906	132631	PUW
BWB08 Neukoelln II, 12057, Sonnenallee 289	522820	132800	PUW
BWB09 Charlottenburg I, 14059, Sophie-Charlotte Str. 114	523114	131711	PUW
BWB10 Berlin VIII, 10555, Alt Moabit 70	523129	131955	PUW
BWB11 Berlin X (Wedding), 13357, Bellermannstr 6	523320	132315	PUW
BWB12 Zehlendorf II, 14167, Teltower Damm 282	522435	131607	PUW
BWB13 Berlin IX (Wedding), 13353, Seestr 3	523238	132020	PUW
BWB14 Spandau Ia, 14081, Gatower Str. 328	522929	131042	PUW
BWB15 Spandau Vc, 13591, Nennhauser Damm 56	523155	130826	PUW
BWB16 Wilmersdorf, 10717, Hohenzollerndamm 208	522945	131950	PUW
BWB17 Wilmersdorf a, 14193, Königsallee 73	522849	131538	PUW
BWB18 Heiligensee, Heiligenseestr 59	523618	131415	PUW
BWB19 Frohnau (Waida), 13465, Bifröstweg 7	523749	131750	PUW
BWB20 Zehlendorf Ie, 14109, Stölpchenweg 48	522423	130831	PUW
BWB21 Zehlendorf Ih, 14109, Am großen Wannsee 8	522603	130953	PUW
BWB22 Britz, 12359, Späthstr 29	522708	132731	PUW
BWB23 Rudow, 12357, Stubenrauchstr. 112	522529	132923	PUW
BWB24 Johannisthal, 12487, Winkelmannstr. 36	522648	133028	PUW
BWB25 Köpenick, Lindenstr.	522708	133411	PUW
BWB26 Friedrichshagen, 12587, Peter-Hille-Str.78	522718	133721	PUW
BWB27 Köpenick If (Müggelheim), 12559, Becherbacherstr. 25	522458	134004	PUW
BWB28 Oberschönevide, 12459, Wilhelminenhofstr 9	522746	133048	PUW
BWB29 Malchow, 13051, Ribnitzerstr. 40	523405	132928	PUW
BWB30 Pw Berlin V (Friedrichshain), Holzmarktstr. 31	523040	132542	PUW
BWB31 Üpw Reinickendorf I, 13407, Zermatterstr. 28	523402	132100	PUW
BWB32 Pw Hohenschönhausen, 13053, Waldowstr. 2-5	523254	132942	PUW
BWB33 Pw Weißensee, Erich-Weinert-Str. 131	523246	132625	PUW
BWB34 Pw Lichtenberg, Fischerstr. 30	522955	132937	PUW
BWB35 Pw Grünau, 12527, Weißenseestr. 507	522517	133421	PUW
BWB36 Pw Friedrichshain, Rudolfstr. 15	523022	132719	PUW
BWB37 Pw Bln III (Kreuzberg), 10963, Schöneberger Str. 21	523013	132248	PUW
BWB38 ÜPw Charlottenburg 1a, Salzufer 21	523115	131920	PUW

BWB39 pw Charlottenburg III,13627, Nonnendamm 37	523157	131701	PUW	
BWB40 Pw Karlshorst, Sadowastr. 20	522846	133049	PUW	
BWB41 Pw Köpenick I, Wendenschlossstr. 93	522645	133509	PUW	
BWB42 Üpw Reinickendorf II, 13409, Klixstr. 608	523415	131843	PUW	
BWB43 Apw Tempelhof, 12103, Burgemeisterstr. 15-16	522732	132256	PUW	
BWB44 Pw Mariendorf, 12105, Blumenweg 4-7	522647	132223	PUW	
BWB45 Pw Niederschönhausen, 13156, Leonhard-Frank.Str. 6	523427	132331	PUW	
BWB46 Pw Marzahn, 12281, Wiesenburger Weg 14	523245	133230	PUW	
BWB47 Pw Biesdorf, 12683, Grabensprung 79	523015	133312	PUW	
BWB48 Üpw Tegel, 13507, Wilkestr. 9-13	523525	131637	PUW	
BWB49 Pw Karow, 13125, Pankgrafenstr. 12c	523702	132723	PUW	
BWB50 Üpw Waidmannslust, 13469, Dianastr. 6-6a	523638	131848	PUW	
BWB51 Pw Buchholz, 13127, Straße49 28	523547	132613	PUW	
BWB52 Mitte, Scharnhorstr.12	523207	132220	PUW	
BWB53 Hpw Berlin II (Kreuzberg), 10969, Gitschinerstr. 10	522953	132343	PUW	
BWB54 Hpw Wittenau, 13509, Breitenbachstr. 31	523456	131834	PUW	
BWB55 Hpw Steglitz, 12207, Siemensstr. 37-39	522632	131946	PUW	
BWB56 Hpw Zehlendorf, 14162, Königsstr. 24	522515	130923	PUW	
BWB57 Köpenick, Fahlenbergstr. 62, 12589 Berlin	522545	134253	PUW	
DWD07 Baruth	520300	133000	DWD	(Deutscher Wetterdienst)
DWD08 Potsdam	522301	130350	DWD	
DWD09 Dahlem	522744	131757	DWD	
DWD10 Tegel Flughafen	523356	131839	DWD	
DWD11 Tempelhof Flughafen	522807	132414	DWD	
DWD12 Schönefeld Flughafen	522256	133157	DWD	
DWD16 Buch	522300	133100	DWD	
DWD13 Alexanderplatz	523113	132434	DWD	
FUB08 Planetarium	523235	132542	FUB	