

Niederschlagswasserbeseitigung:

Entwicklung von Konzepten sowie von kosteneffizienten Verfahren
und Techniken zur Niederschlagswasserbehandlung und -beseitigung

Einzelauftrag Nr. 1

„GIS-gestützte kommunale Niederschlagswasserbeseitigungskonzepte

**Inhalte aus wasserwirtschaftlicher
und praktischer Sicht“**

- Kurzbericht -

des Untersuchungs- und Entwicklungsvorhabens

Vergabenummer 08-058/2

für das

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



Aachen, den 07.07.2014

Univ.-Prof. Dr.-Ing. J. Pinnekamp

(Projektleiter)

Projektnehmer

Projektleitung	Bearbeiter
 <p>ISA -Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen Univ.-Prof. Dr.-Ing. J. Pinnekamp Mies-van-der-Rohe-Str. 1 52074 Aachen Tel.: 0241 80 25207 Fax: 0241 80 22285 Email: isa@isa.rwth-aachen.de www.isa.rwth-aachen.de</p>	<p>Dipl.-Ing. Marko Siekmann Bauass. Dipl.-Ing. Silke Roder</p>

Projektpartner	Bearbeiter
 <p>Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft (FiW) e.V. an der RWTH Aachen Dr.-Ing. F.-W. Bolle Kackertstraße 15 – 17 52056 Aachen Tel.: 0241 80 26825 Fax: 0241 80 22825 Email: fiw@fiw.rwth-aachen.de www.fiw.rwth-aachen.de</p>	<p>Dipl.-Ing. Paul Wermter</p>
 <p>Lehrgebiet Wasserwirtschaft und Bauinformatik der Fachhochschule Aachen Prof. Dr.-Ing. Jörg Höttges Bayernallee 9 52066 Aachen Tel.; 0241 6009 51176 Fax: 0241 6009 51206 Email: hoettges@fh-aachen.de www.fh-aachen.de</p>	<p>Prof. Dr.-Ing. Jörg Höttges</p>
 <p>PFI Planungsgemeinschaft GbR Dr.-Ing. Reiner Boll Dr.-Ing. Richard Rohlfing Prof. Dr.-Ing. Johannes Müller-Schaper Karl-Imhoff-Weg 4 30165 Hannover Tel.: 0511 35851 0 Fax: 0511 35851 43 Email: info@pfi.de www.pfi.de</p>	<p>Dr. Richard Rohlfing Dipl.-Ing. Rafael Krause</p>

	Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH Prof. Dr.-Ing. F. Sieker Dr.-Ing. H. Sieker Rennbahnallee 109A 15366 Hoppegarten Tel.: 03342 3595 0 Fax: 03342 3595 29	Dr.-Ing. Harald Sommer
---	---	------------------------

Zitationshinweis:

Pinnekamp, J.; Siekmann, M.; Roder, S.; Höttges, J.; Sommer, H.; Krause, R.; Rohlfing, R.; Wermter, P. (2014): Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „GIS-gestützte Niederschlagswasserbeseitigungskonzepte, Inhalte aus wasserwirtschaftlicher und praktischer Sicht (NiGIS)“ gerichtet an das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV), AZ IV-7-042 600 002A, Vergabenummer 08-058/2.

Inhalt

1	Einführung und Zielsetzung	3
2	Projektaufbau	4
3	Anforderungen an ein NBK	5
4	Möglichkeiten und Grenzen der GIS-gestützten Erstellung eines NBK	7
4.1	Grundlagen	7
4.2	Datenquellen.....	7
4.3	GIS-gestützte Arbeitsschritte bei der NBK-Erstellung.....	8
4.4	Das WEB-GIS „NiGIS“	13
5	Beispiel NBK, Bochum Oelbach-Einzugsgebiet	14
5.1	Ausgangssituation.....	14
5.2	Verfügbare Daten.....	15
5.3	Datenbearbeitung.....	15
5.4	Erkenntnisse aus der Erarbeitung des Beispiel-NBKs	16
6	Muster-NBK NRW	17
6.1	Aufbau des Muster-NBK.....	17
6.2	Inhalt	18
7	Workflow	19
8	Fazit	21
9	Literatur	23

Verzeichnis der Bilder

Abbildung 2.1:	Ablaufdiagramm zum Entwicklungsprozess vom NBK für das Oelbach-Einzugsgebiet, zum Muster-NBK und zur Webentwicklung NiGIS	4
Abbildung 3.1:	Überblick über die wasserwirtschaftlichen und praktischen Anforderungen an ein NBK	6
Abbildung 4.1:	Datenfluss und Bearbeitungsschritte bei der Flächenkategorisierung.....	9
Abbildung 4.2:	Kategorisierte Flächen für das Beispielgebiet der Stadt Bochum	11
Abbildung 4.3 :	Einzugsgebietsbezogene Flächenanteile (kanalisiert, befestigt) der Verschmutzungskategorien für das NBK-Beispielgebiet in der Stadt Bochum	12
Abbildung 4.4:	Auszug aus dem Onlineportal NiGIS.....	13
Abbildung 5.1:	Einzugsgebiet Oelbachtal mit Darstellung der vorhandenen Gewässer.....	15
Abbildung 6.1:	Struktur eines NBK bei konsequenter Trennung der Analysen und Aussagen zu Grund- und Oberflächengewässern	17
Abbildung 7.1:	Kategorisierung niederschlagsabflussrelevanter Einzelflächen zur Abschätzung der Belastungssituation	20

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 4—1:	Datenquellen bei der NBK-Erstellung	8
Tabelle 4—2:	Beispiel zur Geodatentabelle "Kategorien"	10
Tabelle 4—3:	Beispieldaten zur Geodatentabelle "Einzugsgebiete"	12

1 Einführung und Zielsetzung

Das nordrheinwestfälische Landeswassergesetz verpflichtet die Kommune zur Beseitigung des auf ihrem Gemeindegebiet anfallenden Abwassers (§53 Landeswassergesetz (LWG NRW) i.V.m. § 56 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG). Zum Nachweis dieser Pflichterfüllung dient u.a. die regelmäßige Vorlage eines kommunalen Abwasserbeseitigungskonzeptes (ABK) bei der zuständigen Oberen Wasserbehörde (vgl. §53 (1a) und (1b) LWG). Gemäß §53 Absatz 1b LWG ist in diesen Konzepten auch der Umgang mit Abwasser aus Niederschlag zu beschreiben. Demzufolge muss das ABK Aussagen über die Beseitigung des Niederschlagswassers unter Beachtung des §51a LWG und der städtebaulichen Entwicklung enthalten. Daraufhin geplante Maßnahmen in den Erweiterungsgebieten sowie Maßnahmen nach Art. 11 EG-WRRRL sind zusammenfassend darzustellen. Aufstellungshinweise zum ABK und NBK werden in der zugehörigen Verwaltungsvorschrift (MUNLV, 2008) gegeben. Auch werden darin deren Mindestinhalte definiert und die GIS-gestützte Erstellung des geforderten Übersichtsplanes samt den zu verwendenden Symbolen wird empfohlen.

Beide Konzepte bieten die Möglichkeit, das Gesamtsystem Gewässer, bestehend aus Grundwasser und Oberflächenwasser, detailliert abzubilden, um so für Kommune und genehmigende Behörde eine umfassende Datengrundlage zusammenzustellen und damit einen strategisch durchdachten, nachhaltigen Umgang mit Abwasser zu gewährleisten und zu fördern. Allerdings sind die bisher verfügbaren Vorgaben zum inhaltlichen Umfang eines Niederschlagswasserbeseitigungskonzeptes eher allgemein und wenig konkret formuliert. Ziel des F&E-Vorhabens ist es, unter wasserwirtschaftlichen Gesichtspunkten und aus Sicht der Praxis Anforderungen an ein NBK zu formulieren und die sich daraus ergebenden Inhalte zu erarbeiten. Die noch vorhandene Informationslücke zum konkreten Inhalt und Umfang des Niederschlagswasserbeseitigungskonzeptes wird so geschlossen. Es werden auch Hinweise zur zukünftig verstärkten Nutzung von lokalen GIS und webbasierten GIS gegeben. Dadurch kann die Erarbeitung von Ausgangsinformationen für NBK-Inhalte und -Maßnahmen vereinfacht werden. Außerdem wird ein Mehrwert für die Kommune und die genehmigende Behörde geschaffen, wenn diese Ausgangsinformationen in kompakter, überwiegend tabellarischer Form in das landesweite DV-System (Datendreh-scheibe D-E-A) eingespeist werden.

U.a. zur Verdeutlichung der Anforderungen an die GIS-basierte Datenhaltung wird eine webbasierten GIS-Anwendung im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelt. Ein Workflow verdeutlicht den Datenfluss von den Ausgangsdatenbeständen zu den Übergabetabellen an das Land.

2 Projektaufbau

Zur Entwicklung wasserwirtschaftlicher und praktischer Anforderungen an Niederschlagswasserbeseitigungskonzepte wird ein NBK für ein Beispieleinzugsgebiet („Beispiel-NBK“ Oelbach, Bochum) erarbeitet. Anhand dieser Grundlage wurde getestet, welche Inhalte für ein zukünftiges NBK erforderlich, welche wünschenswert und welche tatsächlich möglich sind. Daraus abgeleitet verdeutlicht ein Workflow die Herkunft, die Bearbeitungsweise und die Übergabe der für ein NBK erforderlichen Daten. Außerdem bietet das „Muster-NBK“ einheitliche Vorgaben zur Aufstellung eines NBK-Erläuterungsberichts. Zur Erstellung eines webGIS-gestützten NBK werden im Muster-NBK Datengrundlagen und daraus zu generierende Inhalte beschrieben. Darüber hinaus wird das webbasierte Tool „NiGIS“ entwickelt. Hierbei handelt es sich um einen Prototypen. Dieser dient als Testumgebung einer GIS-gestützten NBK-Aufstellung. GIS-basierte Teilarbeitsschritte können hiermit unabhängig von bereits bestehenden Systemen auf Landesebene ausprobiert werden. Abbildung 2.1 dient der Veranschaulichung der unterschiedlichen Arbeitsergebnisse des Forschungsvorhabens.

