



Stadt Seesen

Marktstraße 1

38723 Seesen

Kommunale Hochwasserschutzkonzeption für den Raum Seesen

Erläuterungsbericht

-Endfassung-

17. Dezember 2012



L+N ingenieurgemeinschaft

ernst-grote-str. 13

30916 isernhagen

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Beschreibung der Gebietscharakteristik	3
2.1	Gewässernetz, Nutzung	3
3	Bestandsaufnahme	7
3.1	Systematische Zusammenfassung vorhandener Erkenntnisse der Hochwasserverhältnisse	8
3.2	Verwendung der rechtlich festgesetzten Überschwemmungsgebiete	9
3.3	Beschreibung signifikanter historischer Hochwasserereignisse	10
3.3.1	Ortschaft Rhüden	10
3.3.2	Ortschaft Bornhausen	14
3.3.3	Ortschaften Bilderlahe, Engelade und Burg	17
3.4	Verwendung gleicher hydrologischer und hydraulischer Daten wie zur Berechnung der Überschwemmungsgebiete	19
3.5	Darstellung des Zustandes des Gewässers bzw. der Gewässerunterhaltung	19
3.6	Hinweis auf administrative Maßnahmen	20
3.7	Kartografische und verbale Darstellung der Anlagen des technischen Hochwasserschutzes	21
3.7.1	Ausbau Nette	21
3.7.2	Hochwasserrückhaltebecken südlich von Rhüden (HRB Nette)	23
3.7.3	Hochwasserrückhaltebecken östlich von Bornhausen (in Planung)	25
3.7.4	Weiteres Hochwasserrückhaltebecken südlich von Rhüden	27
3.7.5	Hochwasserrückhaltebecken östlich der BAB A7	28
3.7.6	Eigenschutz Rhüden	29
3.7.7	Rückhalt Ahlerbach	33
3.8	Natürliche Rückhalteflächen	33
3.9	Systematische Erfassung vorangegangener Untersuchungen	34
3.10	Begehung	35

4	Auswirkungen des Klimawandels	36
5	Hydraulische Berechnungen	37
5.1	Festlegung des maßgebende Hochwasserereignisses für den Betrachtungsraum	37
5.2	Verwendung der Ergebnisse vorhandener Niederschlags-/Abfluss-Modelle	38
5.2.1	Kalibrierung 2D	38
5.3	Abbildung des Überschwemmungsbereichs eines HQ ₁₀₀	39
5.4	Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse vor Ort	39
5.5	Ermittlung der Leistungsfähigkeiten der Gewässer und Bauwerke	40
5.6	Berechnung weiterer Abflusszustände	40
6	Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten	41
6.1	Hochwassergefahrenkarten	41
6.2	Hochwasserrisikokarten	43
6.3	Standorte IVU - Anlagen	47
6.4	Lage Wasserschutzgebiete	47
7	Analyse der Ergebnisse	48
7.1	Pegel Groß Rhüden	48
7.2	Weitere Untersuchungen	52
7.2.1	Beckensteuerung	52
7.2.2	Vorwarnzeit	54
7.2.3	Überlagerungsszenarien HW-Wellen	55
7.2.4	Identifikation und Nutzung weiterer Retentionsräume	55
7.3	Untersuchung Auswirkung kleiner Seitenzuflüsse, Wirkung der Kanalisation in HW-Situationen und Hangwasser	56
7.3.1	Hangwasser	56
7.3.2	Seitenzuflüsse - am Beispiel der Seckau in Engelage	56
7.3.3	Wirkung der Kanalisation in Hochwassersituationen	58
8	Maßnahmenbeschreibung	60

8.1	Administrative Maßnahmen (vorbeugender Hochwasserschutz)	61
8.2	Natürlicher Rückhalt im Untersuchungsgebiet	64
8.3	Technischer Hochwasserschutz und Konzepte	67
8.3.1	Leistungsfähigkeit / Ausbau Nette	68
8.3.2	Hochwasserrückhaltebecken	70
8.3.2.1	Erweiterung HRB Nette	70
8.3.2.2	Hochwasserrückhalt der Rotte und /oder der Lutter	71
8.3.2.3	HRB Bornhausen (in Planung)	72
8.3.3	Regenrückhaltebecken (RRB)	73
8.3.3.1	Ahlerbach (Rhüden)	73
8.3.3.2	Tank- und Rastanlage Harz (Rhüden)	74
8.3.3.3	Autohof Rhüden	75
8.3.3.4	In der Marsch Nord (Rhüden)	76
8.3.3.5	RRB BAB A7	76
8.3.3.6	Alte Sandgrube (Bornhausen)	77
8.3.4	Rückstauklappen Ahlerbach und Regenwassereinleitungen im Einmündungsbereich der Nette	77
8.3.5	Bau einer Uferverwallung bzw. eines mobilen Verschlusses am Alten Ahlerbach in Kombination mit Ausbauerweiterung Nette	78
8.3.6	Einzelmaßnahmen im Ortsbereich Rhüden	79
8.3.7	Einzelmaßnahmen unterhalb von Rhüden	83
8.3.8	Beseitigung von Anlandungen in den Gewässern und Brücken	84
8.3.9	Entlastungsgraben in Rhüden	86
8.3.10	Bau einer Verwallung und Aktivierung des Mühlengrabens in Bornhausen	87
8.3.11	Mobile Hochwasserschutzeinrichtungen	89
8.3.12	Stillgewässer schaffen, Wegraine erhalten	91
8.3.13	Versickerung von Regenwasser	93
9	Maßnahmenbewertung	97

9.1	Wirksamkeit von Maßnahmen	97
9.2	Prioritätenliste für die Umsetzung	99
9.3	Schadenspotenzial durch Berechnung des Schadenserwartungswertes aus weiteren Abflüssen	100
9.4	Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme durch Gegenüberstellung von Kosten und Schadenspotenzial	106
10	Zusammenfassung	110
11	Quellenverzeichnis	113

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Übersicht
Anlage 2	Flächennutzung
Anlage 3	Schutzzonen
Anlage 4	Festgesetztes Überschwemmungsgebietes Rhüden / Bornhausen
Anlage 5.1	Lageplan Hochwasser Oktober 1998 in Rhüden
Anlage 5.2	Lageplan Hochwasser Juli 2002 in Rhüden
Anlage 6.1	Hochwassergefahrenkarten HQ _{gering}
Anlage 6.2	Hochwassergefahrenkarten HQ ₁₀₀
Anlage 6.3	Hochwassergefahrenkarten HQ _{extrem}
Anlage 7.1	Hochwasserrisikokarten HQ _{gering}
Anlage 7.2	Hochwasserrisikokarten HQ ₁₀₀
Anlage 7.3	Hochwasserrisikokarten HQ _{extrem}
Anlage 8	Leistungsfähigkeiten Gewässerabschnitte und Bauwerke
Anlage 9	Informationsblatt Hochwasser (Feuerwehr Rhüden)

1 Einleitung

In einer Hochwasserschutzkonzeption geht es nicht darum, jede denkbare, geringfügige durch Hochwasser ausgelöste Gefahr anzusprechen. Vielmehr sollen vorhandene Defizite aufgezeigt und die daraus resultierenden notwendigen Maßnahmen zum Hochwasserschutz benannt werden. Dabei kommen neben den technischen Hochwasserschutzeinrichtungen wie zum Beispiel den Bau von Deichen oder Hochwasserrückhaltebecken (HRB) auch administrative Maßnahmen oder die Rückgewinnung von Rückhalteflächen in Frage.

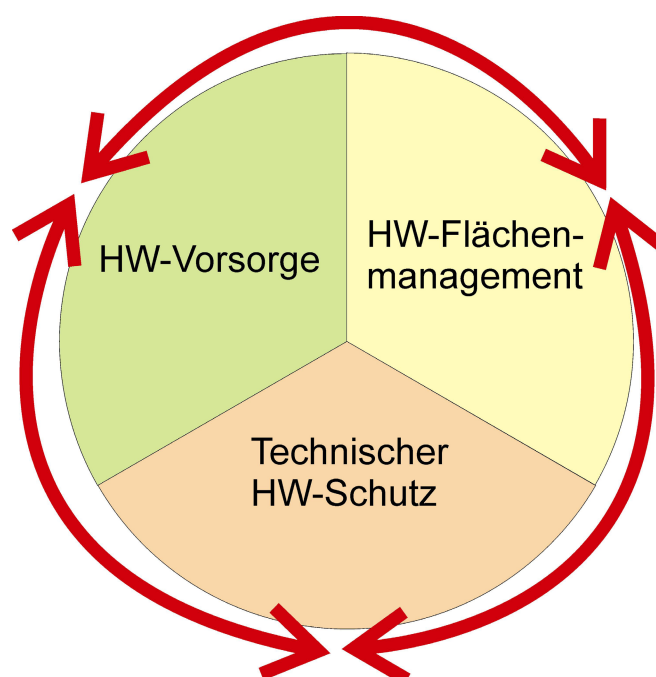


Abb. 1.1 HW-Maßnahmen

Hochwässer sind natürliche Ereignisse und können durch gesetzliche Regelungen nicht verhindert werden.

Mit der Hochwasserschutzkonzeption wird den betroffenen Behörden und der interessierten Öffentlichkeit jedoch ein Planungs- und Informationsinstrument übergeben, mit dem der Hochwasserschutz an der Nette und Schildau verbessert werden kann.

Für Kommunen und Kreise, bei denen in der Vergangenheit Hochwasserereignisse mit Schadensfolgen aufgetreten sind, liegt es nahe, Maßnahmen zur Reduzierung der Wasserstände bei Hochwasser zu planen, um die Gefährdung bestehender Siedlungsgebiete zu vermindern und ggf. weiterhin eine Nutzung gewässernaher Grundstücke zu ermöglichen.

Die Maßnahmen können umfassen:

- Vorsorgemaßnahmen (technischer Hochwasserschutz),
- Wiederherstellung von Rückhalteflächen an der Talaue des Gewässers,
- Gewässerunterhaltung und -ausbau, einerseits zur Abflussverlangsamung außerhalb bebauter Gebiete, andererseits zur Beschleunigung und zur Senkung der Wasserspiegel innerhalb bebauter Gebiete.

Häufig werden diese Maßnahmen des Hochwasserschutzes in Kombination realisiert. In den dicht bis an das Gewässer bebauten Bereichen besteht meistens keine andere Möglichkeit als die Gewässer leistungsfähig auszubauen und den Schutz der Bebauung durch Schutzmaßnahmen (Deiche, Verwallungen, Mauern) zu gewährleisten.

In wenig oder nicht besiedelten Gemeindegebieten besteht dagegen die Möglichkeit, Retentionsraumgewinnung und Abflussreduzierung durch Hochwasserrückhaltebecken zu realisieren.

Die Stadt Seesen hat die L+N ingenieurgemeinschaft beauftragt, eine kommunale Hochwasserschutzkonzeption für den Raum Seesen auszuarbeiten.

Bei Hochwasserschutzkonzeptionen handelt es sich um kleinräumige, örtlich begrenzte (gemeindebezogene) Betrachtungen. Diese sollen mögliche Defizite im Hochwasserschutz an kleinen Gewässern, insbesondere in Fällen kleinräumig auftretender Niederschlagsextreme, evaluieren.

Dazu gehört neben der Beschreibung des Einzugsgebiets die Berücksichtigung bereits durchgeführter Untersuchungen, die Erstellung von Hochwassergefahren- und -risikokarten sowie Entwicklung, Beschreibung und Bewertung von Maßnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes. Dabei ist die Hochwasserschutzkonzeption auf der Grundlage des Leitfadens zur Aufstellung von Hochwasserschutzkonzeptionen zu erstellen (Quelle [2]).

2 Beschreibung der Gebietscharakteristik

2.1 Gewässernetz, Nutzung

Das Untersuchungsgebiet (Anlage1) liegt im südlichen Niedersachsen im Bereich des Landkreises Goslar. Zu untersuchen sind die Gewässerabschnitte der Markau oberhalb der Ortschaft Kirchberg über den Zufluss der Nette in Höhe Hammershäuser Mühle bis unterhalb der Ortschaft Rhüden sowie der Abschnitt der Schildau von der Ortslage Seesen bis zur Einmündung in die Nette.

Das Einzugsgebiet der Markau ist überwiegend von Acker- und Wiesenflächen geprägt. Die Gewässersohle zeigt einen hohen Anteil von Kies und Schotter. Oberhalb von Kirchberg ist der Verlauf der Markau stark eingetieft und begradigt, für den unterhalb liegenden Abschnitt bis zur Einmündung in die Nette besitzt das Gewässer einen naturnahen Charakter mit gewundenem Lauf sowie standorttypischen Gehölzen und Büschen an den Uferbereichen mit angrenzenden Wiesen und landwirtschaftlich genutzten Flächen. Die Vorlandbereiche werden von den südlichen natürlichen Erhebungen und der nördlich parallel verlaufenden Bundesstraße 243 eingegrenzt.

Nach dem Zusammenfluss verläuft die Nette weiter in westliche Richtung, wobei sie die Eisenbahntrasse und die Bundesstraße 248 unterquert, bevor sie im Bereich der Schlackenmühle in nördliche Richtung biegt. Die nachfolgenden Vorlandbereiche der Nette bestehen aus bewirtschafteten Wiesen und Grünland.

Nach dem Passieren der Ortschaft Engelage unterquert das Gewässer die Bundesstraße 243 und Bundesautobahn A7 und fließt an den Ortschaften Bilderlahe und Burg in Richtung Hochwasserrückhaltebecken Nette. Abschließend strömt es durch die Ortschaft Rhüden teilweise entlang der ehemaligen Eisenbahnführung.

Das Untersuchungsgebiet der Schildau beginnt im Ortsbereich der Stadt Seesen im Kurpark und endet, nachdem das Gewässer kurz oberhalb der Bundesautobahn A7 die Ortschaft Bornhausen durchfließt, an der Einmündung in die Nette. In den Ortschaften ist die Schildau begradigt und naturfern ausgebildet, außerhalb der Ortschaften nimmt sie einen natürlichen Charakter an. Die Uferbereiche sind außerorts mit Gehölzen und Gebüsch geprägt, die Sohle ist mit Schotter und Kies bedeckt.