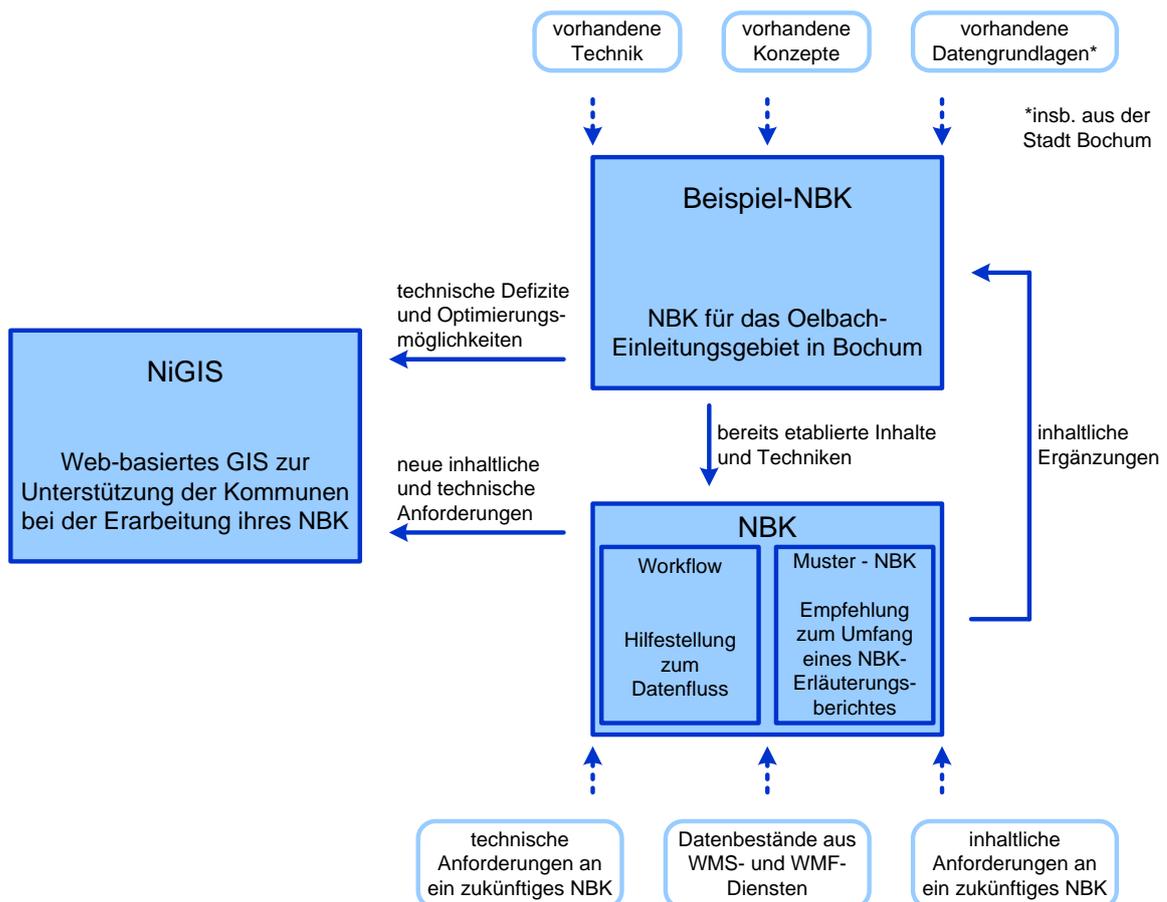


Abbildung 2.1: Ablaufdiagramm zum Entwicklungsprozess vom NBK für das Oelbach-Einzugsgebiet, zum Muster-NBK und zur Webentwicklung NiGIS

3 Anforderungen an ein NBK

Die gesetzliche Grundlage für die Verpflichtung zur Darstellung des Umgangs mit Niederschlagswasser auf Gemeindegebiet ist in § 53 LWG NRW i.V.m. § 51a LWG NRW verankert. Darüber hinaus ist in einem entsprechenden Konzept auch auf Maßnahmen nach Art. 11 EG-WRRRL einzugehen, wenn diese bisher nicht umgesetzt wurden. Wird das NBK gemeinsam mit den ABK im Abstand von 6 Jahre aufgestellt, ist das NBK integraler Bestandteil des ABKs. Falls ein NBK im Wesentlichen zur Umsetzung von Maßnahmen nach Art. 11 EG-WRRRL erstellt wird, erfolgt die Ausarbeitung des NBKs unabhängig vom ABK.

Grundsätzlich müssen bei der Erstellung eines NBK die gleichen Anforderungen erfüllt werden, wie bei der Erstellung eines ABK. Konkretisierende Hinweise zum Mindestumfang eines ABK können der dazugehörigen Verwaltungsvorschrift aus dem Jahr 2008 (MUNLV, 2008) entnommen werden. Im diesem Runderlass wird die GIS-gestützte Erstellung des Übersichtsplans empfohlen. Darüber hinaus wird empfohlen, dass für eine Vereinfachung der landesweiten Auswertung von Abwasserbeseitigungskonzepten das „DV-Verfahren ABK“ (http://www.lanuv.nrw.de/wasser/abwasser/DV_Verfahren.htm) zur Anwendung kommt, mit der Teile des ABKs (und möglicherweise in der Zukunft auch des NBKs) elektronisch an einen zentralen Server übertragen werden. Wird ein NBK als Teil des ABKs erarbeitet, sind auch die NBK-Maßnahmen mit diesem DV-Verfahren zu übermitteln.

Inhaltliche Anforderungen an ein NBK werden in der „NBK-Checkliste“ zusammengestellt, die bisher als Entwurf der Umweltverwaltung vorliegt. Hierin wird darauf hingewiesen, dass ein NBK „Aussagen zur Niederschlagswasserbeseitigung nicht nur im Zusammenhang mit der geplanten städtebaulichen Entwicklung [...] (z. B. neue oder geänderte B-Pläne), sondern [...] auch dazu enthalten soll, ob die bestehenden Entwässerungsgebiete den Regeln der Technik und den gesetzlichen Vorgaben entsprechen (emissionsseitige und immissionsseitige Betrachtung)“ (Entwurf NBK-Checkliste, 2009).

Unter Berücksichtigung der Inhalte dieser Checkliste werden in diesem Forschungsvorhaben inhaltliche Anforderungen an ein NBK aus wasserwirtschaftlicher und praktischer Sicht erarbeitet. Diese basieren auf den Grundgedanken von Mindestinhalten und erweiterten Inhalten für emissions- und immissionsseitige Betrachtungen bezogen auf Grundwasser und Oberflächengewässer. Bisher kaum oder gar nicht in NBK berücksichtigte Inhalte fließen ebenfalls mit ein. Dazu zählen Fragestellungen der Gewässergüte einschließlich Aussagen zum Gewässerzustand (stofflich / hydraulisch), die Niederschlagswasserbehandlung im Mischsystem und daraus resultierende Maßnahmen, die Darstellung anderer bereits vorhandener Konzepte (z. B. in Fremdwasserschwerpunktgebieten (FSK)), die Entflechtung des Mischsystems oder die Auswirkungen geplanter Maßnahmen auf das Grundwasser. Außerdem wird empfohlen, Abkopplungsmaßnahmen und Maß-

nahmen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung in Bestandsgebieten, Sanierungsgebieten (Kanalzustand) im Einzugsgebiet und Wandelprozesse (z. B. Klimawandel) zu erfassen, soweit diese Faktoren für die erstellende Kommune relevant sind.

Die Inhalte des NBK ergeben sich aus der Zusammenstellung von in der Kommune bereits vorliegenden Daten und Ausarbeitungen. Hierzu zählt insbesondere die fachliche Grundlagenplanung in Form des Generalentwässerungsplans (GEP) oder ähnlicher Abwasserkonzepte.

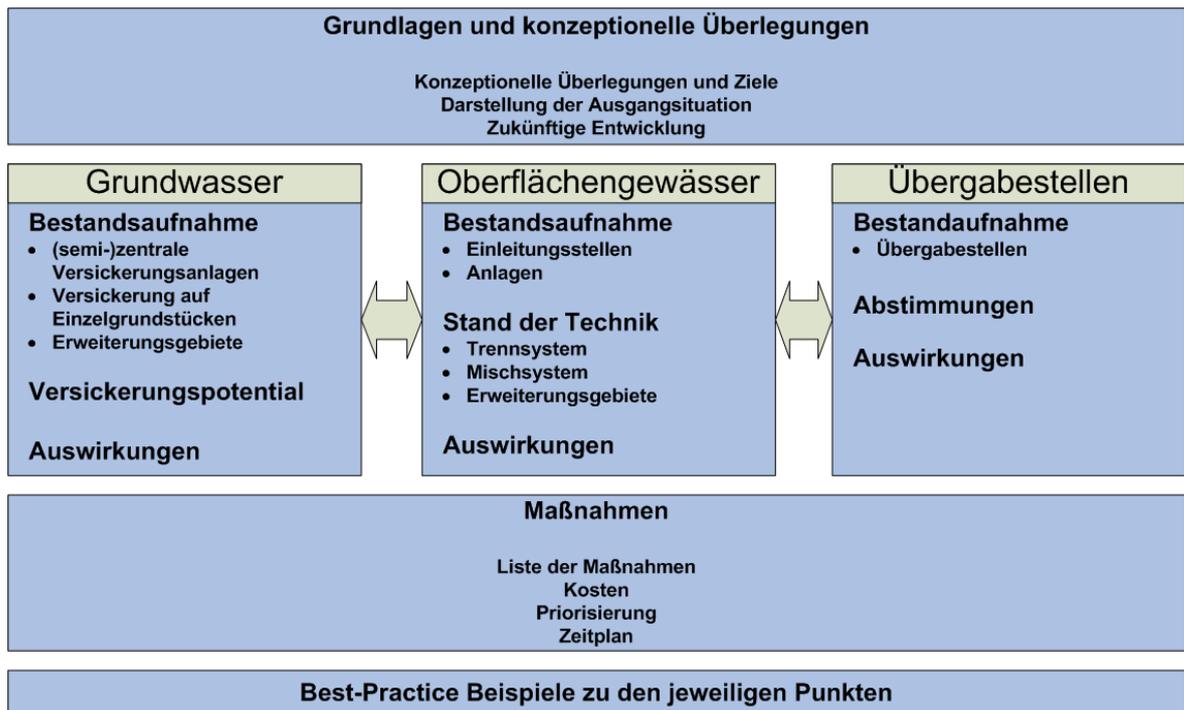


Abbildung 3.1: Überblick über die wasserwirtschaftlichen und praktischen Anforderungen an ein NBK

Abbildung 3.1 veranschaulicht die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Inhalten und stellt die jeweilige Zuordnung auf die unterschiedlichen Entwässerungspfade (Grundwasser, Oberflächengewässer, Übergabestelle an einen Abwasserverband) her.

Einige Inhalte sind für ein NBK so grundsätzlich, dass sie zwingend erforderlich scheinen (z. B. Gewässerverlauf und Bodeneigenschaften). Andere ergänzen dieses zur Vervollständigung des Gesamteindrucks, sind aber nicht zwingend erforderlich (z. B. Altlasten(verdachts)flächen oder bestehende Leitungstrassen). Im Detail sind grundlegende und erweiterte Inhalte im Muster-NBK getrennt voneinander mit Angaben zu möglichen Bezugsquellen dargestellt.

4 Möglichkeiten und Grenzen der GIS-gestützten Erstellung eines NBK

4.1 Grundlagen

Das Forschungsprojekt soll dazu beitragen, zukünftig eine weitergehende Nutzung der Daten zu ermöglichen, die bei der Erstellung eines Niederschlagswasserbeseitigungskonzeptes erstellt oder zusammengestellt werden. Das Land NRW könnte diese Daten zum Betrieb eines zentralen, landesweiten und mit verschiedenen Nutzungsrechten ausgestatteten Datendienstes verwenden, wie er beispielsweise im WEB-Portal ELWAS schon seit längerer Zeit im Internet verfügbar ist.

Für raumbezogene Daten ist ein effizienter Datenaustausch nur mit Geodatenformaten möglich, wobei das Shape-Format (ESRI®) hier eine weite Verbreitung erfahren hat.

Dazu wurden u. a. im Forschungsprojekt folgende Fragestellungen untersucht:

- Welche Geodaten können für die NBK-Erstellung Verwendung finden und welche Datenquellen gibt es?
- In welchen Arbeitsschritten der NBK-Erstellung ist die GIS-Verwendung sinnvoll?
- Wie kann ein zentrales WEB-GIS die Bearbeitung unterstützen?
- Wie kann der Datenaustausch zukünftig erfolgen?

4.2 Datenquellen

Für die Erstellung eines NBK werden vielfältige Daten benötigt. Tabelle 4—1 gibt einen zusammenfassenden Überblick, welche Datenquellen herangezogen werden können. In der Tabelle ist auch aufgeführt, von wem diese Daten in der Regel bezogen werden können bzw. aus praktischen Gründen bezogen werden sollten. Bei den Untersuchungen wurde deutlich, dass Geodaten häufig nicht in entsprechenden Formaten vorliegen, so dass gegenwärtig zu ihrer Verarbeitung erheblicher Aufbereitungsaufwand zu leisten ist.

Tabelle 4—1: Datenquellen bei der NBK-Erstellung

THEMA	ART	ZUSATZ- INFORMATIONEN	DATENQUELLE
Katasterdaten	Punkte, Linien, Flächen		Katasterämter
Gewässer	Punkt / Linie / Fläche	Gewässerstationie- rung	ELWAS, Kommune
	Linie / Fläche	Gewässergüte	
Grundwasserstände	Flächen, punktbezogene Ganglinien		Geologischer Dienst NRW, lokaler Wasserverband, Kom- mune
Bodenkennwerte	Punkte, Flächen	Versickerungs- eigenschaften	Geologischer Dienst NRW
Einleitstellen	Punkt	Ordnungsnummer	Kommune
Versickerungsanlagen	Punkt	Ordnungsnummer, Art	Kommune
Sonderbauwerke	Punkt	Ordnungsnummer, Art	Kommune
Schutzzonen: • Wasserschutzgebiete • Überschwemmungsgebiete	Fläche		ELWAS
Entwässerte Flächen	Fläche	A _{EK} , A _{E,b} , A _U , Einwohnerzahl	Kommune
Anfallstellen	Fläche	Befestigte Fläche, Herkunftsbereiche nach Trennerlass	Kommune, Gewerbe
Straßen	Fläche	Verkehrsbelastung	Landesbetrieb Straßen NRW, Kommune
DGM/DHM	Punkte		Geobasis NRW

Abkürzungen:

ELWAS - elektronischen Wasserinformationssystems des Landes NRW, www.elwasims.nrw.de

4.3 GIS-gestützte Arbeitsschritte bei der NBK-Erstellung

Die Beurteilung der Belastung von Niederschlagswasser richtet sich gemäß Trennerlass (MUNLV, 2004) nach der Kategorisierung der angeschlossenen Flächen. Grundsätzlich ist zu erwarten, dass bei den Kommunen zurzeit noch keine umfassenden Geodatenbestände zu Flächenkategorien vorliegen. Der Aufbau eines solchen Datenbestandes bei den Kommunen wird langfristig aber angesichts einer verlässlichen Planung für sinnvoll erachtet, wobei davon ausgegangen werden kann, dass die dazu notwendigen Arbeiten zur Digitalisierung und Bewertung einen nicht unerheblichen Arbeitsaufwand bedeuten und sich über einen längeren Zeitraum erstrecken werden.

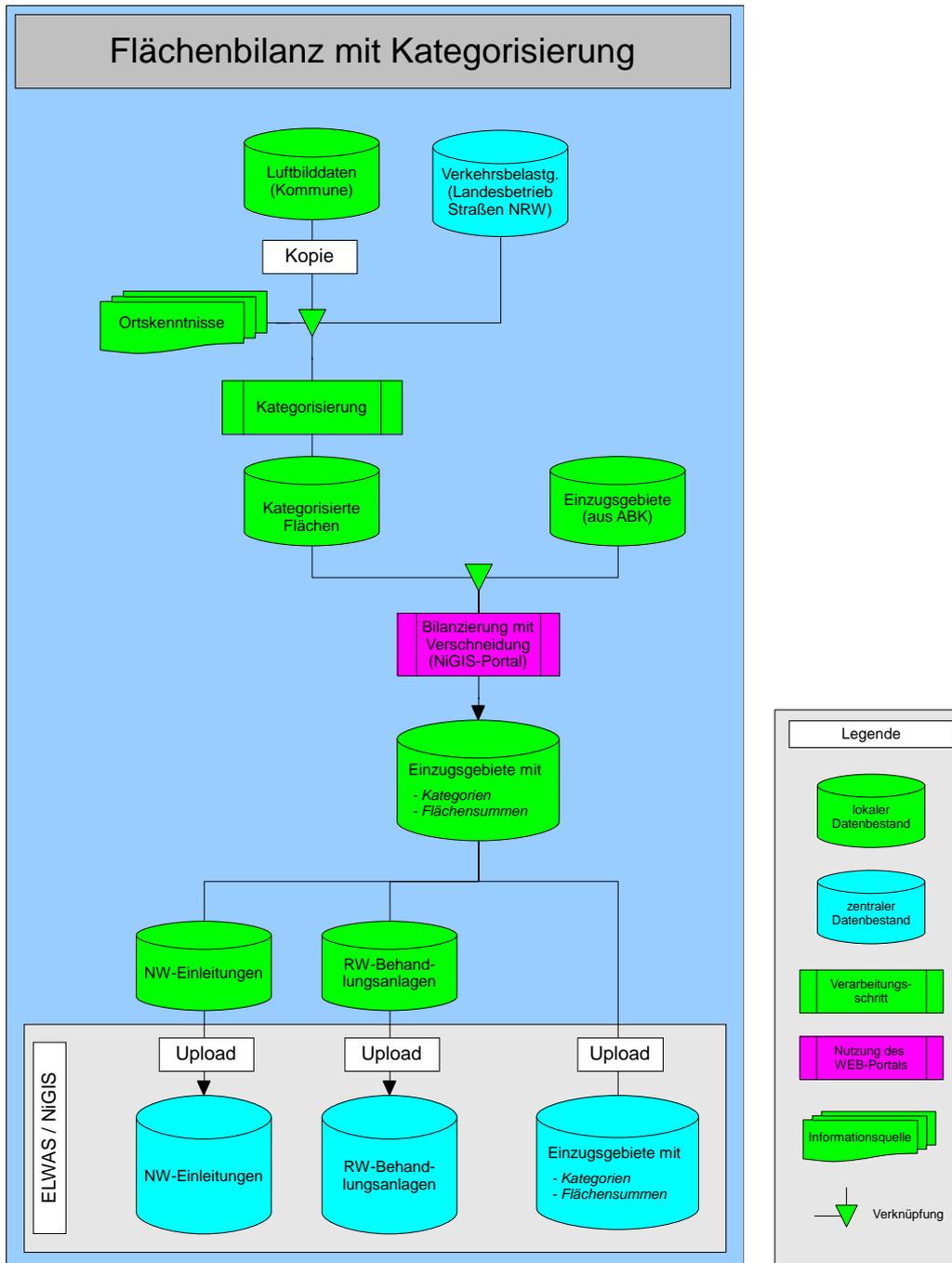


Abbildung 4.1: Datenfluss und Bearbeitungsschritte bei der Flächenkategorisierung

Als Basis für einen neuen Datenbestand „kategorisierte Flächen“ kann im Allgemeinen auf folgende Datenquellen zurückgegriffen werden:

- Digitales Landschaftsmodell (DLM)
- ALKIS-Daten zu Flurstücken (Objekte müssen als Flächen vorliegen)
- Flächen aus der Luftbilddauswertung zu befestigten Flächen

Die Untersuchungen zeigen, dass prinzipiell zwar alle drei Methoden verwendet werden können, bei größeren Planungsgebieten jedoch die Nutzung einer Luftbilddauswertung

erheblich effizienter als die beiden anderen Methoden ist. Diese wird deshalb nachfolgend näher erläutert (siehe auch Abbildung 4.1).