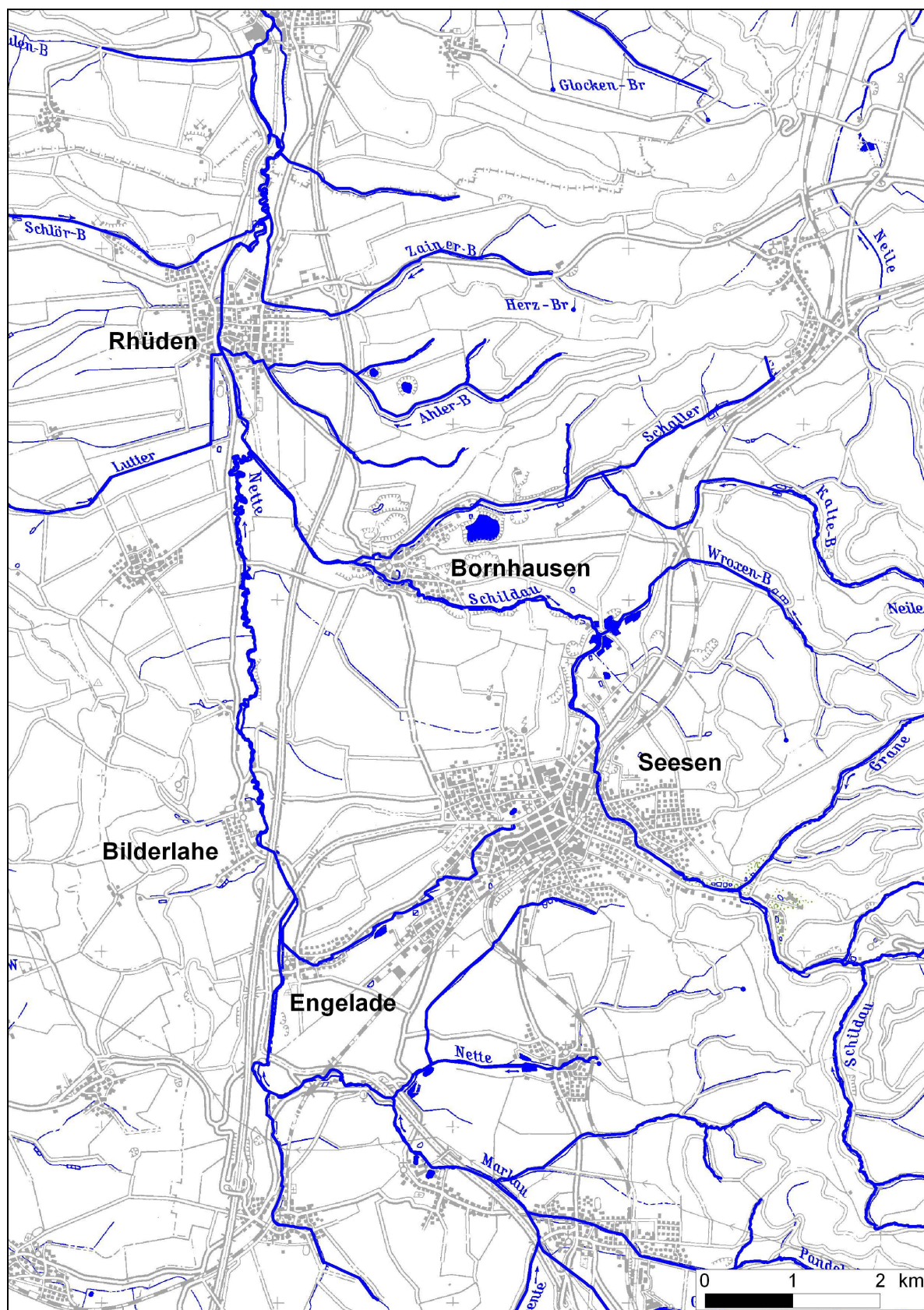


Abb. 1.2 Übersicht Gewässersystem

Folgende Nutzungsanteile sind im Untersuchungsgebiet gegeben:

Tab. 2.1 Nutzungsarten und -größen (LK Goslar mit A_E ca. 149 km²)

Nutzungsart	Größe in km ²	Anteil an Gesamtnutzung in %
Acker	47,8	32,1
Nadelwald	30,9	20,7
Laubwald	25,7	17,2
Grünland	13,3	8,9
Siedlung / Bebauung	9,2	6,2
Industrie	2,0	1,3
Wasserfläche	1,7	1,1
Rest	18,4	12,3

Einen Übersichtsplan der Nutzungen wird in der Anlage 2 wiedergegeben. In der Abb. 1.3 sind die 1- bzw. 2-dimensionalen Berechnungsabschnitte dargestellt.

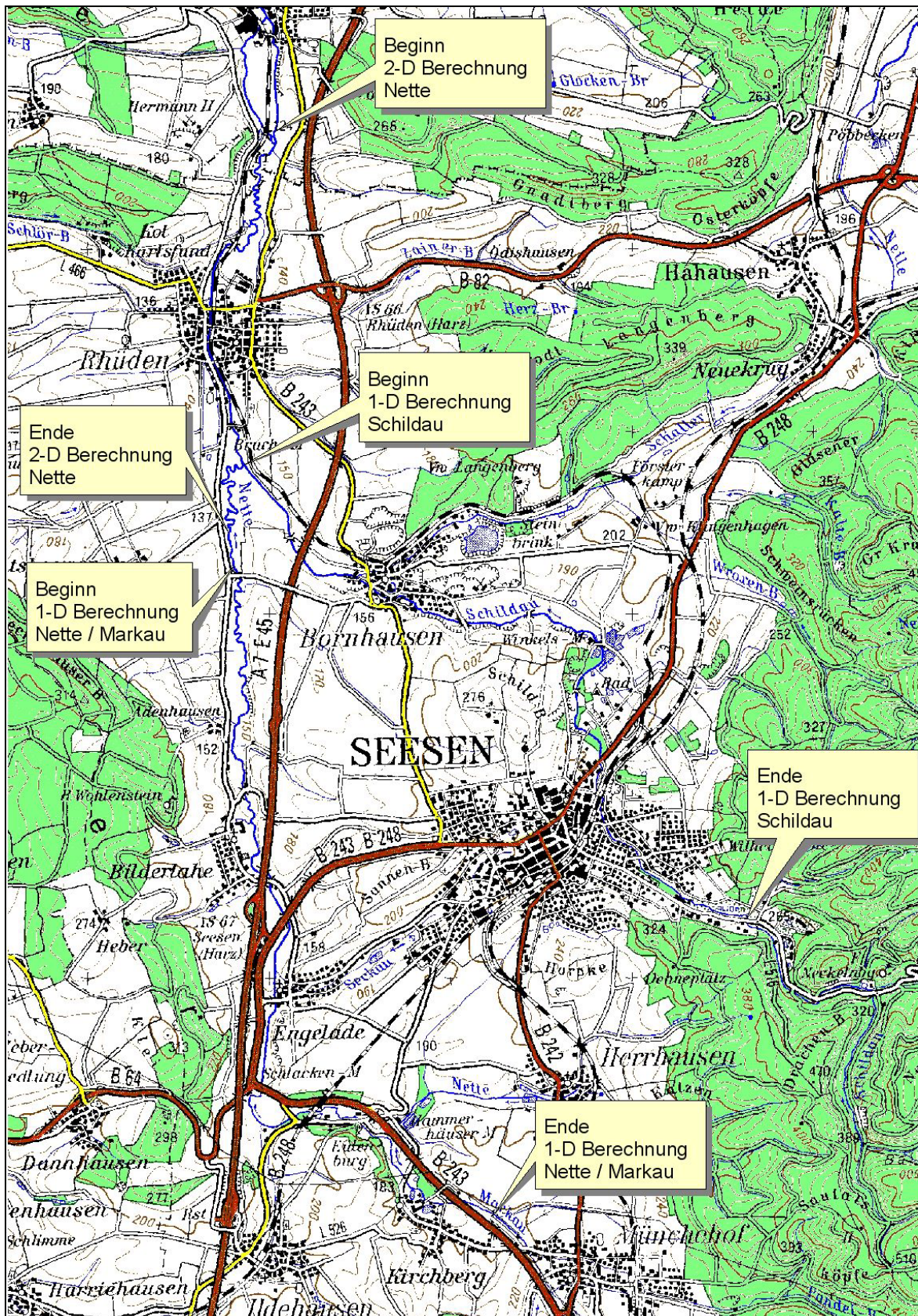


Abb. 1.3 Untersuchungsgebiet mit Berechnungsabschnitten

3 Bestandsaufnahme

Über die Hochwasserereignisse hinaus sind im Rahmen der Bestandsaufnahme die gesetzlich festgesetzten Überschwemmungsgebiete und Schutzzonen wie Wassergewinnungsanlagen und -förderstellen im Einzugsgebiet auszuweisen (Anlage 3). Die Schutzzonen sind dabei wie folgt definiert:

Zone I (Fassungsbereich): Die Zone I soll den Schutz der Fassungsanlagen (Brunnen/ Förderanlage) und ihrer unmittelbaren Umgebung vor jeglichen Verunreinigungen und Beeinträchtigungen gewährleisten. Hier sind alle Handlungen und Vorgänge, die nicht der Sicherstellung der öffentlichen Trinkwasserversorgung bzw. der Förderung der Heilquelle dienen, verboten.

Zone II (Engere Schutzzone): Die Zone II soll zusätzlich Schutz vor Verunreinigungen durch pathogene Mikroorganismen (z.B. Bakterien, Viren), Parasiten und Wurmeier sowie vor sonstigen Beeinträchtigungen gewährleisten, die bei geringer Fließdauer und -strecke zur Fassungsanlage gefährlich sind. Auch in diesem Bereich sind die meisten Vorhaben und Handlungen verboten.

Zone III (Weitere Schutzzone): Die Zone III soll grundsätzlich den Schutz vor weitreichenden Beeinträchtigungen gewährleisten, insbesondere vor dem Eintrag von nicht oder nur schwer abbaubaren chemischen oder sonstigen, die Qualität des Trinkwassers bzw. der Heilquelle beeinträchtigenden Stoffen.

Informationen bezüglich des Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregisters (PRTR) bzw. von Kulturerbegütern sowie über den Gewässerzustand und eventuelle Unterhaltungsmaßnahmen liegen nicht vor.

Neben dem Abfluss in den Gewässern hat auch das Entwässerungssystem Einfluss auf das Abflussgeschehen. Daher sind in zukünftigen Planungen die Entwässerungssysteme in Ortslagen mit zu berücksichtigen.

3.1 Systematische Zusammenfassung vorhandener Erkenntnisse der Hochwasserverhältnisse

Folgende Hochwasserereignisse sind in den letzten Jahren in der Ortschaft Rhüden aufgetreten und am Pegel registriert worden:

Tab. 3.1 Registrierte HW-Ereignisse größer als 20 m³/s am Pegel Groß Rhüden

Abflussjahr	Wasserstand [cm am Pegel]	Abfluss nach GLD [m³/s]
1968	270	20,2
1981	322	26,5
1989	287	20,1
1994	332	28,8
1998	362	35,7
1999	350	32,9
2000	297	21,4
2002	354	33,9
2003	296	21,6
2007	366	36,7

Die Anlage 5 enthält eine im Nachgang ermittelte Überschwemmungsfläche in Rhüden für die Hochwässer im Oktober 1998 und Juli 2002 (Quelle [55]).



Abb. 1.4 Hochwassermarken an der Wilhelm-Busch-Straße (Quelle [L+N])

3.2 Verwendung der rechtlich festgesetzten Überschwemmungsgebiete

Im Jahr 2010 sind an der Nette, Markau und Schildau Überschwemmungsgebiete aufgrund eines HQ_{100} bestimmt und im weiteren Verfahren vorläufig gesichert worden (Quelle [3]).

Es wurden die Hochwasserauswirkungen durch die Gewässer untersucht und ausgewertet.

Der Einfluss von Nebengewässern, Hangwasser, überstauten Entwässerungssystemen oder hydraulischen Engstellen durch Verklausungen oder sonstigen Hindernissen waren im Rahmen der Ermittlung von Überschwemmungsflächen nicht zu untersuchen.

Die Anlage 6 zeigt die entsprechenden Lagepläne der Überschwemmungsflächen. Die Flächen sind gem. Vorgaben des NLWKN teilweise angepasst worden. Dazu gehörte beispielsweise das Entfernen der Überschwemmungsfläche im Flussschlauch, wenn das Gewässer nicht ausufert oder das Entfernen von kleinen Inselflächen.

3.3 Beschreibung signifikanter historischer Hochwasserereignisse

3.3.1 Ortschaft Rhüden

Trotz Ausbaus der Nette kommt es im Ortsbereich von Rhüden zu Überschwemmungen von Straßen und Gebäuden. Eine maßgebliche Ursache sind, neben den Starkniederschlägen, die einmündenden Regenwasserkanäle an der Brücke Maschstraße sowie an der Brücke Spadentorstraße, die bei entsprechend hohen Wasserständen entgegen ihrer Funktion nicht mehr entwässern, sondern Wasser aus der Nette in die seitlichen Ortsbereiche ableiten. Des Weiteren kommt es am Durchlass des Ahlerbachs zu Rückstauinflüssen, die die Hochwassersituation der rechtsseitigen Ortslage weiter verschärft.

Zur Verfügung gestellte Daten von der Stadt Seesen sowie eigene Recherchen führen zu Informationen in Form von Bilddokumentationen, die auszugsweise einen Eindruck über die Hochwassersituationen wiedergeben.



Abb. 3.1 Rhüden, Spadentorstraße (Quelle [55])



Abb. 3.2 Rhüden, Johannisweg (Quelle [55])



Abb. 3.3 Rhüden (Quelle [55])



Abb. 3.4 Rhüden, Auf den Steinen (Quelle [55])



Abb. 3.5 Rhüden, Johannisweg (Quelle [55])



Abb. 3.6 Rhüden (Quelle [55])

3.3.2 Ortschaft Bornhausen

Die Schildau durchquert von Seesen kommend die Ortschaft Bornhausen. Dabei verursachen hohe Wasserstände oberhalb der Kreisstraße K54 im Bereich der Bachstraße, Neustädter Straße und Im Holland Überschwemmungen der angrenzenden Flächen und führen zu voll gelaufenen Kellern von Gebäuden.

Am Lattenpegel an der Schildaubrücke, auch Pegel Alfred genannt, lassen sich Veränderungen der Wasserstände ablesen.

Von der Schaller, die Bornhausen im nördlichen Bereich durchquert, sind geringfügige Ausuferungen im Bereich des Schallerwinkels bekannt.



Abb. 3.7 Schildau in Bornhausen, Am Mühlengraben (Quelle [55])



Abb. 3.8 Schildau in Bornhausen, Bachstraße (Quelle [55])



Abb. 3.9 Schildau in Bornhausen, Bachstraße (Quelle [55])



Abb. 3.10 Schildau in Bornhausen, Neustädterstraße zur Bachstraße (Quelle [55])

3.3.3 Ortschaften Bilderlahe, Engelade und Burg

In der Ortschaft Bilderlahe führte beispielsweise am 07.08.2002 ein 2stündiger Wolkenbruch mit Niederschlägen von bis zu 100 mm zu Überflutungen zahlreicher Äcker, Wiesen, Straßen und Keller. Insgesamt liefen ca. 40 Keller voll. Die Regenwasserentwässerung überlastete.

Es wurde von Wasserständen bis zu 70 cm berichtet.

Der angrenzende Ortsteil Burg konnte aufgrund eines Erdrutsches im Verlauf der Kirschenallee nicht mehr erreicht werden.