Als Datenquellen wurden lediglich die Einzugsgebiete, die befestigten Flächen der Luftbildauswertung sowie die Daten der Verkehrsbelastung des Landesbetriebes Straßenbau verwendet. Diese Daten stehen in der Regel als Shape-Dateien zur Verfügung.

Zunächst wird die Tabellenstruktur der Luftbilderfassungsdaten angepasst (z. B. entsprechend Tabelle 4—2). Dieser Datenbestand wird dann bearbeitet, indem für alle Flächenobjekte gemäß ihrer Belastung in den Attributdaten (s. Tabelle 4—2) die entsprechende Kategorie eingetragen wird. Dabei kann als ausreichend angesehen werden, von den befestigten Flächen nur die höheren Kategorien (IIa, IIb und III) zu bewerten, und nachfolgend alle übrigen Flächen (die bei weitem größte Anzahl) der Kategorie I zuzuordnen. Weiterhin müssen nur die Einzugsgebiete berücksichtigt werden, in denen eine differenzierte Niederschlagswasserbehandlung nachzuweisen ist (Trennsystemgebiet) oder innerhalb derer Abkopplungs- oder Bewirtschaftungsmaßnahmen geplant werden sollen (Mischsystemgebiet).

Da viele Funktionen von GIS-Programmen auf mehrere Objekte gleichzeitig anwendbar sind, können beispielsweise alle Dachflächen eines Gebäudekomplexes oder alle Parkplatzflächen einer Firma ausgewählt und in einem Bearbeitungsschritt kategorisiert werden. Tabelle 4—2 zeigt beispielhaft eine Geodaten-tabelle zu den Verschmutzungskategorien. Dabei repräsentiert die letzte Spalte das eigentliche geographische Objekt „Flächenobjekt“ im Lageplan, das diesem Datensatz eindeutig zugeordnet ist. Es kann nicht in der Datentabelle, sondern nur mit Hilfe eines GIS-Programms im Lageplan bearbeitet werden.

Tabelle 4—2: Beispiel zur Geodaten-tabelle "Kategorien"

Nr	A _{EK}	A _{Eb}	Kategorie	Erläuterung	Fläche
471	0.00549	0.00494	3	Lufterfassung: OSKA 7702100	(GIS-Objekt)
472	0.42883	0.38594	2b	Grefkes, 17.10.2011	(GIS-Objekt)
473	0.64204	0.57783	2b	Grefkes, 30.10.2011	(GIS-Objekt)
474	0.10458	0.09413	2b	Grefkes, 17.10.2011	(GIS-Objekt)
475	0.24391	0.21952	3	Ziehlke, 18.10.2011	(GIS-Objekt)
476	0.32191	0.28972	2b	Fuhrmann, 17.10.2011	(GIS-Objekt)
477	0.26357	0.22403	3	Lufterfassung: OSKA 7702200	(GIS-Objekt)
478	0.01760	0.01496	2a	Lufterfassung: OSKA 7702200	(GIS-Objekt)
479	0.06299	0.05354	2a	Lufterfassung: OSKA 7702200	(GIS-Objekt)

Bei der Kategorisierung der Straßenflächen können, falls als Geodaten vorhanden, Daten über die Verkehrsbelastungen herangezogen werden.

Die Bearbeitung der Straßenflächen könnte zwar mit Hilfe von GIS-Funktionen durchgeführt werden. Es hat sich aber gezeigt, dass eine manuelle Kategorisierung entsprechend der schon oben für die befestigten Flächen beschriebenen Vorgehensweise geeigneter ist, weil dabei gleichzeitig die Einzelfallprüfung vorgenommen werden kann und einige Sonderfälle, bei denen eine eindeutige geografische Zuordnung nicht möglich ist, berücksichtigt werden können. Nicht zuletzt hat sich herausgestellt, dass der Zeitaufwand für die Kategorisierung der Straßenflächen erheblich geringer ist als der Zeitaufwand für die Kategorisierung der übrigen Flächen und somit nicht ins Gewicht fällt.

Als Ergebnis der Bearbeitung zeigt Abbildung 4.2 die kategorisierten Flächen.

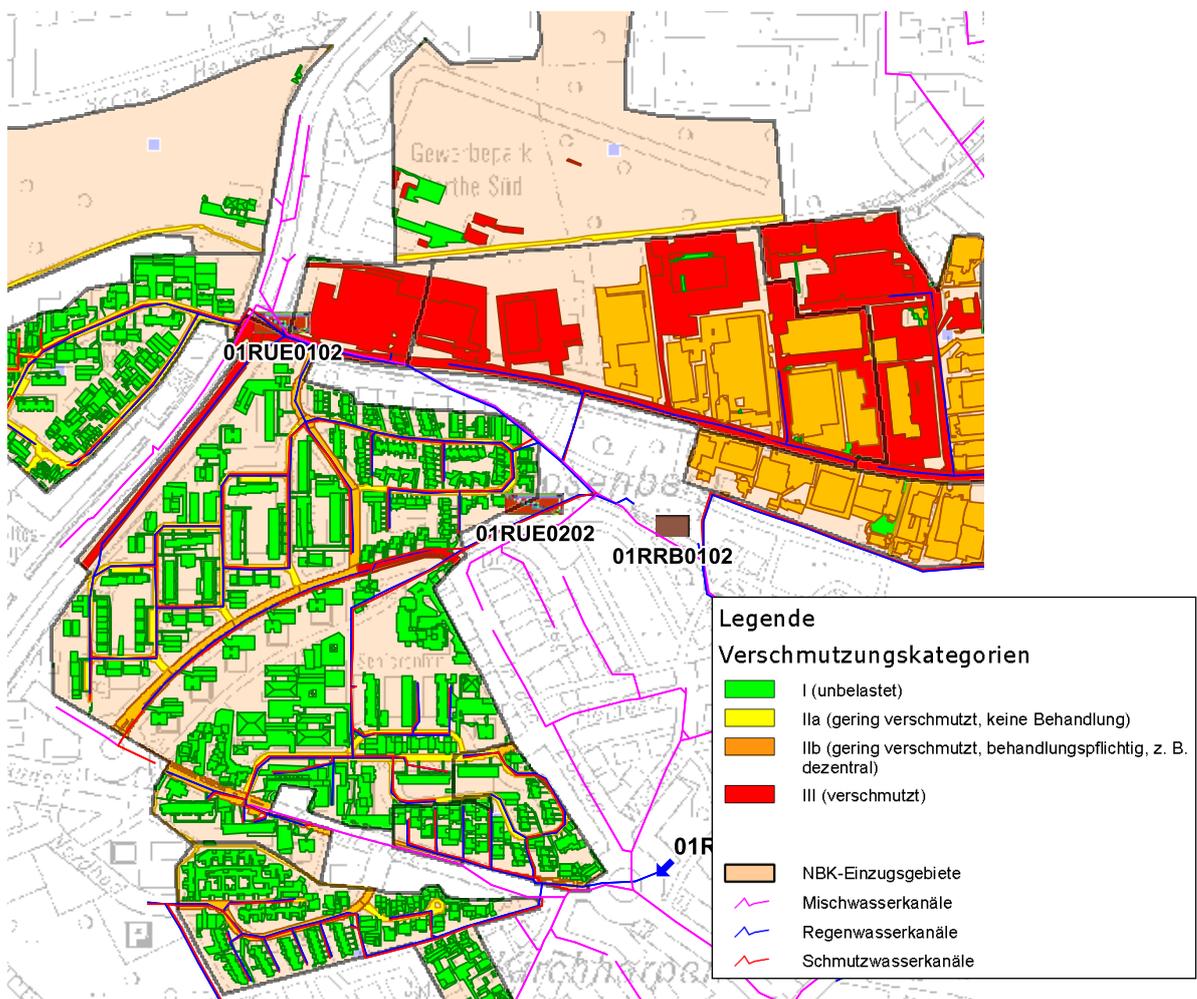


Abbildung 4.2: Kategorisierte Flächen für das Beispielgebiet der Stadt Bochum

Wie im Datenflussdiagramm in Abbildung 4.1 dargestellt, werden die kategorisierten Flächen bezogen auf die Einzugsgebiete bilanziert. Die Struktur einer entsprechenden Geodaten-tabelle „Einzugsgebiete“ mit den Flächenanteilen der Verschmutzungskategorien ist in Tabelle 4—3 dargestellt. Auch hier ist (wie in Tabelle 4—2) das geographische Objekt „Fläche“ in der letzten Spalte mit aufgeführt.

Tabelle 4—3: Beispieldaten zur Geodaten-tabelle "Einzugsgebiete"

EGNr	A _{ek}	A _{eb}	Fl _{kat_I}	Fl _{kat_Ia}	Fl _{kat_Ib}	Fl _{kat_III}	BehArt	BehTyp	ELSNr	Fläche
10204	11.9967	8.7882	0.0619	0.0000	4.0369	4.6893	zentral	RKB	01R002	(GIS-Objekt)
10144	11.9829	0.7194	0.2656	0.3038	0.0000	0.1500	zentral	RKB	01R002	(GIS-Objekt)
10112	8.3213	6.8161	0.1150	0.0006	2.9141	3.7864	zentral	RKB	01R002	(GIS-Objekt)
10108	5.7340	3.0334	2.4887	0.2342	0.3105	0.0000	dezentral	VS	01R002	(GIS-Objekt)
11328	2.8711	1.5574	1.1963	0.2231	0.1380	0.0000	dezentral	VS	01R002	(GIS-Objekt)
11470	1.9988	1.4856	0.0081	0.0000	0.0007	1.4768	zentral	RKB	01R002	(GIS-Objekt)

Da die Flächen der beiden zu verarbeitenden Geodaten-tabellen nicht aufeinander abgestimmt sind, geht der Flächenbilanzierung eine „Verschneidung“ voraus. Dazu wurde das Geodatenportal „NiGIS“ mit einer entsprechenden Bilanzierungsfunktion ausgestattet.

Eine beispielhafte Darstellung dieser Anteile sowie das Entwässerungsnetz (nur Hauptstränge), Regenwasserbehandlungsanlagen und Einleitstellen enthält Abbildung 4.3.

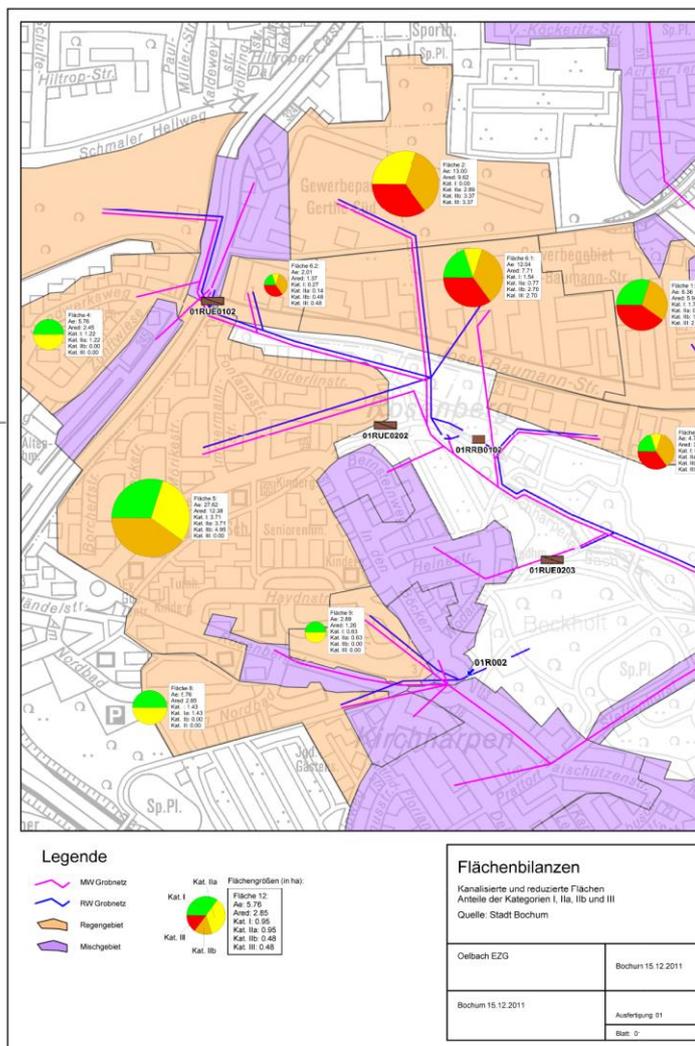


Abbildung 4.3 : Einzugsgebietsbezogene Flächenanteile (kanalisiert, befestigt) der Verschmutzungskategorien für das NBK-Beispielgebiet in der Stadt Bochum

4.4 Das WEB-GIS „NiGIS“

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde ein Prototyp eines webbasierten GIS mit dem Namen „NiGIS“ erstellt, um typische Aufgaben bei der NBK-Erstellung zu unterstützen. Einige Grundlagendaten sind bereits ohne Anmeldung sichtbar (voraussichtlich bis zum Ende des Jahres 2013 unter der Internetadresse http://www.webgis.fh-aachen.de/nigis_beta/ abrufbar (siehe Abbildung 4.4)) während aus urheberrechtlichen Gründen für die meisten Karteninhalte sowie für die Nutzung der Geodatendienste eine Anmeldung erforderlich ist. Die Zugangsdaten können nur in Abstimmung mit dem LANUV vergeben werden.

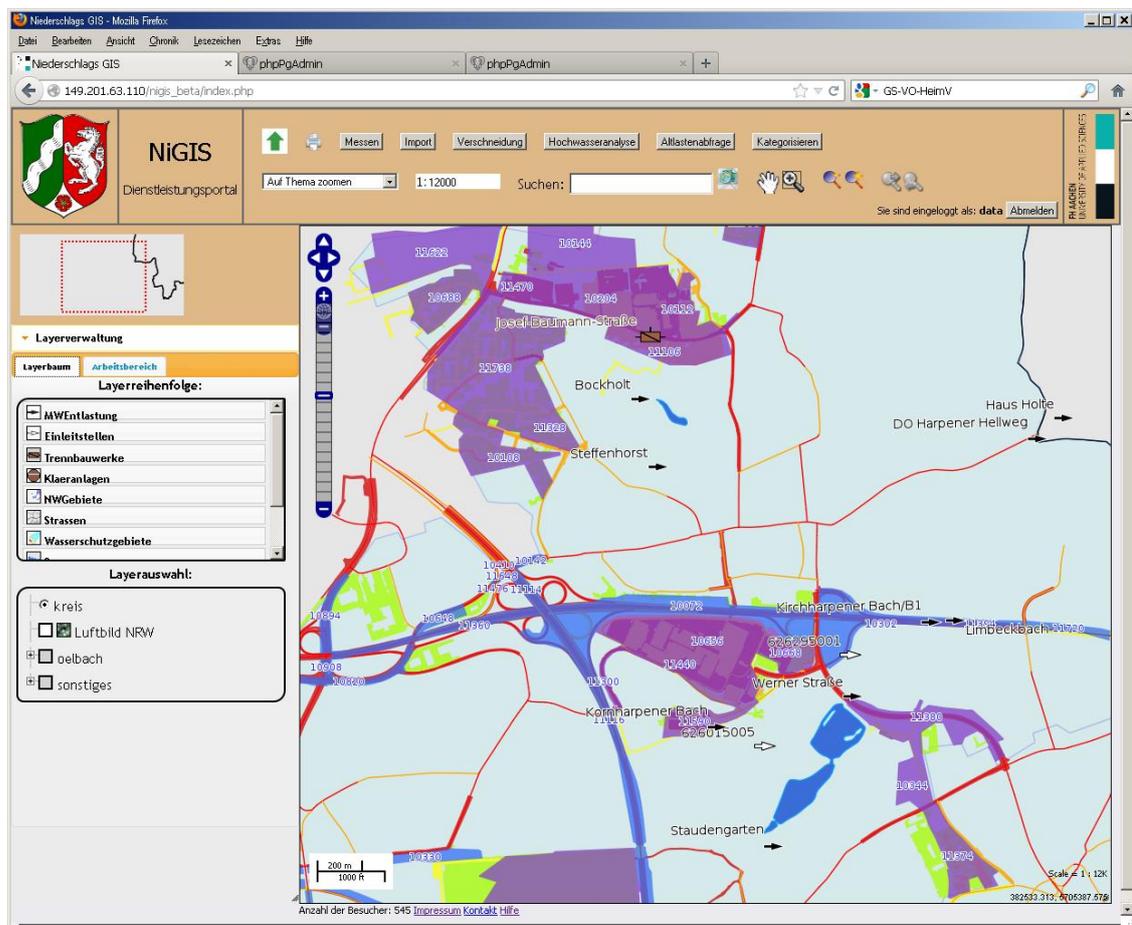


Abbildung 4.4: Auszug aus dem Onlineportal NiGIS

Das Onlineportal „NiGIS“ wurde als zentraler „Baustein“ für die NBK-Erstellung entworfen, das einen Überblick über die zur Verfügung stehenden Daten gibt und spezifische Geodatendienste für die NBK-Erstellung zur Verfügung stellt. Das „NiGIS“ ist **kein vollwertiges GIS**, sondern setzt beim Nutzer den Einsatz eines Desktop-GIS voraus.

Im Onlineportal NiGIS sind folgende Funktionsbereiche realisiert:

- Flächenbilanzierung für im NiGIS vorhandene und neu hochzuladende Geodatenbestände

- Analysefunktionen als Geodatendienste (GDS): Altlastenverdacht, Hochwassergefährdung
- Hochladen von nutzerbezogenen Projektdaten zur Visualisierung
- Anzeige von Daten des NBK zu Sonderbauwerken und Einleitstellen
- Druckausgabe als PDF-Datei
- Download von Geodaten sowie von Ergebnissen der Bilanzierungs- und Analysefunktionen

5 Beispiel NBK, Bochum Oelbach-Einzugsgebiet

5.1 Ausgangssituation

Im Muster-NBK wird gezeigt, wie eine systematische Konzepterstellung auf der Basis vielfältiger Informationen erfolgen kann. Vor dessen Erarbeitung wurde ein NBK für die Stadt Bochum erstellt, um anhand einer konkreten Datenvorlage zunächst ein GIS-gestütztes NBK als eine Art Vorlage für das Muster-NBK zu erarbeiten. Gegen Ende des Forschungsvorhabens wurde das Beispiel-NBK dafür eingesetzt, die praktische Anwendung einzelner Teilaspekte des Musters zu testen. Demzufolge entwickelt sich das NBK für das Einzugsgebiet des Oelbachs in Bochum sukzessive mit der Erarbeitung des Muster-NBK fort. Mit dem Beispiel werden daher einige Anforderungen des Muster-NBK exemplarisch behandelt. Besonderes Augenmerk wird auf die Entwicklung von Best-Practice Techniken gelegt. Hierzu gehört z. B. die Darstellung von Abkopplungsflächen, bei denen eine (Teil-)Versickerung möglich ist. Weiterhin wird aus den Daten ein Bewirtschaftungsplan entwickelt, in dem vielfältige Verfahren zur Niederschlagswasserbeseitigung enthalten sind.

Untersuchungsgebiet ist das Oelbachtal der Stadt Bochum (Abbildung 5.1). Es umfasst eine Gesamtfläche von rund 5.158 ha und wird im Misch- und Trennsystem entwässert.