Auch in der angrenzenden Ortschaft Engelade führten hohe Niederschläge zu großflächigen Überschwemmungen.



Abb. 3.11 Bilderlahe, 2002 (Quelle [55])



Abb. 3.12 Neustadt in Bilderlahe, 2002 (Quelle [55])

3.4 Verwendung gleicher hydrologischer und hydraulischer Daten wie zur Berechnung der Überschwemmungsgebiete

Es werden die gleichen hydraulischen und hydrologischen Daten wie zur Ermittlung der Überschwemmungsgebieten verwendet. Nähere Informationen können beim NLWKN angefragt werden oder sind den entsprechenden Berichten zu entnehmen.

3.5 Darstellung des Zustandes des Gewässers bzw. der Gewässerunterhaltung

Die obligatorische Gewässerschau im Zuständigkeitsbereich des Unterhaltungsverbandes Nette hat zuletzt im April 2012 stattgefunden.

3.6 Hinweis auf administrative Maßnahmen

Erreicht der Pegel an der großen Brücke in Rhüden die Marke von 2,5 m sollten sich die Bürger ständig über die aktuelle Entwicklung des Nettewasserstandes z. B. mittels Internet informieren (Quelle [29]). Zudem geht hervor, dass eine geregelte Teilentleerung des Rückhaltebeckens Nette durchgeführt wird, wenn das Staubecken sein maximales Stauvolumen erreicht hat. Die Bevölkerung wird dann durch einen besonderen Sirenenalarm (eine Minute Dauerton) und Informationen durch die Straßenmanager auf diese besondere Situation aufmerksam gemacht. Die von der Feuerwehr Rhüden eingesetzten „Straßenmanager Hochwasser“ sind Ansprechpartner für betroffene Bürger und koordinieren die Hochwasserhilfe wie beispielsweise das Bereitstellen von Sandsäcken.

Zahlreiche Maßnahmenvorschläge der FW Rhüden sind inzwischen umgesetzt worden.



Abb. 3.13 Straßenmanager Hochwasser (Quelle [29])



Abb. 3.14

Rettungsringe im Bereich der Nette in Rhüden (Quelle: Seesener Beobachter)

3.7 Kartografische und verbale Darstellung der Anlagen des technischen Hochwasserschutzes

3.7.1 Ausbau Nette

Die Zielsetzung des Ausbaues ist die Abminderung der Überschwemmungsgefahr innerhalb des Stadtteils Rhüden. Die aufgrund langjähriger Beobachtungen festgestellten Engpässe sollen durch Verbreiterung des Querschnittes den hydraulischen Erfordernissen angepasst werden.

Der Ausbau der Nette erfolgte Ende der achtziger Jahre auf einer Länge von rd. 1,3 km zwischen den Brückenbauwerken Katelnburgstraße und der Brücke zur Mühle Grimpe.

Der HQ_{100} Abfluss lag nach einem Flussgebietsmodell bei rd. $31 \text{ m}^3/\text{s}$ (Quelle [31]). Es wurde ein Hochwasserschutz in Rhüden für ein 20-jährliches Ereignis angestrebt. Das HQ_{20} ist damals zu rd. $23 \text{ m}^3/\text{s}$ ermittelt worden. Nach heutigem Stand der hydraulischen Modelltechnik ist ein geringerer Ausbauabfluss zu erwarten.



Abb. 3.15 Ansicht Nette 2012 mit eingetragem Ausbauwasserstand (L+N)

Vor dem Ausbau lag die Leistungsfähigkeit der Nette bei ca. 8 m³/s (Quelle [19]).

Die Planungen sahen vor, dass der Ausbau nicht den kompletten Querschnitt in Anspruch nimmt, sondern, wie beispielhaft in den unteren Abbildungen dargestellt, auf einer Breite von rd. 10 bis 15 m umgesetzt wird. Die Konstruktionsunterkanten der Brückenbauwerke liegen nach [19] rd. 40 bis teilweise 70 cm über den Ausbauwasserständen.

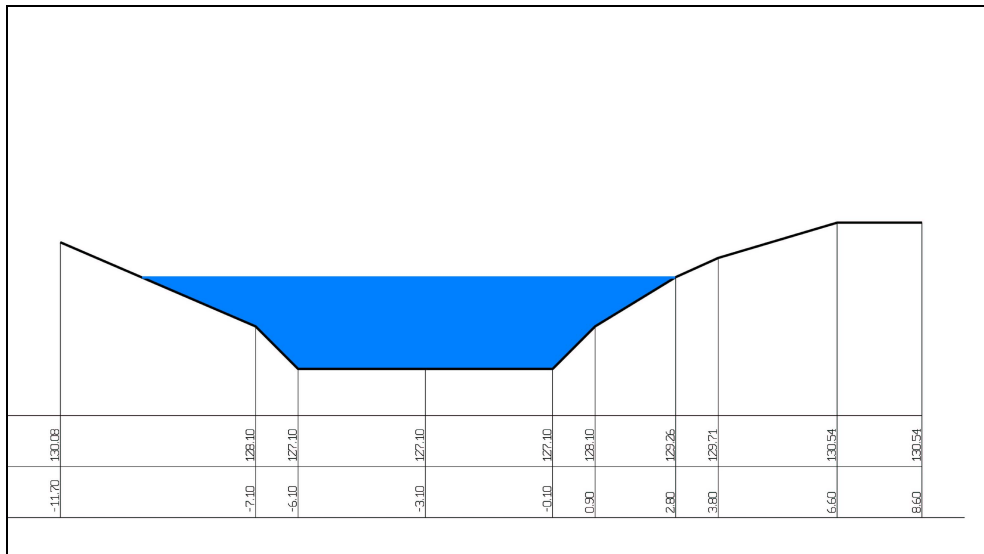


Abb. 3.16 Querschnitt Nette 1988 mit Ausbauwasserstand (Quelle[19])

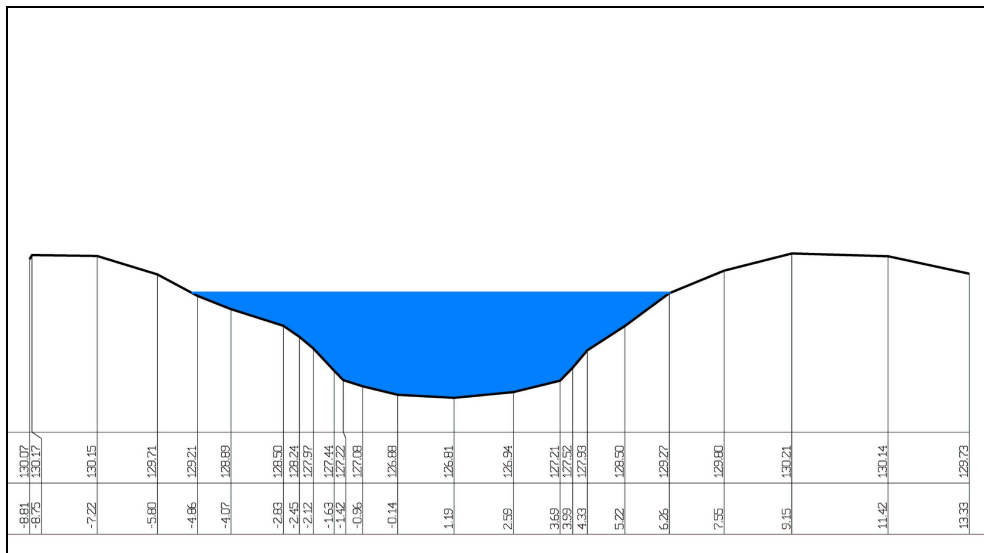


Abb. 3.17 Querschnitt Nette 2012 mit Ausbauwasserstand (L+N)

3.7.2 Hochwasserrückhaltebecken südlich von Rhüden (HRB Nette)

Der Ausbauverband Nette hat in den Jahren 2000 bis 2003 südlich von Rhüden in Höhe der zur Ortslage von Mechtshausen führenden Kreisstraße 66 im Einzugsbereich der Nette ein Hochwasserrückhaltebecken mit einem Stauvolumen von 343.428 m³ errichtet, um die Überflutungshäufigkeiten in der Ortslage von Rhüden zu minimieren (Quelle [20]).

Beim Hochwasser 2007 waren zu Beginn des Beckeneinstaus bereits rd. 60.000 m³ Stauvolumen beansprucht.

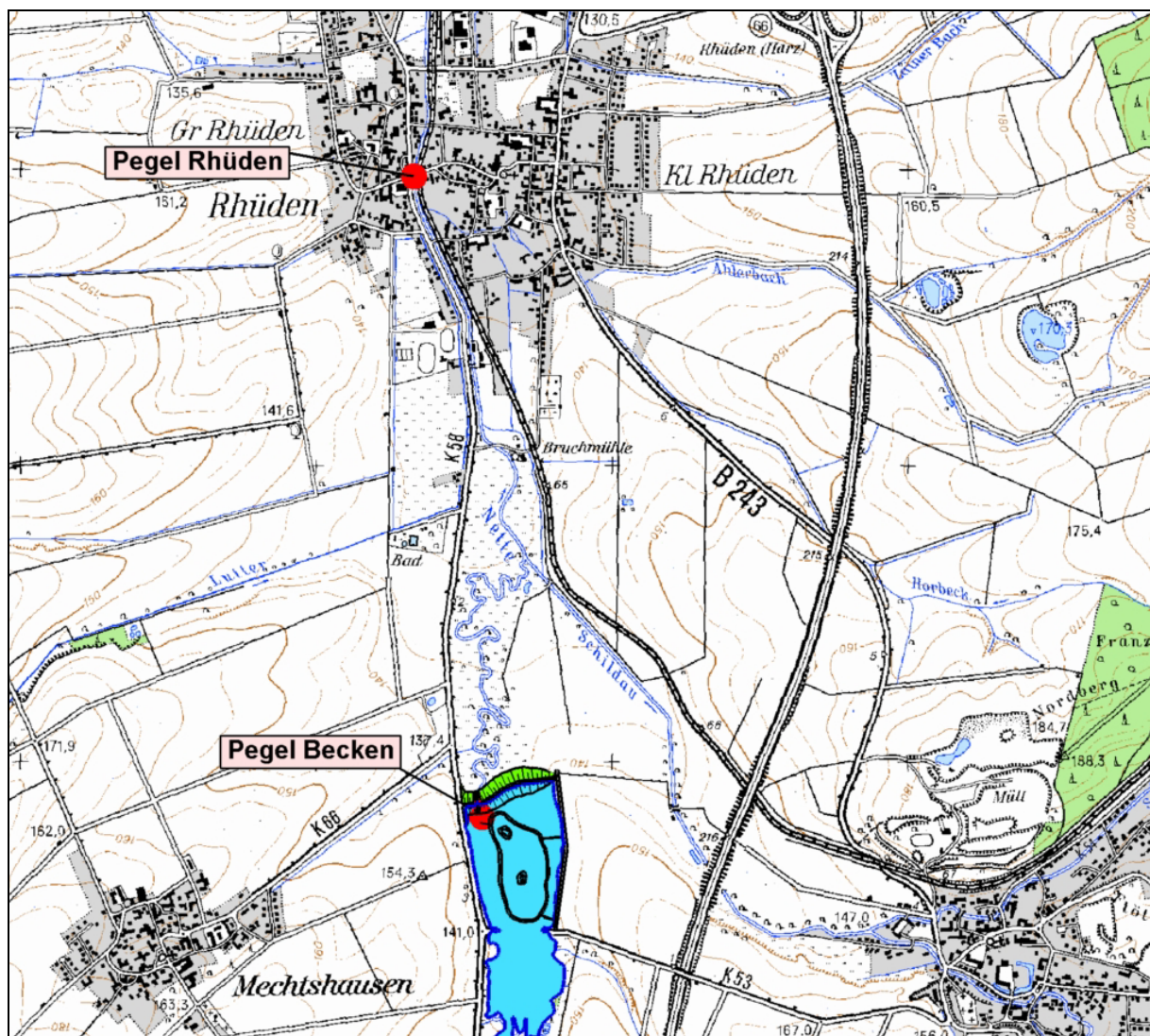


Abb. 3.18 Lageplan HRB Nette südlich von Rhüden (Quelle [20])

Die Nette schneidet im Bereich des Rückhaltebeckens ca. 2 m tief in die Aue ein. Der Staudamm mit integriertem Sperrwerk und einer max. Höhe von 5,6 m verläuft auf einer Länge von ca. 340 m von Westen nach Osten und riegelt die Talaue zur Ortslage Rhüden ab. In das Bauwerk sind 2 Betriebsauslässe sowie 2 bewegliche Verschlüsse der Hochwasserentlastungsanlage integriert.

Die Dammdaten lauten auszugsweise:

- Stauziel 139,8 mNN
- überstaute Fläche ca. 209.589 m² bei einem Stauziel von 139,8 mNN
- max. Höhe der Dammkrone: 140,79 mNN
- Böschungsneigung 1:10
- Grundfläche des Dammes ca. 26.100 m²
- Dammvolumen rd. 54.000 m³

Es wurde bei einer Begehung festgestellt, dass im Oberwasserbereich des Beckens erhebliche Gehölze an den Ufern des Mäanders vorhanden sind. Diese naturnahen Zustände sind lobenswert, können aber im Staubetrieb der technischen Hochwasserschutzanlage zu erheblichen Störungen führen, so dass über einen Rückbau oder eine zweite Geschiebesperre Überlegungen anzustellen sind.



Abb. 3.19 Mäander oberhalb HRB



Abb. 3.20 Gehölze oberhalb HRB

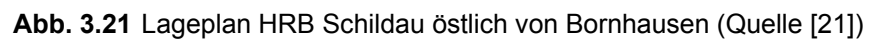
3.7.3 Hochwasserrückhaltebecken östlich von Bornhausen (in Planung)

Der Ausbauverband Nette hat sich entschlossen, ein gesteuertes Hochwasserrückhaltebecken im Einzugsgebiet der Schildau erstellen zu lassen. Damit soll die Hochwassergefahr in den Ortschaften Bornhausen und Rhüden vermindert werden. Das Stauvolumen liegt bei ca. 810.000 m³ bei einem Stauziel von rd. 170,30 mNN. Die Gesamtkosten belaufen sich auf rd. 8,0 Mio. Euro (Quelle [21]).