Im Abschlussbericht wird die Vorgehensweise bei der Datenerfassung, -übertragung, -verschneidung und -bearbeitung des NBK für dieses Beispielgebiet ausführlich dargestellt. Die Darstellung beinhaltet auch die Möglichkeiten und Grenzen einer GIS-gestützten Erstellung des NBK, einschließlich der Anforderung an die GIS-basierte Datenhaltung. Unterschiedlichste Datenquellen werden mit Hilfe automatischer Auswerteroutinen innerhalb eines Web-GIS zur Konzeptentwicklung verfügbar gemacht und Datenverschneidung ermöglicht. Durch Nutzung eines lokalen Web-GIS werden die Informationen weiter verarbeitet und die Ergebnisdaten im Web-GIS für berechtigte Nutzer zugänglich gemacht.

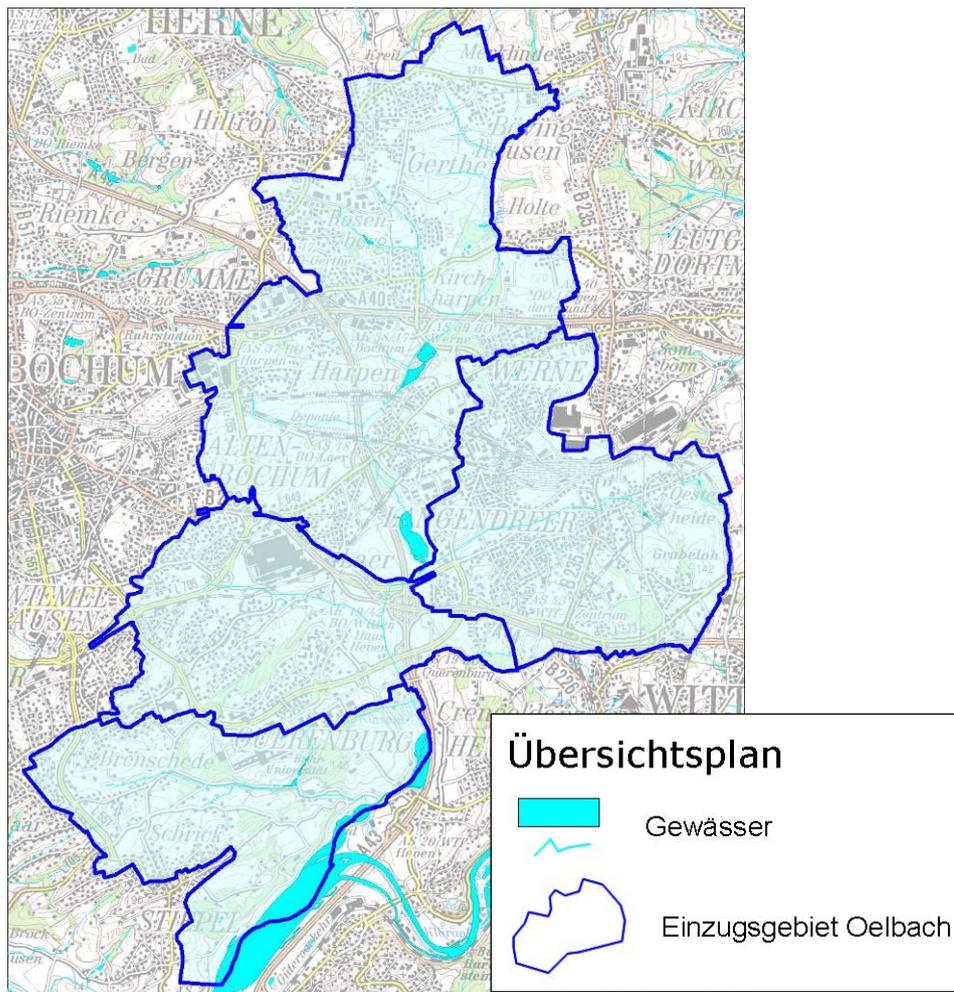


Abbildung 5.1: Einzugsgebiet Oelbachtal mit Darstellung der vorhandenen Gewässer

5.2 Verfügbare Daten

Ein Hauptbestandteil der Eingangsdaten für die Konzeptentwicklung stellen die Kanalnetzdaten der Stadt Bochum mit Haltungen, Schächten, Sonderbauwerken, Pumpwerken und Reinigungsanlagen sowie die Luftbildauswertungsdaten dar. Darüber hinaus werden Daten aus ELWAS-IMS und von WMS-Diensten genutzt.

5.3 Datenbearbeitung

Wesentliche Auswertungen zur Erstellung eines NBK können mittels Desktop-GIS vorgenommen werden. Aufgrund verschiedener technischer Besonderheiten wurde aber zur Erstellung des Beispiel-NBK für ein Teileinzugsgebiet der Stadt Bochum mit einem lokalen, webbasierten GIS gearbeitet. Dieses zeichnet sich u. a. durch die konsequente Nutzung heutiger Webtechnologien aus, da es sich um eine webbasierte Client-Anwendung handelt. Die einzelnen Funktionsweisen des lokalen Web-GIS werden im Abschlussbericht dargestellt. Dazu zählt z. B. die Möglichkeit, Abwasseranlagen mit weiteren Sachdaten zu verknüpfen sowie die Rechteverwaltung.

5.4 Erkenntnisse aus der Erarbeitung des Beispiel-NBKs

Zusammenfassend betrachtet liegen für das Einzugsgebiet Oelbachtal in Bochum umfangreiche Informationen vor, die weitergehend in die NBK-Erstellung eingegangen sind. So sind zahlreiche und gut dokumentierte Informationen zu den Abwasseranlagen (Netze, Sonderbauwerke) und den Flächen im Einzugsgebiet vorhanden. Des Weiteren können beispielhaft die hydraulischen Einflüsse von Regenwassereinleitungen in Gewässer ausgearbeitet werden, da wesentliche Gewässerabschnitte bereits im Vorfeld im Auftrag der Stadt Bochum hydraulisch untersucht wurden.

Um die Anwendung des Muster-NBK für das Beispiel-NBK Oelbach exemplarisch auch für Fragestellungen zu testen, zu denen bisher keinerlei Informationen verfügbar sind, werden vereinzelt fiktive Ansätze gewählt. Es ist gelungen, für das Beispiel-NBK eine weitreichende GIS-Darstellung zu erzeugen und eine hohe GIS-Funktionalität zu verdeutlichen. In diesem Fall können die zahlreichen durch Verschneidung und Bearbeitung entstandenen Informationen mithilfe offener und standardisierter Schnittstellen auf zahlreiche andere Informationssysteme (z. B. ELWAS) übertragen werden. Die Vielfalt der Informationsquellen führt gelegentlich zu Verschneidungs- und Weiterverarbeitungsproblemen, die u. a. durch erhebliche Maßstabs- und Auflösungsunterschiede bei den zu verknüpfenden Daten entstehen (z. B. Genauigkeitsgrad bei Bodeneigenschaften hinsichtlich Versickerungsfähigkeit). Für die effektive Umsetzung der inhaltlichen Vorgaben aus dem Muster-NBK ist die Standardisierung von Schnittstellen und Datenformaten (z. B. für Kanalinformationen) hilfreich, um die Möglichkeiten der GIS auszunutzen.

6 Muster-NBK NRW

Das in diesem F&E-Vorhaben entwickelte Muster-NBK soll Leitfaden und Anleitung zur Erstellung eines Niederschlagswasserbeseitigungskonzeptes (NBK) sein. Anwender sind Kommunen und die ggf. von ihnen beauftragten Ingenieure. Die Gliederung des Muster-NBK ist so angelegt, dass sie den Nutzer für die Bearbeitung durch den durchzuführenden Prüfungsprozess führt.

6.1 Aufbau des Muster-NBK

Nach einer Einführung untergliedert sich das aus wasserwirtschaftlicher Sicht und aus Sicht der Praxis gemäß Muster zu erstellende NBK wie in Abbildung 6.1 dargestellt.

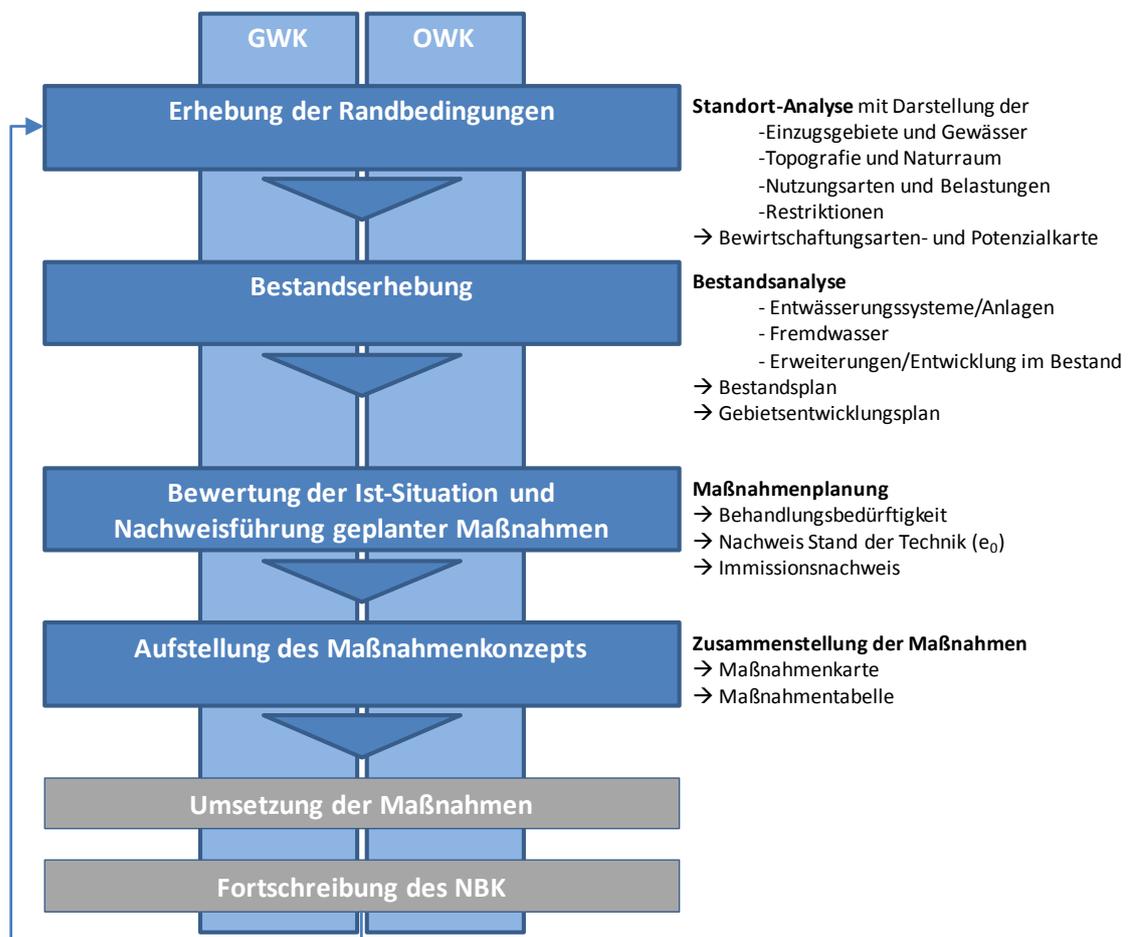


Abbildung 6.1: Struktur eines NBK bei konsequenter Trennung der Analysen und Aussagen zu Grund- und Oberflächengewässern