Für das Dammbauwerk ergeben sich weitere folgende Bauwerksdaten:

- max. Einstau bei voller Inanspruchnahme der Hochwasserentlastung 170,80 mNN
- überstaute Fläche ca. 229.053 m² bei einem Stauziel von 170,30 mNN
- überstaute Fläche ca. 250.000 m² bei max. Einstau von 170,80 mNN
- Stauvolumen ca. 988.000 m³ bei max. Einstau von 170,80 mNN
- Oberkante Dammkrone ca. 171,60 mNN
- Kronenbreite ca. 6,00 m
- mittlere Dammhöhe über Gelände ca. 8,00 m
- Dammhöhe von der Sohle der Schildau bis Oberkante Dammkrone ca. 10,70 m
- Dammlänge ca. 380 m
- Böschungsneigungen des Dammes 1 : 5
- Böschungsneigung im Bereich des Querriegels parallel zur Schildau 1 : 1,5
- Grundfläche des Dammes rd. 44.000 m²
- Dammvolumen rd. 178.000 m³

„Mit dem vorgesehenen Stauvolumen von 810.000 m³ kann der Hochwasserschutz für die Ortslage Bornhausen erheblich gesteigert werden. In Verbundsteuerung mit dem HRB Nette südlich von Rhüden wird eine wesentliche Verbesserung des Hochwasserschutzes für die Ortslage Rhüden sowie sämtlicher bis zur Einmündung der Nette in die Innerste an die Nette angrenzenden Unterlieger erreicht. Ein absoluter Hochwasserschutz kann mit den vorgenannten Maßnahmen nicht gewährleistet werden“ (Quelle [21]).



3.7.5 Hochwasserrückhaltebecken östlich der BAB A7

Ein weiterer Untersuchungsraum befindet sich östlich der Bundesautobahn A7 und westlich der Ortslage von Bornhausen in der Talaue zwischen der südlich und nördlich ansteigenden Topographie. Bei diesem möglichen Stauraum könnte das Einzugsgebiet der Schaller, ein Nebengewässer der Schildau, mit erfasst werden. Dieser Bereich scheidet aus folgenden Gründen für eine weitere Betrachtung aus (Quelle [21]):

- „Bei der zur Verfügung stehenden Einstaufläche von ca. 10,8 ha und einer Stauhöhe von 145,50 mNN kann max. ein Stauvolumen von 172.000 m³ erzielt werden, welches ebenfalls nicht die Forderungen des im Gutachten (Quelle [40]) ermittelten Volumens erfüllt.“
- „Der mittig durch den Staubereich und unter der BAB A7 in Richtung Westen weiterführende Wirtschaftsweg muss aufgehoben, mit einem hohen Kostenaufwand umgelegt und westlich der Ortslage Bornhausen zur Erreichung der Restflächen mit einem Wendehammer ausgestattet werden.“
- „Da eine Mitbenutzung des Dammes der BAB A7 aufgrund möglicher Durchfeuchtungen ausscheidet, ist vor dem Damm ein zusätzliche Berme mit Dichtschürze zu erstellen, die wiederum den Retentionsraum einschränkt.“

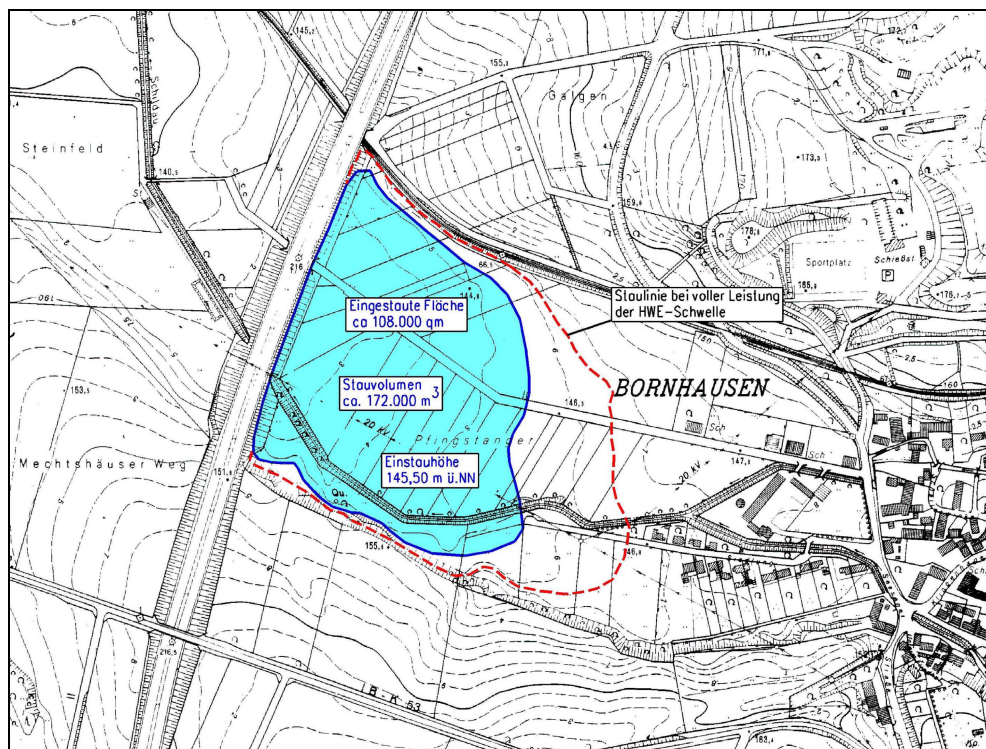


Abb. 3.23 Lageplan HRB Schildau östlich der BAB A7 (Quelle [55])

3.7.6 Eigenschutz Rhüden

Mehrere Begehungen vor Ort zeigten, dass im Gemeindegebiet eine Vielzahl von Gebäuden über eine technische Schutzmaßnahme verfügen. Oftmals sind tief liegende Eingangsbereiche mit Vorrichtungen für Abdichtungen versehen. Auch verfügt die Turnhalle über eine entsprechende Schutzeinrichtung vor eindringendem Wasser.



Abb. 3.24 Feste Schutzvorrichtungen im Eingangsbereich (Quelle L+N)



Abb. 1.5 Mobile Schutzvorrichtungen im Eingangsbereich (Quelle [55])



Abb. 1.6 Mobile Schutzvorrichtung im Einsatz (Quelle [55])



Abb. 1.7 Mobile Schutzvorrichtung (Quelle L+N)



Abb. 1.8 Schutzvorrichtung Mauer (Quelle L+N)



Abb. 1.9 Schutzvorrichtung verschließbares Tor (Quelle L+N)

3.7.7 Rückhalt Ahlerbach

An der Bundesstraße 243 wird im Hochwasserfall der Durchfluss des Ahlerbachs abgeschottet. Das Hochwasser wird über einen Entlastungskanal in den Oberlauf der Ortslage zugeführt. Vorteilhaft wäre ein Ableiten in den tieferen Unterwasserbereich.



Abb. 3.25 Rückstau Ahlerbach (Quelle L+N)

Der Einlaufbereich des Entlastungskanals ist gegen unbefugtes Eindringen von Fremdkörpern (Verstopfungsgefahr) oder Kleinkindern beispielsweise mit einem Gitterrost zu sichern.

3.8 Natürliche Rückhalteflächen

Nach dem Wasserhaushaltsgesetz sind die Überschwemmungsgebiete (Anlage 4) in ihrer Funktion als natürliche Rückhalteflächen zu erhalten.

3.9 Systematische Erfassung vorangegangener Untersuchungen

Folgende Untersuchungen wurden in der Vergangenheit durchgeführt (Quelle [30]):

Tab. 3.2 Untersuchungen Hochwasser Rhüden

Titel	Auftraggeber	Auftragnehmer / Hrsg.	Datum
Untersuchung der Abflussregelung im Nettegebiet	Wasserverband Nette	Universität Hannover	1983
Ausbau der Nette und der Rotte im Stadtteil Rhüden	Wasserverband Untere Nette	Ing. Büro Rehe, Hildesheim	1986
Hochwasserschutz Rhüden – Prüfen der natürlichen Rückhaltemöglichkeiten	Stadt Seesen	Universität Hannover	1999
Neubau eines Hochwasser-Rückhaltebeckens südlich von Rhüden - Planfeststellung	Ausbauverband Nette	Ingenieurbüro Metzinger, Seesen	2001
Karte der Ausdehnung des Hochwassers 1998			2003
Grundsatzuntersuchung zum Hochwasserschutz innerhalb der Ortslage Rhüden	Stadt Seesen	L+N Ingenieurgesellschaft	2004
Ermittlung der Überschwemmungsgrenzen der Nette im Bereich der Stadt Seesen Ortsteil Rhüden	Bezirksregierung Braunschweig	L+N Ingenieurgesellschaft	2004
Karte der Ausdehnung des Hochwassers 2002			2004
Voruntersuchung zum Neubau eines Hochwasserrückhaltebeckens östlich der Ortslage Bornhausen	Ausbauverband Nette	Ingenieurbüro Metzinger	2007
Erstellen eines Flussgebietsmodells für das Einzugsgebiet des Nette	Ausbauverband Nette	L+N und Univ. Hannover	2008
Neubau eines Hochwasserrückhaltebeckens östlich von Bornhausen im Einzugsgebiet der Schildau	Ausbauverband Nette	Ingenieurbüro Metzinger	2009
Ergänzende Maßnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes von Rhüden	Stadt Seesen	L+N Ingenieurgesellschaft	2009
Ergänzende Maßnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes von Rhüden - Eindeichung des Kindergartens	Stadt Seesen	L+N Ingenieurgesellschaft	2009
Ermittlung der Überschwemmungsgebiete an der Nette, Markau und Schildau	NLWKN	L+N Ingenieurgesellschaft	2009 / 2010
Veränderung des Einstaubeginns am Hochwasserrückhaltebecken südlich von Rhüden - Planfeststellungsverfahren	Ausbauverband Nette	Ingenieurbüro Metzinger	2011
Neubau eines Hochwasserrückhaltebeckens östlich von Bornhausen im Einzugsgebiet der Schildau	Ausbauverband Nette	Ingenieurbüro Metzinger	2011

Zusätzliche in Quelle [30] nicht aufgeführte Untersuchung: Erstellung eines NA-Modells für das Einzugsgebiet der Nette bis zum Pegel „Groß Rhüden“, AG NLWKN, L+N Ingenieurgesellschaft, 2009

3.10 Begehung

Im Rahmen der Ermittlung von Überschwemmungsflächen fand 2010 eine Kontrolle der Überschwemmungsgrenzen statt. Dabei wurde eine Fotodokumentation angelegt, die die Aufnahmen mit Standort, Blickrichtung, Dateiname und Abbildung des Fotos enthält (Abb. 3.26).

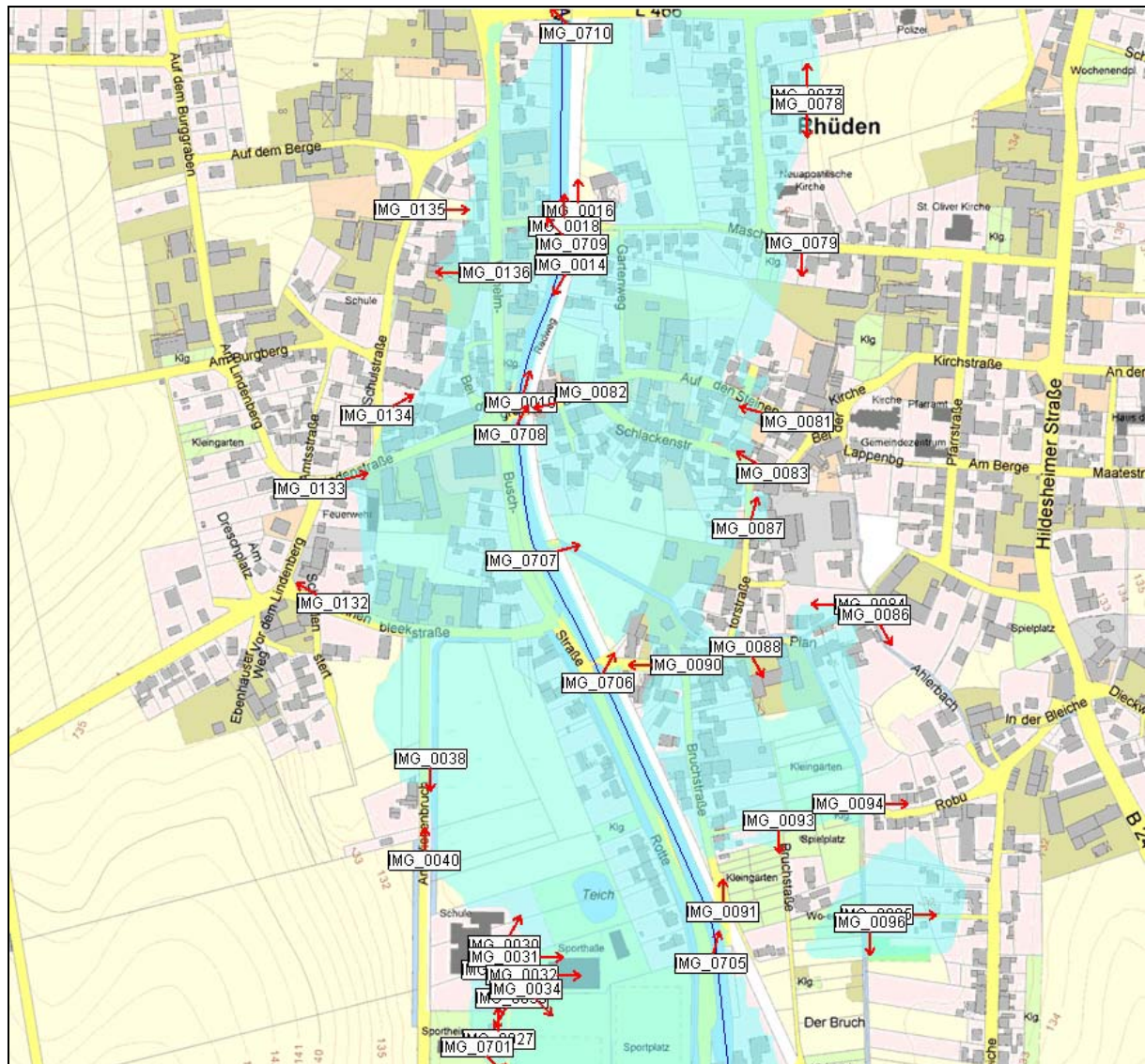


Abb. 3.26 Lageplan Grenzkontrolle

4 Auswirkungen des Klimawandels

„Eine Auswertung von neun globalen Modellrechnungen zeigt mit wenigen regionalen Ausnahmen eine Zunahme der Niederschlagsintensität im 21. Jahrhundert in den meisten Regionen der Erde, insbesondere über Nordeuropa, Nordasien und im Nordwesten Nordamerikas, aber auch an der Ostküste Asiens, im nordöstlichen Nordamerika, in Südost-Australien und in den meisten tropischen Gebieten. In diesen Regionen nehmen auch die mittleren Niederschläge zu. Nur im Südwesten der USA, im mediterranen Raum und in Südwest-Australien nehmen die mittleren Niederschläge ab, die Intensität aber (wenn auch geringfügig) zu. Untersuchungen über die Veränderung von starken Niederschlägen über den USA bei einer Verdoppelung der CO₂-Konzentration der Atmosphäre kommen ähnlich zu dem Ergebnis, dass die Niederschlagstage zwar um etwa 3 % abnehmen, die Summe des Niederschlags pro Tag aber deutlich zunimmt (Quelle: [48]). Auch in Europa muss man davon ausgehen, dass der Trend der letzten Jahrzehnte mit zunehmender Erwärmung sich verstärken wird. Insbesondere ist damit zu rechnen, dass trotz abnehmender Sommerniederschläge in weiten Teilen Europas (nach dem A2-Szenario um 20% und mehr) die sommerlichen Starkniederschläge aufgrund der höheren Wasserdampfkapazität häufiger und intensiver werden“ (Quelle: [49]).

„Und auch im Winter nimmt die Gefahr von Starkniederschlägen in den meisten Regionen deutlich zu. So kommt eine Auswertung der Ergebnisse von 19 Klimamodellen zu der Schlussfolgerung, dass bis gegen Ende des 21. Jahrhunderts sehr niederschlagsreiche Winter für große Teile von Mittel- und Nordeuropa bis zu fünf Mal häufiger vorkommen werden als heute“ (Quelle [50]). In der Tab. 4.1 wird eine Anpassung verschiedener Maßnahmen an höhere Abflüsse bzw. Wasserstände dargestellt.

Tab. 4.1 Erweiterbarkeit einzelner Maßnahmen auf erhöhte Abflüsse / Wasserstände

Maßnahme	Anpassung an eine Hochwasserverschärfung
Hochwasserrückhaltebecken	Neubau
Gewässerausbau	Ertüchtigung des Ausbaugrades durch weiteren Ausbau
Linienschutz	Freibord sichert höhere Wasserstände
Objektschutz	Kann individuell angepasst werden
Entlastungsgräben	Lassen sich durch Ausbau ertüchtigen
Verwallungen	Lassen sich durch Erhöhung ertüchtigen

5 Hydraulische Berechnungen

5.1 Festlegung des maßgebende Hochwasserereignisses für den Betrachtungsraum

Im Rahmen der Feststellung und Festsetzung von Überschwemmungsgebieten (NLWKN Betriebsstelle Süd, 2010) sind an der Nette, Markau und Schildau Gewässerquerschnitte von der L+N ingenieurgemeinschaft aufgenommen worden. Zudem wurden die hydraulisch relevanten Abmessungen vorhandener Bauwerke erfasst.

Aus diesen und zusätzlichen amtlichen Daten wie beispielsweise dem Digitalen Geländemodell (DGM) oder Informationen aus dem Automatisierten Liegenschaftskataster (ALK) wurde ein Wasserspiegellagenmodell aufgebaut und unterschiedliche Hochwasserspiegellagen berechnet. Die Hochwasserspiegellagen wurden für die folgenden Abflüsse bestimmt:

- Hochwasser mit einer häufigen Auftrittswahrscheinlichkeit HQ_{gering}
Festgelegt wurde ein 20-jährliches Hochwasser (HQ_{20}),
- Hochwasser mit einer seltenen Auftrittswahrscheinlichkeit
Festgelegt wurde ein 100-jährliches Hochwasser (HQ_{100}),
- Hochwasser mit einer extrem seltenen Auftrittswahrscheinlichkeit $HQ_{\text{extr.}}$
Festgelegt wurde das 1,3-fache eines 100-jährlichen Hochwassers.

Im Rahmen der kommunalen Hochwasserschutzkonzeption wurden weitere Lastfälle sowie die Auswirkungen verschiedener Maßnahmen für die interne Verarbeitung berechnet und ausgewertet.

5.2 Verwendung der Ergebnisse vorhandener Niederschlags-/Abfluss-Modelle

5.2.1 Kalibrierung 2D

Unter Berücksichtigung der Pegelaufzeichnungen in Groß Rhüden (Abb. 1.10) ist das 2dimensionale Modell angepasst worden.

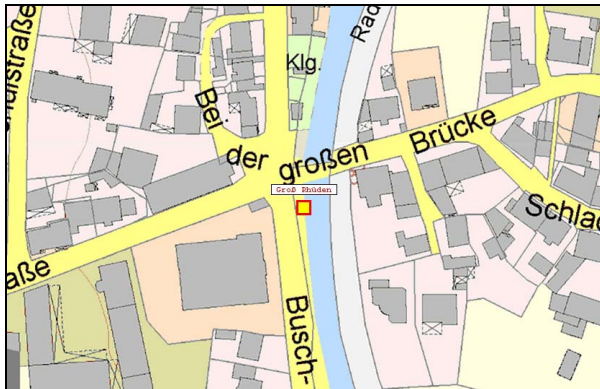


Abb. 1.10 Pegelstandort Groß Rhüden



Abb. 1.11 Pegelansicht [L+N]

Im Folgenden werden am Pegel berechnete Wasserstände (2D) den Messwerten des Gewässerkundlichen Landesdienstes (GLD) gegenüber gestellt.

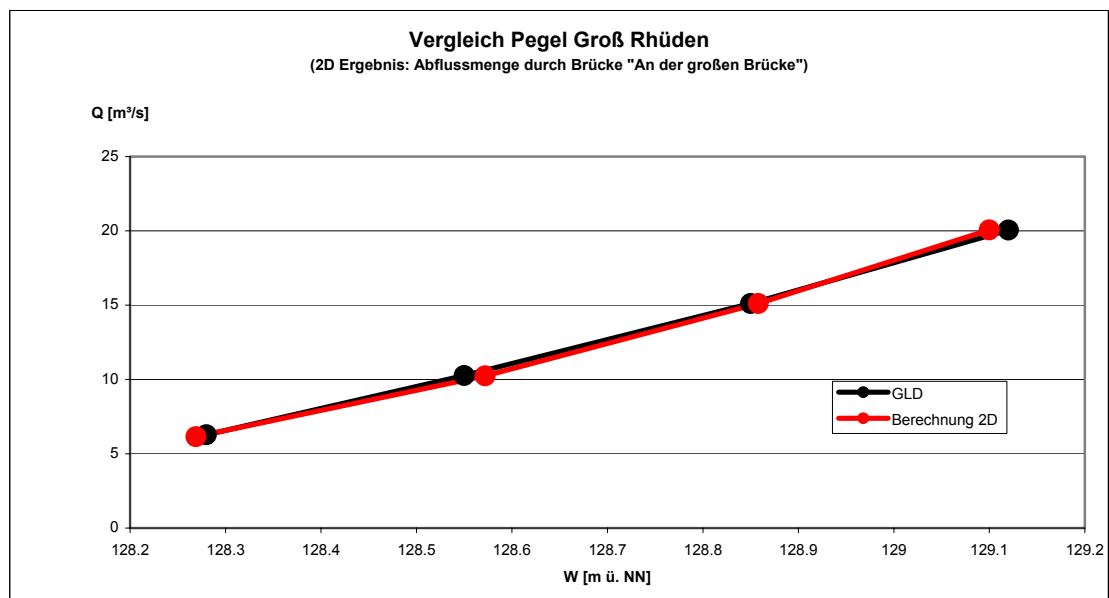


Abb. 1.12 Berechnungsergebnisse am Pegel

5.3 Abbildung des Überschwemmungsbereichs eines HQ_{100}

Die Ergebnisse aus den Berechnungen wurden als Überschwemmungsgebiet hinterlegt mit den Amtlichen Karten im Maßstab 1:5000 (AK 5) ausgewiesen. Die Lagepläne (Anlage 4) enthalten neben den Überschwemmungsgebieten zusätzlich den Gewässerverlauf (nur zur Information), die Stationierung und die Verwaltungsgrenzen.

5.4 Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse vor Ort

Im Rahmen zur Ermittlung des Überschwemmungsgebiets erfolgte eine Grenzbegehung. Anhand einer optischen Kontrolle sowie vereinzelter Höhenaufnahmen wurde der Verlauf kontrolliert und dokumentiert.

5.5 Ermittlung der Leistungsfähigkeiten der Gewässer und Bauwerke

Für die Nette, Markau und Schildau sind die schadlosen Abflüsse der Gewässer bestimmt worden (Anlage 8). Dazu wurde der bordvolle Abfluss ohne Einfluss der Brücken abschnittsweise bestimmt. Grundlage waren die vermessenen Gewässerprofile nach [3].

An Brücken oder Durchlässen wird der abflusswirksame Gewässerquerschnitt durch Pfeiler, Fundamente oder tief liegende Bauwerkskonstruktionen oftmals verringert. Besonders an diesen Engpässen besteht durch einen zusätzlichen Aufstau eine erhöhte Gefahr von Gewässer- ausuferungen.

Ausgehend von den ermittelten bordvollen Leistungsfähigkeiten der Gewässerabschnitte wurden die Bauwerkseinflüsse ermittelt.



Abb. 1.13 Beispiel eines eingeengten Gewässerquerschnitts [L+N]

5.6 Berechnung weiterer Abflusszustände

Zur Ermittlung des Schadens Erwartungswertes wurden zusätzliche Lastfälle berechnet und ausgewertet. Neben den vom NLWKN zu untersuchten Abflüssen wurden weitere Hochwasserszenarien wie HQ_{Schadlos} , HQ_5 , HQ_{10} oder HQ_{50} berechnet und ausgewertet.

6 Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten

6.1 Hochwassergefahrenkarten

Hochwassergefahrenkarten stellen für die Hochwasserschutzplanung eine wichtige Grundlage bezüglich der Hochwasservorsorge dar. Die Kenntnis der Überschwemmungsflächen und Wassertiefen ermöglichen eine effiziente Planung und Optimierung von Schutzmaßnahmen.

Einerseits bieten sie den Betroffenen eine Grundlage zur Eigenvorsorge, andererseits können Schäden durch angepasste Bauweisen und rechtzeitiges Handeln im Hochwasserfall vermindert werden. Die Gefahrenkarten enthalten das Ausmaß der Überflutungen sowie die Wassertiefen.

In Anlehnung an [3] werden zur Darstellung der Wassertiefen folgende Klassendarstellungen und Farbeinstellungen verwendet. Die Hochwassergefahrenkarten sind der Anlage 6 zu entnehmen.

Tab. 6.1 Klassenbildung und Farbgebung Gefahrenkarten

HQ ₂₀		HQ ₁₀₀		HQ _{extr.}	
Wassertiefe in m		Wassertiefe in m		Wassertiefe in m	
> 0,0 - 0,5		> 0,0 - 0,5		> 0,0 - 0,5	
> 0,5 - 1,0		> 0,5 - 1,0		> 0,5 - 1,0	
> 1,0 - 2,0		> 1,0 - 2,0		> 1,0 - 2,0	
> 2,0 - 4,0		> 2,0 - 4,0		> 2,0 - 4,0	
> 4,0		> 4,0		> 4,0	

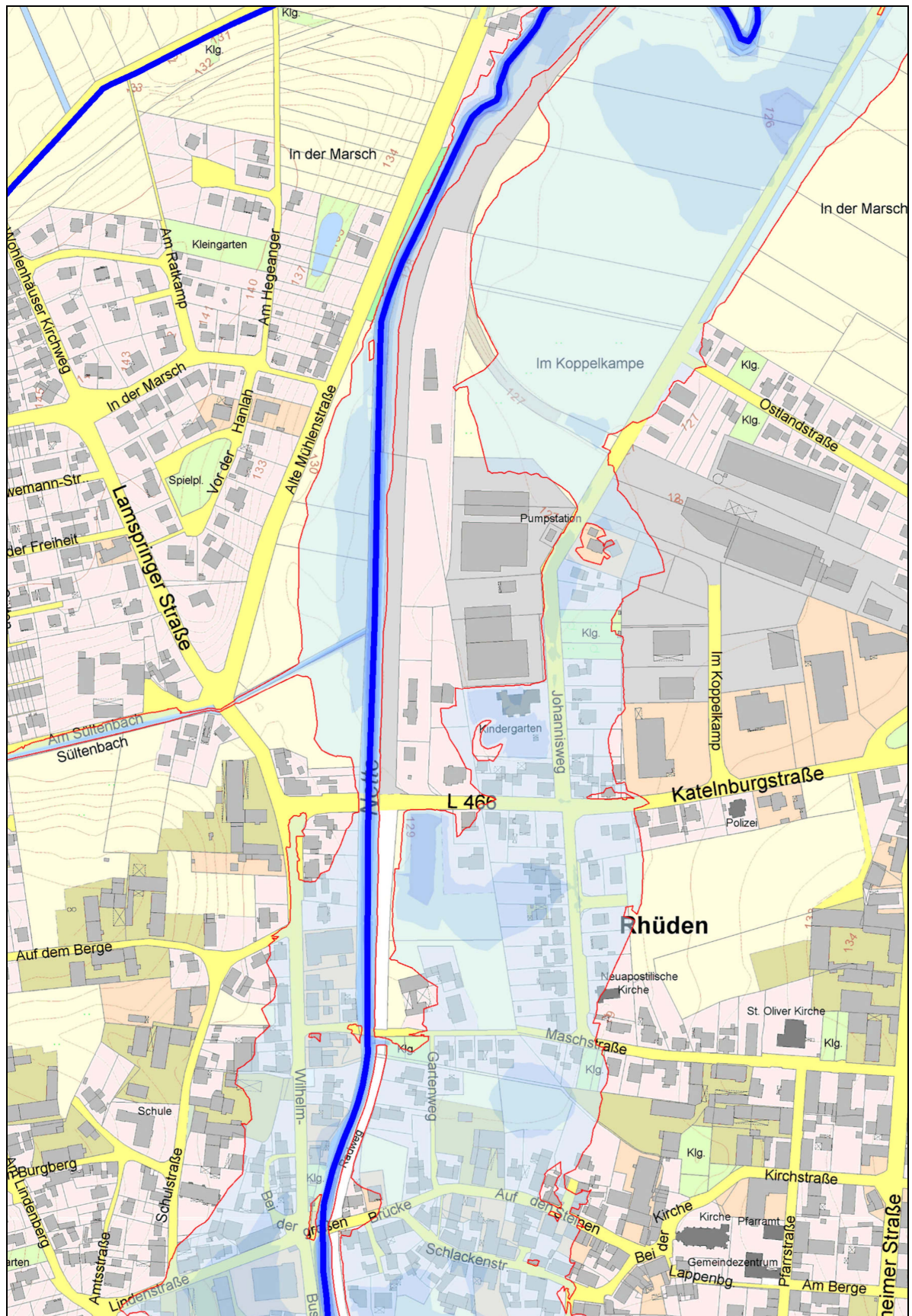


Abb. 6.1 Beispiel einer Hochwassergefahrenkarte

6.2 Hochwasserrisikokarten

Hochwasserrisikokarten veranschaulichen mögliche nachteilige Auswirkungen der oben genannten Hochwasserszenarien. Sie verdeutlichen das Risiko, das durch die Überschwemmungen für die Schutzgüter "Menschliche Gesundheit", "Umwelt", "Kulturerbe" und "Wirtschaftliche Tätigkeit" besteht.