Wichtig ist, dass die Auswirkungen der NBK-Maßnahmen auf die beiden Entwässerungspfade Grundwasser und Oberflächengewässer betrachtet werden (Höttges et al., 2011). In bisher erstellten NBK (z. B. Beck, 2011) war dies in der Regel nicht der Fall. Deswegen

sind in den meisten Kapiteln diese unterschiedlichen Pfade explizit und getrennt voneinander zu bearbeiten.

In jedem Kapitel sind Tabellen zu finden, in denen die einzelnen Arbeitsschritte innerhalb dieses Kapitels erläutert und die Inhalte kurz beschrieben werden. Diese Tabellen dienen als Orientierung für die zu erstellenden Unterlagen. Aufgeführt sind grundlegende und erweiterte Inhalte. Die „grundlegenden Inhalte“ resultieren überwiegend aus den Mindestanforderungen aus der Verwaltungsvorschrift zur Erstellung von Abwasserbeseitigungskonzepten (MUNLV, 2008). Darüber hinaus gehende Inhalte sind eine sinnvolle Ergänzung zur Erstellung des NBK. Außerdem ist es über diese „erweiterten Inhalte“ möglich, dass zukünftige Entwicklungen, die noch nicht verwaltungsrechtlich verankert sind, bereits jetzt schon Eingang in die Erstellung und Umsetzung eines NBK finden können. Darüber hinaus enthalten die Tabellen Hinweise zu benötigten Daten und den möglichen Datenquellen (bestenfalls als Geodatendienst).

6.2 Inhalt

Das erste Kapitel eines NBK beschäftigt sich mit der Strategie einer Kommune im Hinblick auf deren Umgang mit Niederschlagswasser. Diese Strategie erstellt die Kommune im Rahmen des NBK für sich selbst.

In Kapitel 2 werden die äußeren räumlichen Randbedingungen ermittelt, die für die Auswahl der Regenwasserbewirtschaftung im kommunalen Rahmen maßgeblich sind. Diese Rahmendaten können Grundlagen für die Erstellung der Bewirtschaftungsarten- und Abkopplungspotenzialkarten sein, welche die prinzipiellen Möglichkeiten der Abkopplung im Bestand beschreiben und als Grundlage für weitere Planungen dienen sollen. Die Prüfung möglicher Abkopplungsmaßnahmen ist für eine Sanierung hydraulisch überlasteter Netze sowohl bei Misch- als auch bei Trennkanalisationen anwendbar und zielführend (DWA-Themen, 2007). Zur Einschätzung der in der Kommune anstehenden Böden hinsichtlich ihrer Versickerungseignung wird im Kap. 2.2 des Muster-NBK eine mit dem Geologischen Dienst NRW abgestimmte einheitliche Bewertung dargestellt.

Das Kapitel 3 erfasst die Bestandserhebung. Hier sind bestehende Entwässerungsanlagen im Trenn- und Mischsystem darzustellen. Dies betrifft sowohl Anlagen, Bauwerke und Einleitungen mit Auswirkungen auf Grundwasser als auch auf Oberflächengewässer. Ferner müssen Übernahme- und Übergabestellen aus anderen Netzteilen ermittelt werden, da das NBK-Gebiet u.U. nicht isoliert betrachtet werden kann.

Wichtig ist hier, auch zukünftige Entwicklungen, z. B. die Veränderung in Bestandsgebieten und Erschließungsmaßnahmen in neu zu entwickelnden Gebieten, frühzeitig zu be-

rücksichtigen. Das schließt sowohl Wachstums- und Schrumpfungsprozesse als auch klimatische Veränderungen mit ein.

In Kapitel 4 werden die Auswirkungen der bestehenden Entwässerung auf die Zielgewässer Grundwasser und Oberflächengewässer bewertet und der Handlungsbedarf auf Grundlage der bestehenden verwaltungstechnischen Rahmenbedingungen dargestellt. Dies beinhaltet qualitative Nachweise für beide Gewässerarten sowie quantitative Nachweise und eine immissionsorientierte Betrachtung der Einleitungen für Oberflächengewässer.

Insbesondere aus dieser Erhebung des Handlungsbedarfs können sich neue Maßnahmen ergeben, welche, gemeinsam mit den z. B. aus dem ABK bereits bekannten Maßnahmen, im Kapitel 5 des Muster-NBK dargestellt werden sollten.

Inhaltlich stützt sich das NBK auf die i.d.R. bereits vorhandenen Ausarbeitungen zum GEP oder anderen Konzepten zum Wasserhaushalt. Liegen für einzelne Aspekte, die das hier entwickelte GIS-gestützte NBK erfordert, keine Ausarbeitungen vor, können entsprechende Erarbeitungshinweise als eine Maßnahme in den Maßnahmenkatalog des NBK aufgenommen werden.

7 Workflow

In Kapitel 7 des Abschlussberichtes wird eine geeignete Vorgehensweise zur Erarbeitung erforderlicher Datengrundlagen und –ausgabetafeln für eine NBK in Form eines Workflows beschrieben.

Beispielhaft ist in Abbildung 7.1 die Abschätzung der Belastungssituation niederschlagsabflussrelevanter Flächen (kurz „Kategorisierung“) dargestellt. Sie erfolgt durch eine Verschneidung (Überlagerung) der qualitativen Beschaffenheit des Niederschlagswassers mit Kenntnissen zur räumlichen Abgrenzung der Flächen. Diese Abgrenzung der Flächen liegt günstigstenfalls bereits in Form von Luftbildauswertungen oder aufgrund der Erfassung befestigter Flächen zur Neuberechnung der Abwassergebühren („Getrennter Gebührenmaßstab“) bei der Kommune vor. Alternativ kann sie anhand von ALK-Datensätzen oder dem ATKIS Basis-DLM erfolgen (vgl. Kapitel 4.4.2 des Abschlussberichtes).

Die qualitative Beschaffenheit des Niederschlagswassers ist anhand der Art und Intensität der Flächennutzung abzuschätzen. Diese Flächennutzung bestimmt die Beschaffenheit des abfließenden Niederschlagswassers. Die Einordnung der Behandlungsbedürftigkeit ist gemäß Trennerlass (MUNLV, 2004) und weiterer Quellen (insb. für die Beurteilung von Verkehrsflächen) (s. Kapitel 4.4.2 des Abschlussberichts) vorzunehmen.

Im Workflow werden Informationsquellen farblich unterschiedlich gekennzeichnet (hier: Kommunale Daten: grün, andere Datenquellen: orange). Die unterschiedliche Formgebung der Einzelbausteine im Workflow beschreibt, ob es sich um einen Datensatz oder z.B. um einen Prozess handelt. Eine ausführliche Legende ist dem Abschlussbericht zu entnehmen.

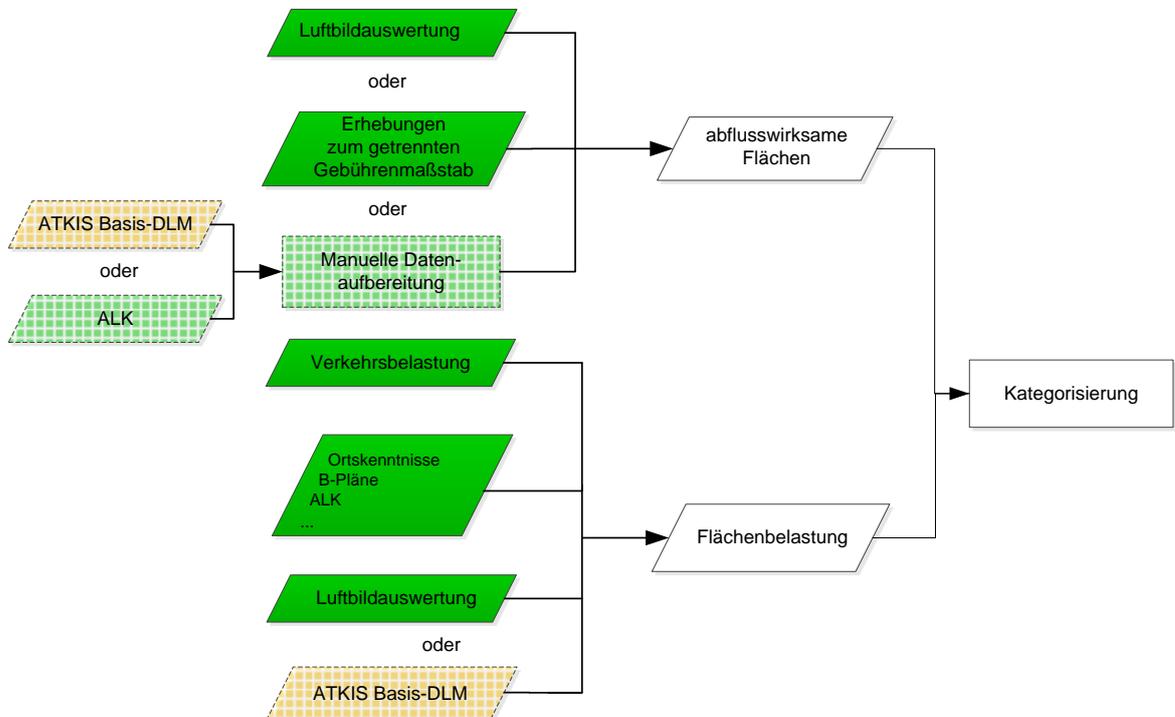


Abbildung 7.1: Kategorisierung niederschlagsabflussrelevanter Einzelflächen zur Abschätzung der Belastungssituation

8 Fazit

Für alle nordrhein-westfälischen Kommunen besteht die gesetzliche Verpflichtung zur regelmäßigen Erstellung von Abwasserbeseitigungskonzepten. In diesen ist auch der Umgang mit Niederschlagswasser abzubilden. Eine geeignete Form der Darstellung ist ein Niederschlagswasserbeseitigungskonzept (NBK).

Bisher vorliegende NBK konzentrieren sich meist nur auf einen Gewässerkörper (Grundwasser oder Oberflächengewässer). Da aus wasserwirtschaftlicher Sicht und aus Sicht der Praxis aber beide Komponenten gemeinsam zu prüfen und zu schützen sind, um den natürlichen Wasserkreislauf zu stärken, wird das entwickelte Muster-NBK zur Anwendung empfohlen. Hiermit handelt es sich um einen Gliederungsvorschlag für einen NBK-Bericht, bei dem alle Aspekte der kommunalen Niederschlagswasserbeseitigung gleichermaßen berücksichtigt werden. In diesem Muster-NBK wird nach grundlegenden und erweiterten Inhalten unterschieden. Diese Unterteilung dient jeder aufstellende Kommune dazu, alle entscheidenden Inhalte zu erfassen („grundlegende Inhalte“) aber auch weitere, aus Sicht der Kommune oder der genehmigenden Behörde ebenfalls wasserwirtschaftlich sinnvolle Aspekte mit einbeziehen zu können („erweiterte Inhalte“). Die Datenaufbereitung wird in einem Workflow veranschaulicht. Darüber hinaus wird eine Daten-Checkliste zur Verfügung gestellt, in der sämtliche Datenquellen zusammengestellt sind, welche zur Erarbeitung eines NBKs erforderlich sind oder sein können.

Die Grundlage für die als Vorlage gedachte Gliederung des Muster-NBKs liefert das beispielhaft erstellte NBK für ein Teileinzugsgebiet der Stadt Bochum. Aus ihm konnte abgeleitet werden, welche Datenquellen wo verfügbar sind, welchen Aufbereitungsaufwand diese Daten erfordern und welche strukturelle Vorgehensweise bei der Erstellung eines NBK sinnvoll erscheint. Dieses Beispiel-NBK für das Oelbacheinzugsgebiet diente während der Projektlaufzeit als Arbeitsinstrument und erfüllt als solches nur die Mindestinhalte der NBK-Checkliste. Es hat nicht die im Muster-NBK geforderte Tiefe.

Aus den Untersuchungen zu Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung von GIS bei der Erstellung, Generierung sowie Verwaltung und Bereitstellung von Geobasis- und Fachdaten auf den unterschiedlichen Ebenen der beteiligten Instanzen wird erkennbar, dass große Teile der benötigten Daten weiterhin mit einer lokal arbeitenden GIS-Anwendung verwaltet werden. Zu diesen lokal bearbeiteten Daten zählen kommunale Daten sowie Datenbestände von Betreibern. Für die Zukunft ist hier eine weitere Standardisierung dezentraler Datenbestände erstrebenswert. Dann wäre es auch denkbar, vermehrt auf die Nutzung zentraler Datenbestände und Verarbeitungsmöglichkeiten umzusteigen.

Die Verwendung von vereinheitlichten und zentral über webbasierte Services oder von den Landesbehörden bereitgestellten Datenbeständen dient der Vergleichbarkeit von Inhalt und dem Erreichen eines einheitlichen Qualitätsniveaus der NBKs. Eine zentrale Auf-

gabe des Landes ist die Qualitätssicherung dieser Datenbestände. Als Beispiel seien hier Schlüsselnummern für Bauwerke und Einleitstellen genannt. Qualitätskriterien sind fachliche Korrektheit, Vollständigkeit und Aktualität. Des Weiteren bilden standardisierte Austauschformate zur Meldung der NBK-Maßnahmen an die zuständigen Behörden einen Baustein in der Prozesskette der Qualitätssicherung. Dazu können die hier erarbeiteten Datenaustauschtabellen dienen, welche mit einer DV-Anwendung (vgl. KuA, 2012) übermittelt werden sollten.

Webbasierte GIS-Anwendungen bieten besondere Vorteile bei der Bereitstellung datenschutzrechtlich geschützter Daten durch Generalisierung, bei der Verarbeitung großer Datenmengen und bei der zentralen Bereitstellung einzelner generalisierter Auswerterroutinen. Die Randbedingungen, Grenzen und Möglichkeiten dieser Web-Dienste wurden in diesem Forschungsvorhaben gezeigt, mithilfe derer zukünftig ein webbasierter Geodaten-dienst von zentraler Stelle aus (z. B. durch IT.NRW) aufgebaut und für Kommunen zur Verfügung gestellt werden.

9 Literatur

- ATV-A 128 (1992): Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
- Beck, R. (2011): Nachhaltige NiederschlagswasserBeseitigungsKonzepte (NBK) in der Praxis, 12. Kölner Kanal und Kläranlagen Kolloquium, 13.-14.10.2011, Köln
- Bill, R. (2010): Grundlagen der Geo-Informationssysteme, 5. Auflage, Wichmann Verlag
- BWK Merkblatt M3 (2001): Ableitung von immissionsorientierten Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse
- BWK Merkblatt M7 (2007): Detaillierte Nachweisführung immissionsorientierter Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen gemäß BWK Merkblatt 3 – Gelbdruck
- DWA-Themen (2007): Themenheft 03/07, Abkopplungsmaßnahmen in der Stadtentwässerung, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
- Entwurf NBK-Checkliste (2009): Niederschlagswasserbeseitigungskonzept (NBK), behördliche Anforderungen an Inhalte, LANUV, <http://www.lanuv.nrw.de/wasser/abwasser/nbk.htm>, zuletzt abgerufen: 14.12.2011
- Feldhaus, R., Klein, N., Röhrig, J., Meier, G. (2009): Maßnahmen zur Niederschlagswasserbehandlung in kommunalen Trennsystemen am Beispiel des Regierungsbezirkes Köln. Abschlussbericht im Auftrag der Bezirksregierung Köln
- Höttges, J., Rohlfing, R., Sieker, H., Siekmann, M., Wermter, P. (2011): GIS-gestützte Erstellung von Niederschlagswasserbeseitigungskonzepten, 12. Kölner Kanal und Kläranlagen Kolloquium, 13.-14.10.2011, Köln
- KlimaNet - Wassersensible Stadtentwicklung (2010): Abschlussbericht des Verbundvorhabens Wassersensible Stadtentwicklung – Maßnahmen für eine nachhaltige Anpassung der regionalen Siedlungswasserwirtschaft an Klimatrends und Extremwetter, im Förderschwerpunkt klimazwei des BMBF, Förderkennzeichen 01 LS 05017 A-C, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Ruhr Universität Bochum, Universität Duisburg Essen
- leica.de (2011): Produktinformationen Leica CS25, http://www.leica-geosystems.com/thumbs/originals/RRWF_3190.jpg, zuletzt abgerufen: 15.12.2011
- LWG NRW (1995): Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen, (Landeswassergesetz -LWG-), zuletzt geändert: 31.03.2010
- MUNLV (2009): Dynamische GIS - gestützte Bereitstellung der ABK – Daten am Beispiel der Stadt Ratingen, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Abschlußbericht

- MKULNV (2010): Entwicklung und Stand der Abwasserbeseitigung in Nordrhein-Westfalen, 15. Auflage, Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
- MURL (1998): Niederschlagswasserbeseitigung gemäß § 51 a des Landeswassergesetzes, RdErl. d. Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft IV B 5 – 673/2-29010 / IV B 6 – 031 002 0901 (MBI. NRW. vom 18.5.1998 S. 654)
- MUNLV (2008): Verwaltungsvorschrift über die Aufstellung von Abwasserbeseitigungskonzepten, VV des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen vom 08.08.2008 - IV-7- 031 002 0101 / IV-2-673/2-30369 (MBI. NRW Nr. 29 vom 30.10.2008 S. 527)
- MUNLV (2004): Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren, RdErl. des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz - IV-9 031 001 2104 – vom 26.05.2004 (MBI. NRW. 2004 S. 583)
- Schmidt, A. (2011): Anforderungen an Niederschlagswasserbeseitigungskonzepte und Genehmigungspraxis, 12. Kölner Kanal und Kläranlagen Kolloquium, 13.-14.10.2011, Köln
- Sieker (2007): Methodischer Ansatz zur Erstellung der Regenwasserbewirtschaftungskarte und Ermittlung des Abkopplungspotenzials für die Pilotprojektgebiete des UWC Teilprojektes Hamburg, Auftraggeber: Freie und Hansestadt Hamburg, Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH, 2007
- Speicher, A. (2011): Konzeptionelle Bewirtschaftung von Niederschlagswasser - Niederschlagswasserbeseitigungskonzepte in NRW, 44. Essener Tagung für Wasser- und Abfallwirtschaft, 23.-25.3.2011, Aachen
- WHG (2010): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) Ausfertigungsdatum: 31.07.2009 (BGBl. I S. 2585), zuletzt geändert am 22.12.2011 (BGBl. I S. 3044)