In den Hochwasserrisikokarten werden daher die verschiedenen Überschwemmungsflächen mit Informationen über die Landnutzung verschnitten und die potenziell von einem Hochwasserereignis betroffenen Landnutzungsklassen hervorgehoben.

In Anlage 7 sind die Hochwasserrisikokarten für die Gewässer dargestellt.

In den Risikokarten sind die potenziellen hochwasserbedingten nachteiligen Auswirkungen für die Hochwasser wie folgt anzugeben:

- Anzahl der im Gemeindegebiet betroffenen Einwohner und Art der wirtschaftlichen Tätigkeiten,
- Anlagen (z.B. Heizöltanks), die im Fall der Überflutung eine Umweltverschmutzung verursachen können und
- Informationen über bedeutende Verschmutzungsquellen, wie z.B. die Angabe von Gebieten, in denen Hochwasser mit einem hohen Gehalt an mitgeführten Sedimenten auftritt oder Gebiete, in denen Totholz, Baumstämme mitführende Hochwasser auftreten können.

Zur Erstellung der Hochwasserrisikokarten sind neben den Daten zur Hochwassergefahr, die von den Hochwassergefahrenkarten übernommen werden, weitere Angaben zu verwerten bzw. aufzubereiten. Diese sind im Einzelnen:

Anzahl der potenziell betroffenen Einwohner

Die Betroffenheit der Einwohner wird als gegeben angenommen, wenn die Überschwemmungsfläche eine „Wohnfläche“ oder eine Fläche „gemischter Nutzung“ überdeckt. In dieser Ausarbeitung wird von einer Einwohneranzahl von 2 pro Gebäude mit Wohnfunktion ausgegangen. Folgende Symbolik wird verwendet (Abb. 6.2):

	< 100
	100 - 1000
	> 1000

Abb. 6.2 Angabe betroffener Einwohner

Art der wirtschaftlichen Tätigkeiten

Die Art der wirtschaftlichen Tätigkeit wird aus den ALK - Objektarten abgeleitet. Die dort vorgenommene Differenzierung der Flächennutzung ist vollständig nicht visuell erfassbar darstellbar. Daher werden die einzelnen Objektbereiche, Objektgruppen bzw. Objektarten zu Klassen zusammengefasst. Nach [3] wird die Bildung von 5 Klassen zuzüglich Gewässerflächen empfohlen:

- Wohnbaufläche und Fläche gemischter Nutzung: Flächen, auf denen die Wohnbevölkerung konzentriert ist (hohes monetäres Schadenspotenzial, große Gefahr für Leib und Leben),
- Industriefläche, Fläche besonderer funktionaler Prägung: Flächen, auf die sich die Arbeitsbevölkerung konzentriert und in denen sensible Industrie- und Gewerbeobjekte zu finden sind (hohes monetäres Schadenspotenzial),
- Verkehr: Flächen der Verkehrsinfrastruktur (große Bedeutung als Rettungs- und Evakuierungsachsen),
- Landwirtschaft, Wald: Im weitesten Sinne agrar- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen (geringes monetäres Schadenspotenzial),
- alle übrigen Objektarten: Bewertung muss gegebenenfalls im Einzelfall erfolgen (z.B. besonders hochwertige Freizeitanlagen),
- Objektarten des Themas Gewässer.

Die Klassenbildung und die entsprechenden Farbgebungen der Hochwasserrisikokarten sind Tab. 6.2 zu entnehmen.

Tab. 6.2 Klassenbildung und Farbgebung Risikokarten

	Thema	Darstellung
Art der wirtschaftlichen Tätigkeit	Wohnbau	
	Industrie	
	Verkehr	
	Land-/ Forstwirtschaft	
	Sonstige	
	Gewässer	
Schutzgebiete	FFH - Gebiete	
	Vogelschutzgebiete	
	Grundwasserkörper	

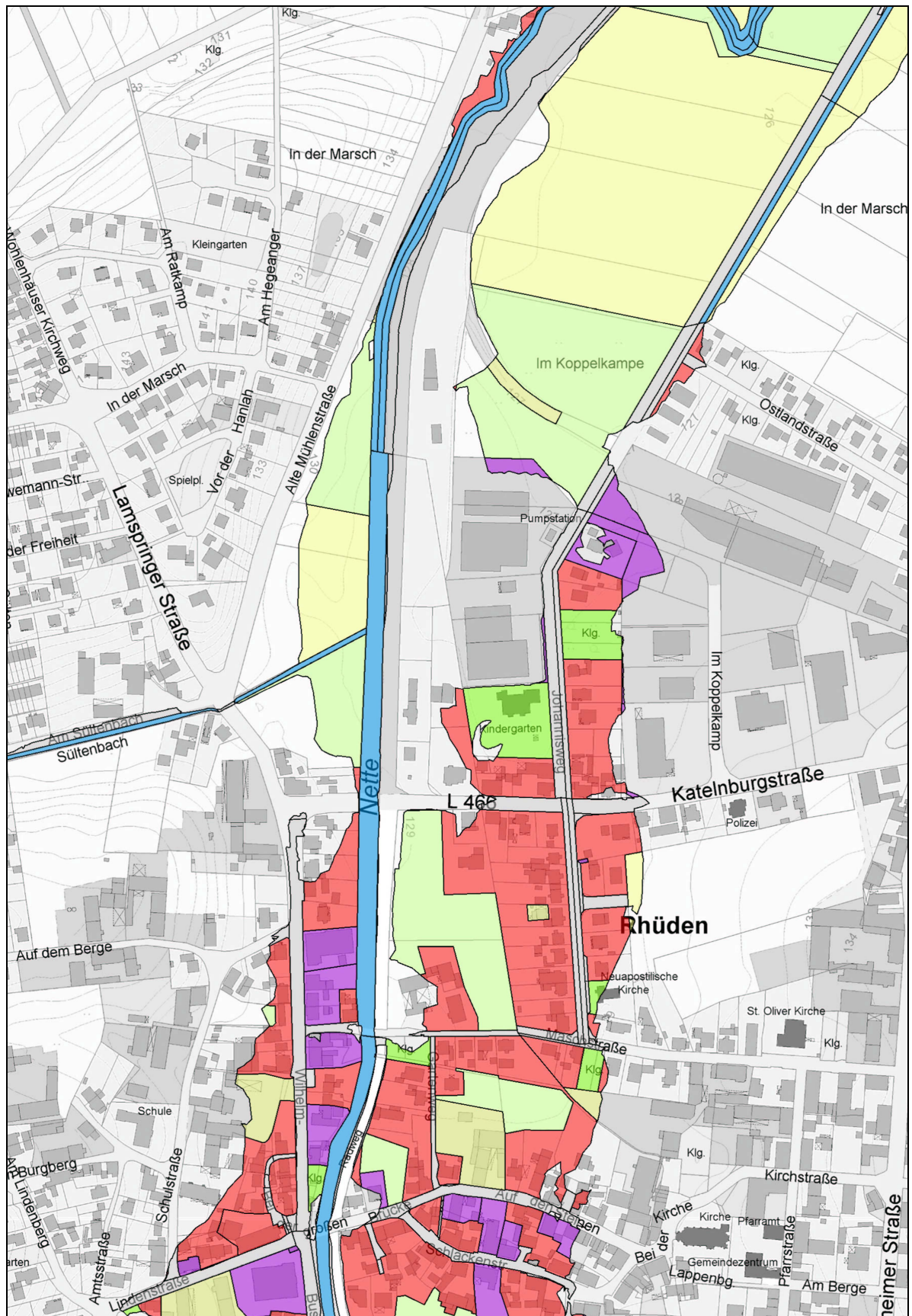


Abb. 6.3 Beispiel einer Hochwasserrisikokarte

6.3 Standorte IVU - Anlagen

In die Karten werden, wenn vorhanden, die Standorte der IVU - Anlagen (Integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) (Quelle [11]), die in den Überschwemmungsflächen liegen, übernommen.

Für die Einzugsgebiete der hier betrachteten Gewässer lagen keine Informationen bezüglich der o.g. Richtlinie vor.

6.4 Lage Wasserschutzgebiete

Für die Entnahme von Wasser für den menschlichen Gebrauch wurden Gebiete ausgewiesen, die als Schutzgebiete darzustellen sind (z.B. FFH- und Vogelschutzgebiete, Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete und Erholungs- und Badegewässer).

Potenziell von Hochwasserabflüssen betroffene Schutzgebiete sind in der Anlage 3 dargestellt.

Die Darstellung von Kulturgütern mit besonderer Bedeutung in den Hochwasserrisikokarten wird von der Hochwasserrisikomanagementrichtlinie nicht gefordert. Diese kann jedoch in Hinblick darauf erfolgen, dass in den Hochwasserrisikomanagementplänen Ziele und Maßnahmen zur Verringerung der nachteiligen Hochwasserfolgen für das Kulturerbe festzulegen sind.

Da in den Überschwemmungsgebieten der Gewässer jedoch keine Kulturgüter mit besonderer Bedeutung vorhanden sind, wird hier auf eine Darstellung verzichtet.

7 Analyse der Ergebnisse

7.1 Pegel Groß Rhüden

Der NLWKN unterhält einen Gewässerkundlichen Landesdienst (GLD), der am Pegel Groß Rhüden quantitative und qualitative Daten des Oberflächengewässers ermittelt, auswertet und veröffentlicht. Der Pegel liefert seit dem 1.11.1961 Tageswerte des Wasserstandes und des Abflusses. Der GLD führt zusätzlich in regelmäßigen Abständen Geschwindigkeits- und Wasserstandsmessungen durch, um den Abfluss zu bestimmen.

Nachdem für den Pegel Geschwindigkeitsmessungen für die verschiedenen Wasserstände von Niedrigwasser bis Hochwasser durchgeführt wurden, ist es möglich, eine Ausgleichskurve, die mittlere Beziehung zwischen Wasserstand und Durchfluss, zu entwerfen (Abb. 7.1). Mit dieser Kurve oder der entsprechenden Zahlentafel (Durchflusstafel) lässt sich für jeden Wasserstandswert der zugehörige Durchflusswert ermitteln. Bei Veränderung des Messquerschnitts muss die Beziehung neu ermittelt werden.

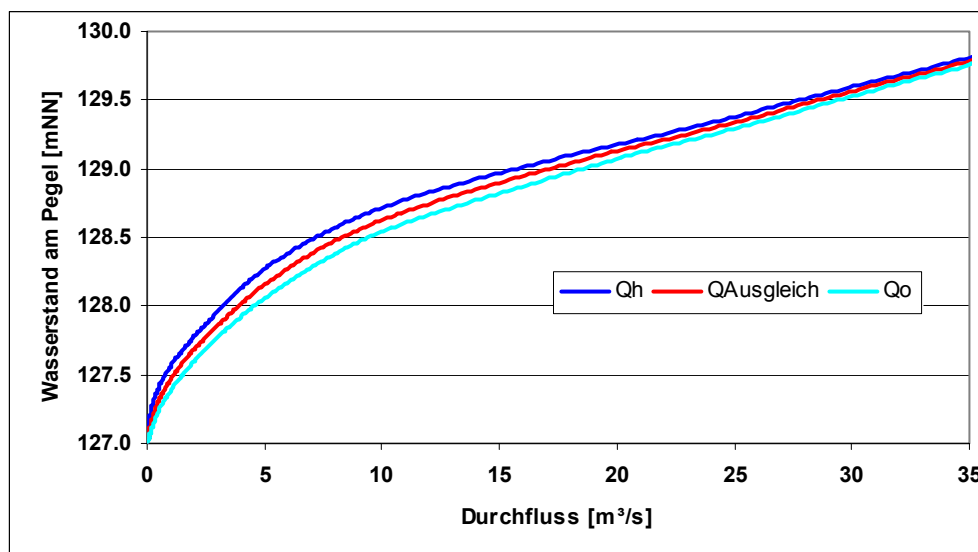


Abb. 7.1 W-Q-Beziehung am Pegel Groß Rhüden nach GLD (gültig ab 1.1.2010)

„In den Gewässern ist der Abfluss jahreszeitlich sich ändernden Einflüssen durch Verkrautung (Wasserpflanzen) ausgesetzt.

In Niedersachsen wird dieses durch das eta-Verfahren berücksichtigt. Für den Pegel wird aus den Ergebnissen vieler Durchflussmessungen zu unterschiedlichen Jahreszeiten und Krautwuchszuständen zwei Hüllkurven konstruiert.

Die Umhüllende der Durchflussmaxima (Qo-Kurve) steht für ungehemmte Durchflüsse, wie sie insbesondere in den Wintermonaten ohne Krautwuchs auftreten. Die Umhüllende der Minima (Qh-Kurve) bezeichnet die Durchflüsse bei stärkster Verkräutung. Der aktuelle Beiwert wird etwa monatlich durch Abflussmessungen ermittelt" (Quelle [51]).

In den unteren Abbildungen der Nette (Quelle [L+N]) wird verdeutlicht, wie unterschiedlich, je nach Jahreszeit bzw. Unterhaltungszustand, die Bewuchssituation sein kann und entsprechend die Leistungsfähigkeit beeinflusst.



Abb. 7.2 Zustand mit Bewuchs



Abb. 7.3 Zustand ohne Bewuchs



Abb. 7.4 Zustand mit Bewuchs



Abb. 7.5 Zustand ohne Bewuchs

Mit einem Pegelnullpunkt (PNP) von 126,21 mNN beginnt bei einem Wasserstand von 2,0 m die erste Hochwassermeldestufe 1 (Beginn des HW Meldedienstes). Ab 2,5 m wird die Meldestufe 2 ausgelöst, die vor Ausuferungen warnt. Größere Ausuferungen sind ab der Meldestufe 3 ($h = 2,8$ m) zu erwarten.

In der Tab. 7.1 sind die der Meldestufe zugehörigen Abflüsse des GLD wiedergegeben.

Tab. 7.1 Zustände und Abflüsse am Pegel Rhüden

Zustand	Wasserstand _{Pegel}	nach Tafel W-Q (2010, GLD)
M 1 (Beginn des HW Meldedienstes)	128,21 mNN ($W = 2,0$ m)	rd. 4,5 - 6,3 m ³ /s
M 2 (Gefahr von Ausuferungen)	128,71 mNN ($W = 2,5$ m)	rd. 9,9 - 12,8 m ³ /s
M 3 (Gefahr größerer Ausuferungen)	129,01 mNN ($W = 2,8$ m)	rd. 16,0 - 18,7 m ³ /s

In den Antragsunterlagen zum neuen Einstaupunkt bei 2,80 m am Pegel Groß Rhüden wird in den Längsschnitten der Pegelnullpunkt mit 126,16 mNN angegeben (Quelle [22]). Zudem wird ein Abfluss von rd. 21,20 m³/s hydraulisch berechnet.

Bei dem neuen Einstaupunkt von 129,01 mNN, was einem PNP_{GLD} von 126,21 mNN zzgl. 2,80 m entspricht, fließen dagegen nach GLD rd. 3 bis 5 m³/s weniger Wasser durch die Nette.

Der Ausbauzustand in der Nette sah einen schadlosen Abfluss von rd. 23 m³/s vor. Nach GLD liegt der Ausbauabfluss am Pegel zwischen 18,1 m³/s und 20,6 m³/s.

Nach [41] ergibt sich am Pegel Groß Rhüden mit dem HRB in der Nette und dem geplanten HRB in der Schildau (Bornhausen) ein Gesamtdurchfluss von rd. 22,1 m³/s.

Entwicklung der Hochwasserwahrscheinlichkeiten

Die folgende Abbildung gibt die Hochwasserwahrscheinlichkeiten am Pegel Rhüden aus den unterschiedlichen Untersuchungsjahren wieder. Je nach Datengrundlage lag beispielsweise ein HQ_{100} Abfluss zwischen rd. 31 und 49 m^3/s .

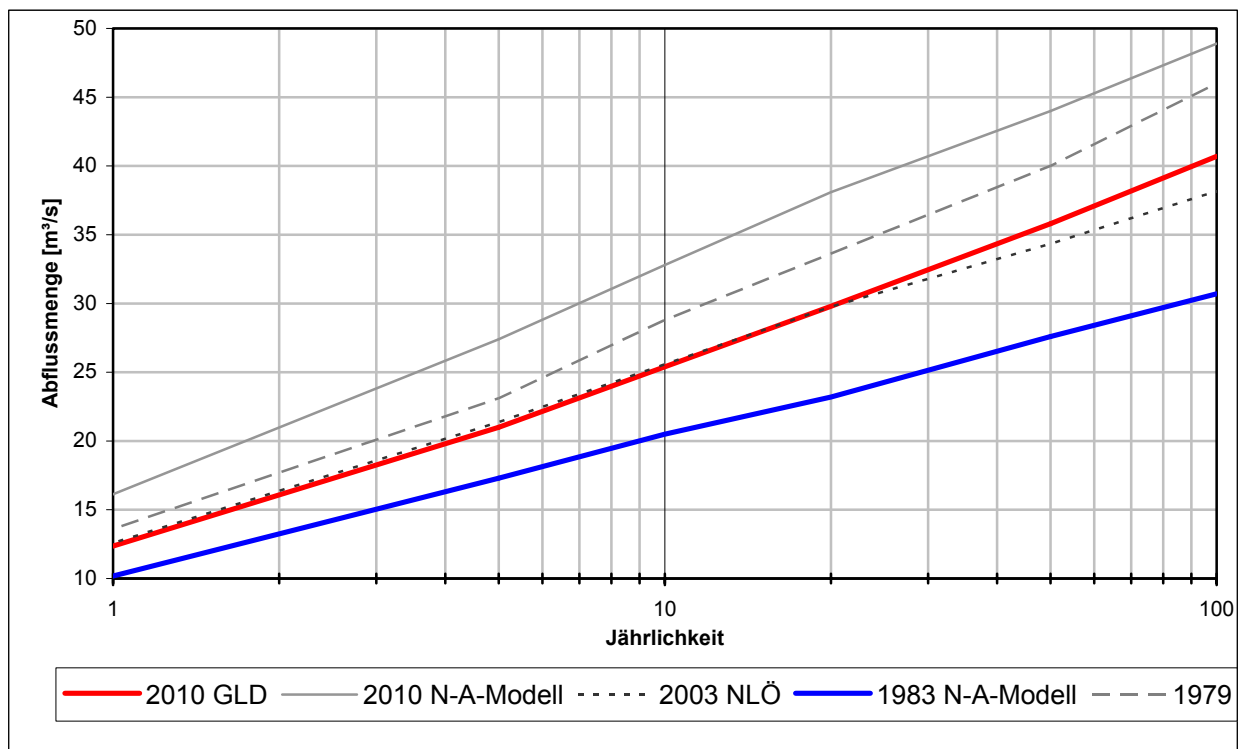


Abb. 7.6 Hochwasserwahrscheinlichkeiten am Pegel Groß Rhüden

Die Abflusswerte des GLD berücksichtigen keinen Abschlag über den Ahlerbach bei höheren Abflüssen. Im N-A-Modell aus dem Jahr 2010 ist dagegen ein Abschlag des Ahlerbaches mit enthalten.

Grundlage der weiteren Untersuchung sind die Angaben des GLD. Danach entspricht der Ausbauabfluss am Pegel einem 3- bis 5-jährlichen Hochwasserereignis.

7.2 Weitere Untersuchungen

7.2.1 Beckensteuerung

Vorhandenes HRB in der Nette

In den vorliegenden Untersuchungen (1983, 1998) erfolgt die modellhafte Steuerung in Abhängigkeit des Zuflusses in das HRB Nette (Regelabfluss, variable Abgabe in Abhängigkeit des Beckeninhalts).

Es wird 1999 nach [33] empfohlen, „den Rückhalteraum II (Nette, südlich von Rhüden) mit einem Stauziel von 140 mNN als Trockenbecken zu verwirklichen. Am Pegel Rhüden wird für das Ereignis am 28.10.1998 eine Abflussreduzierung von 35 m³/s auf 28 m³/s bewirkt.

Der Abflusszustand >20 m³/s hält 12 Stunden länger für die erste und 6 Stunden länger für die zweite Abflusswelle an.

Voraussetzung für die Funktion der Anlage ist , dass bei einer Einstauhöhe von 137 mNN im Stauraum 8 m³/s über das Drosselbauwerk geleitet und an das Unterwasser abgegeben werden. Diese Abgabe erhöht sich bis zum maximalen Stauziel von 140 mNN auf 15 m³/s. Die zu konzipierenden Aus- und Überlaufbauwerke müssen so bemessen werden, dass diese Ablaufwerte eingehalten werden können.“

Der Einstau des HRB Nette erfolgt nach einer Planänderung 2010 bei einem Wasserstand von 2,80 m (129,01 mNN) am Pegel Rhüden. Mit dieser Steuerung wird prinzipiell die Nette und die Schildau eingestaut. Das beanspruchte Speichervolumen im Becken hängt dabei im Wesentlichen auch vom Abflussgeschehen der (vorab fließenden) Schildau und Schaller ab, ohne dass die Schildau mit dem HRB beeinflusst werden kann.

Um das Abflussgeschehen der Schildau in einer Steuerung zu berücksichtigen, sollten unterhalb des HRB Nette sowie in der Schildau (z.B. im Bereich der BAB A7) Pegel installiert werden. Diese Pegel sind zwar in den Planunterlagen zum Bau des HRB Nette enthalten, aber scheinbar nicht umgesetzt.

Zusätzlich zu den Pegeln sollten messtechnisch Abflüsse zu verschiedenen Wasserständen in der Nette und der Schildau bestimmt werden. Auf Basis dieser Ermittlungen sind Wasserstands-Abflussbeziehungen zu ermitteln.

Mit Hilfe dieser Beziehungen und dem Speicherinhalt bzw. -wasserstand kann innerhalb eines Warnsystems die Bevölkerung in Rhüden auf ein evtl. Überlaufen des Beckens hingewiesen

werden. So betrug beispielsweise die Einstaudauer des HRB bis zum Anspringen der Notüberläufe im Jahr 2007 rd. 9 Stunden.

Neues HRB in der Schildau (Bornhausen)

Infolge der großen Entfernung zum Pegel Groß Rhüden sollte sich die Steuerung eines zukünftigen HRB Bornhausen an Wasserständen in der unterhalb gelegenen Ortschaft Bornhausen orientieren. Dabei bieten sich die vorhandenen Tiefpunkte an der Schildau an.

Neben den o.g. Standorten für Pegel sollten zusätzlich Pegel in der Schaller sowie unterhalb des HRB Bornhausen installiert werden. Mit messtechnisch ermittelten Abflüssen sind auch für diese Pegel Wasserstands-Abflussbeziehungen aufzustellen.

Beim dem in den vorliegenden Planunterlagen zum HRB Schildau aufgeführten betrachteten Zustand ist für einen Hochwasserschutz von Bornhausen ein Stauvolumen von rd. 400.000 m³ bei einem Regelabfluss von 9 m³/s erforderlich. Sofern ein Einstau mit Abgaben < 9 m³/s für den Hochwasserschutz in Rhüden angestrebt wird, sollte dieses nur bis zu einem Stauvolumen von rd. 400.000 m³ erfolgen.

7.2.2 Vorwarnzeit

Die folgende Abb. 7.7 zeigt die Hochwasserwelle im Juni 1981 in Bilderlahe, Bornhausen und Rhüden. Weitere Aufzeichnungen von Hochwasserabflussganglinien in Bornhausen und Bilderlahe sind nicht bekannt. Zu beachten ist, dass 1981 in Bornhausen trotz eines kleineren Einzugsgebietes ein höherer Spitzenabfluss als in Bilderlahe registriert wurde.

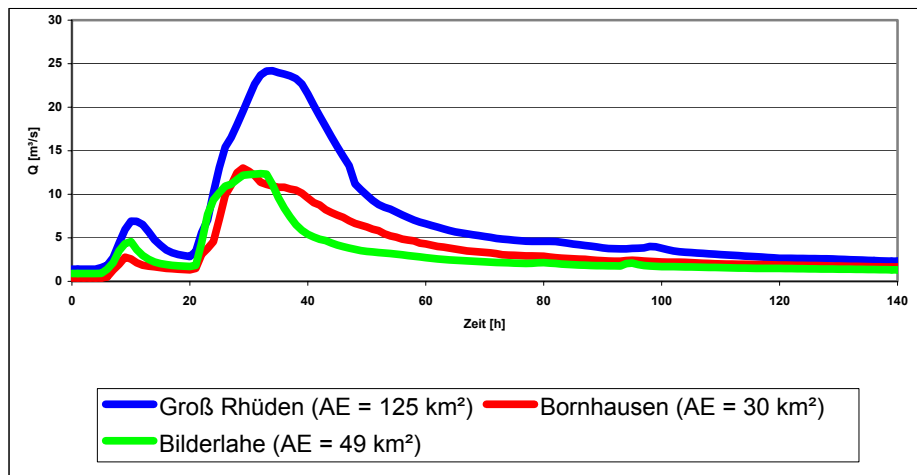


Abb. 7.7 Hochwasserwelle Juni 1981

Die Vorwarnzeit, bezogen auf den Pegel Groß Rhüden, lag 1981 zwischen den Meldestufen 1 und 2 bei ca. 3 Stunden, zwischen den Meldestufen 2 und 3 bei rd. 4 Stunden, so dass ab der Meldestufe 1 eine Gesamtvorwarnzeit von etwa 7 Stunden bestand.

Für das Hochwasser 1998 lag die Vorwarnzeit in Rhüden zwischen der Meldestufe 1 bis 3 bei etwa 11 Stunden (Abb. 7.8).

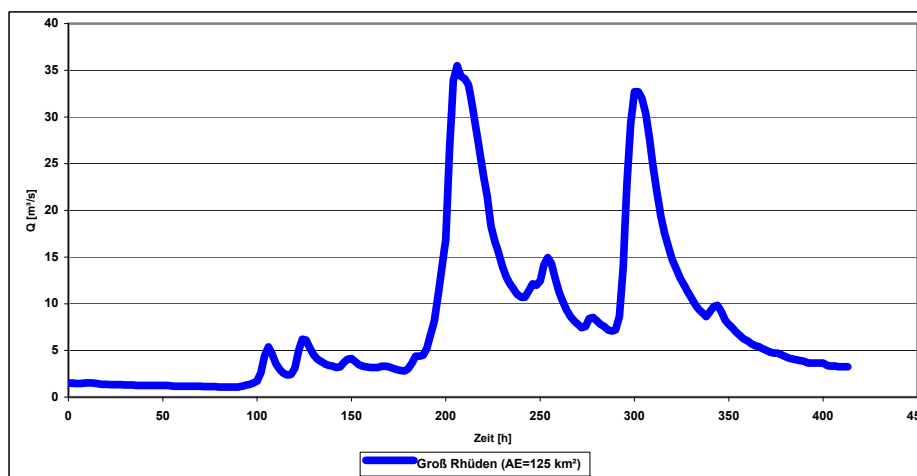


Abb. 7.8 Hochwasserwelle Oktober 1998 am Pegel Rhüden

7.2.3 Überlagerungsszenarien HW-Wellen

Aus den vorliegenden Modellrechnungen (1983, 1998, 2008) ergibt sich, dass die Hochwasserwelle der Schaller der Welle aus der Schildau bis zu 2 h sowie die Welle aus der Schildau der Welle aus der Nette (bis zu ca. 5 h) vorweglaufen kann. Eine Steuerung des HRB Nette sowie eine evtl. Steuerung eines Beckens Bornhausen nur mit Bezug auf den Pegel Rhüden beinhaltet prinzipiell die Wassermengen der Schildau bzw. der Schaller und des Zwischeneinzugsgebietes.

Nach Installation der vorgeschlagenen Messpegel (unterhalb HRB Nette, Schildau A7, Schaller, Schildau unterhalb HRB Bornhausen) und einer Auswertung über mehrere Jahre (z.B. 10 Jahre) sowie den Angaben am Pegel Rhüden sollte evtl. eine Anpassung der Beckensteuerung erfolgen, die die gewonnenen Informationen berücksichtigt.

Beim Ablassen der gefüllten Hochwasserrückhaltebecken ist dafür Sorge zu tragen, dass eine Entleerung möglichst schnell erfolgt. Dabei sind maximale Abgaben von 8 m³/s (Nette) bzw. 10 m³/s (Schildau) in Bezug auf die Leistungsfähigkeit der Nette in Rhüden anzustreben. In der Entleerungszeit (Nette bis ca. 12 h, Schildau bis ca. 22 h) ist die Schutzwirkung durch die Becken eingeschränkt.

7.2.4 Identifikation und Nutzung weiterer Retentionsräume

Es ist im Weiteren zu untersuchen, ob weitere Retentionsräume in den Nebengewässern Schaller, Rotte und Lutter bestehen oder beispielsweise sich durch gezielte Einengungen an Bauwerken vergrößern lassen. Auch in den Bereichen möglicher weiterer Standorte für Rückhaltebecken sind ggf. nachträgliche Untersuchungen bezüglich der Retention durchzuführen.

Zudem lassen sich bereits angesprungene Vorlandbereiche wie beispielsweise an der Nette oberhalb der Schlackenmühle an der Bundesstraße B 248, die bei höheren Abflüssen bereits überströmt wird, durch Verwallungen höher einstauen und somit Retentionsvolumen gewinnen. Ein positiver Effekt wäre ein Verhindern der Überströmung der Straße.

7.3 Untersuchung Auswirkung kleiner Seitenzuflüsse, Wirkung der Kanalisation in HW-Situationen und Hangwasser

7.3.1 Hangwasser

Starke Niederschläge verursachen gerade im steilen Gelände einen erhöhten Oberflächenabfluss, wie es beispielsweise 2002 in Bilderlahe aufgetreten ist. Nicht das Gewässer Nette, sondern der hohe Niederschlag aus Randgebieten verursachte die Schäden an Gebäuden und Grundstücken. Die Wassermassen strömten hang abwärts, unkontrolliert auf den Straßen und Grundstücken entlang.

Neben Schutzmaßnahmen an einzelnen Gebäuden wie beispielsweise das Anbringen wasserdichter Fenster und Türen, aber auch das Absperren von Kanälen und Leitungen zum Grundstück (Schieber, Rückstauklappen u. a.) kann zu einer erhöhten Sicherheit führen. Zusätzlich lässt sich durch die Errichtung von Mauern oder Verwallungen das gezielte Abfließen auf den Straßen und Wegen erhöhen.

7.3.2 Seitenzuflüsse - am Beispiel der Seckau in Engelade

„Plötzlich auftretender Starkregen, der gut zweieinhalb Stunden anhielt, sorgte am 07.06.2008 für eine Reihe von Überflutungen und voll gelaufenen Kellern im Ortsteil Engelade. Die Seckau trat an mehreren Stellen über die Ufer, überspülte Straßen und ließ eine Vielzahl von Kellern voll laufen. Besonders stark waren hier die Berliner Straße und der Kirchensiek betroffen. Aber auch in der Bilderlaher Straße und der Ildehäuser Straße liefen ein landwirtschaftliches Anwesen sowie Lagerhalle voll mit Wasser“ [Quelle: Internet; Feuerwehr Seesen].

In der Abb. 7.9 ist die Überschwemmungsfläche der Seckau allein durch den Rückstau eines Hochwassers der Nette dargestellt. Der Wasserstand im Einmündungsbereich der Nette wurde vereinfachend, da keine Gewässerquerschnitte vorliegen, auf den Verlauf der Seckau extrapoliert und mit dem Amtlichen Geländemodell verschnitten und zeigt vereinzelte Ausuferungen. Dabei kommt es folglich zu Überlastungen der Entwässerungssysteme und Überströmungen tiefer liegender Bereiche.



Abb. 7.9 Überschwemmungsfläche in Engelade durch Rückstau eines Nettehochwassers

7.3.3 Wirkung der Kanalisation in Hochwassersituationen

Da eine Regenwasserkanalisation aufgrund der Wirtschaftlichkeit (Baukosten, Wartung, Sanierung etc.) nicht für seltene Regenereignisse dimensioniert ist, verursachen hohe Niederschläge häufig ein Überstauen und Überströmen der Kanäle. Wird das Regenwasser zudem in die Vorflut abgeleitet, ist das Abfließen des Regenwassers in den Haltungen von den Wasserständen in der Vorflut abhängig.

In Rhüden erfolgt die Entwässerung des Regenwassers größtenteils in die örtlichen Gewässer wie Nette, Rotte oder Lutter. Die Einleitungsstellen liegen dabei nicht selten im Niedrigwasserbereich der Gewässer.



Abb. 7.10 Regenwassereinleiter

Beispielsweise liegt die Gewässersohle der Nette unterhalb des Bauwerkes „Bei der großen Brücke“ bei rd. 126,8 mNN. Beidseitig werden in diesem Bereich zwei Entwässerungen eingeleitet. Die linksseitigen Einlaufrohre (Abb. 7.10) liegen im Scheitel ca. 1 m über der Gewässersohle, d.h. ab einem Netteabfluss von über 2 m³/s kann das Regenwasser nicht mehr abfließen und staut in den Haltungen zurück.

Der Einstaubeginn des HRB Nette am Pegel bei 129,01 mNN führt zwangsläufig zu einem Rückstau in den Regenwasserkanälen und somit zu Vernässungen und Abflüssen auf den Straßen.

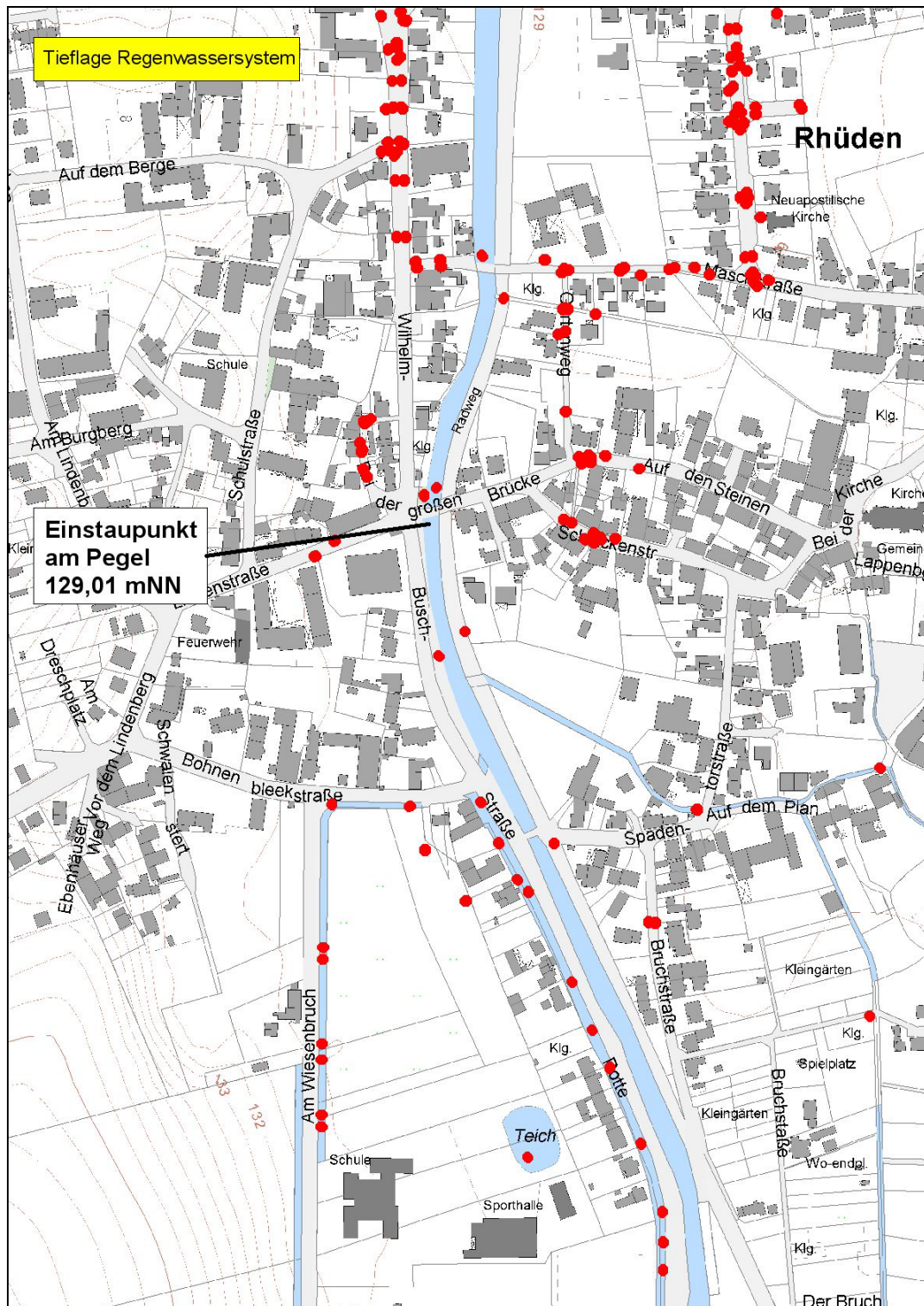


Abb. 7.11 Höhen von Straßenabläufen, Schachtdeckeln und Einleitern unter kleiner als 129,01 mNN

8 Maßnahmenbeschreibung

Ausgehend von den Erkenntnissen der vorhergehenden Kapitel werden Maßnahmen zur Minderung der Hochwassergefährdung untersucht. Dabei sind zwei Maßnahmenwirkungsweisen zu unterscheiden. Zum einen können Maßnahmen eingesetzt werden, die darauf abzielen, das abfließende Wasservolumen zu reduzieren und/ oder dessen zeitliche Verteilung zu verändern. Zum anderen stehen Maßnahmen zur Verfügung, die die Reduzierung der Wasserstände zum Ziel haben.

Nach [2] werden drei Maßnahmengruppen herangezogen, die sich in ihrer Lage im Einzugsgebiet und der Art ihrer Wirkung unterscheiden:

- Vorsorgemaßnahmen (Administrative Maßnahmen),
- Natürlicher Rückhalt (Flächenmanagement),
- Technischer Hochwasserschutz.

Bei den Vorsorgemaßnahmen handelt es sich um generelle Maßnahmen des vorbeugenden Hochwasserschutzes, wie z.B. die Information der Bevölkerung bei Hochwassergefahren, hochwasserangepasstes Bauen, Hinweise zur Gewässerunterhaltung usw. Dazu zählt auch das Ausarbeiten eines Einsatzplans für Einsatzkräfte. Diese Maßnahmen können unabhängig von der Lage im Einzugsgebiet zur Anwendung kommen.

Die Maßnahmen des natürlichen Rückhalts und des technischen Hochwasserschutzes haben zum Ziel, durch Rückhalt bzw. Zwischenspeicherung im Einzugsgebiet eine Reduzierung der Abflussspitzen zu erreichen oder Gefährdungsbereiche direkt durch bauliche Maßnahmen vor dem Ausufern des Gewässers zu schützen (Objektschutz).

8.1 Administrative Maßnahmen (vorbeugender Hochwasserschutz)

Um der Bevölkerung ausreichend Zeit zum Eigenschutz zu geben, kann es sinnvoll sein, ab bestimmten Wasserständen durch akustische Signale (Sirenen) Warnungen auszugeben. So kann ab zu bestimmenden Wasserständen den Einwohnern Zeit verschafft werden, einzelne Maßnahmen zu tätigen, um das Ausmaß an Schäden in Überschwemmungsbereichen zu verringern.

Schutzmaßnahmen, die sowohl direkt im Hochwasserfall als auch sukzessive umgesetzt werden können, sind in Tab. 8.1 zusammengefasst. Zur Schadensminderung sind dabei folgende mögliche Eindringpfade des Wassers in die Gebäude zu beachten: Türen, Fenster, Lichtschächte, Wände, Boden, Kabeldurchführung, Kanalisation und Lüftungsöffnungen.

In der folgenden Tabelle werden allgemeine Maßnahmenhinweise zum Schutz von Gebäuden aufgezählt.

Tab. 8.1 Hinweise zu Schutzmaßnahmen in Überschwemmungsgebieten

Keller	Lagerung wertvoller Güter vermeiden/ bei genügend Zeit retten Öllagerung vermeiden bzw. Öltanks gg. Auftreiben oder Umstürzen sichern Funktionsfähige Pumpen vorhalten Türen, Fenster und tiefer liegende Öffnungen abdichten Passgenaue Abdichtungen verwenden Außenmauern bzw. -fassaden mit wasserdruckabweisenden Materialien versehen Standsicherheit gewährleisten; ggf. dem Wasserdruck durch kontrolliertes Fluten (Frischwasser) nachgeben Abschaltbare Strom- und Heizungskreisläufe vorsehen; Steckdosen sowie Lichtschalter höher anbringen
Erdgeschoss	Teilweise wie Keller Verbringung von Inventar in höhere Etagen
Garagen/ Stellplätze	Rechtzeitig räumen und auf geschützten Parkplätzen abstellen (keine Versperrung von Zufahrten, bes. für Einsatzfahrzeuge)

Zusätzliche Maßgaben für Krankenhäuser bzw. Strategische Gebäude	Keine Gefahrgüter im Keller Sicherung von Anlagen mit wassergefährdenden Stoffen mit zusätzlichen Absperrungen; Verstärkung der Anlagenteile (konstruktiv) gegen Strömungskräfte und Treibgut Elektroinstallation nach Möglichkeit ins Dachgeschoss Elektronische Geräte sowie Heizung nach Möglichkeit ins Dachgeschoss
Zusätzliche Maßgaben für Geschäftshäuser	Dauerhafte Verlagerung von hochwassergefährdeten Lagern oberhalb oder außerhalb des Gefahrenbereiches

Da das Bewusstsein der Hochwassergefahr bei den Bürgern mit anhaltender, hochwasserfreier Dauer i.d.R. immer weiter abnimmt, sollten die Bürger in stetigen Abständen auf die Gefahren hingewiesen und mögliche Vorsorge- und Schutzmaßnahmen aufgezeigt werden. Dazu ist ein Merkblatt hilfreich, in dem folgende (auch zu ergänzende) Inhalte Hilfestellung leisten:

- Informationsmöglichkeit der derzeitigen Hochwassergefahr und -situation durch Presse, Rundfunk, Videotext oder regionale Ansprechpersonen,
- Erreichbarkeit der zentralen Entstördienste (Strom-, Wasser- und Gasversorgung),
- Rechtzeitige, persönliche Grundausstattung zum Selbstschutz (Pumpen, Sandsäcke, Gummistiefel, Wathose, Hausapotheke, Beleuchtung, stromunabhängige Kochgelegenheit bzw. Heizung und ähnliche Geräte, mit Hinweis der Stadt, wo diese Geräte zu beschaffen oder auszuleihen sind),
- Für rechtzeitige Unterbringungsmöglichkeiten pflegebedürftiger und kranker Personen sorgen,
- Frühzeitige Räumung der Garagen, Außenanlagen und tief liegende Wohnungsbereiche,
- Sicherung von Heizungsanlagen, Öltanks sowie Fahrzeugen,
- Befolgen der Anweisungen von Polizei, Feuerwehr,
- Beratung und Hilfestellung durch alteingesessene Bürger,
- Ruhe bewahren und besonnen reagieren.

Konkrete auf die Ortslage Rhüden abgestimmte Einzelvorschläge bzw. Empfehlungen wurden von der Ortsfeuerwehr Rhüden im Rahmen einer Optimierung des Hochwasserkonzeptes zur Hochwasserkonferenz vom 27.01.2011 ausgearbeitet und größtenteils umgesetzt.

Folgende Punkte wurden angedacht:

- Rettungsringe im Bereich der Wilhelm-Busch-Straße und am Stauwehr stationieren.
- Regenschutzjacken für Helfer
- Schwimmwesten für den Einsatz mit Wathosen
- ISDN im Feuerwehrhaus Rhüden
- GEZ - Gebühren für Fernseher „Leitstelle“
- Genormte Sandsäcke Größe 30x60
- evtl. (wieder) Sandlager FW Hof einrichten
- „großer“ Pavillon als Wetterschutz
- Einrichten einer Webcam am Pegel „Alfred“ Bornhausen
- Schutz der Trafostationen- Harz Energie in die Pflicht nehmen, z.B. mobile Schutzanlagen
- Multifunktionsfahrzeug (Multicar)
- Turnhallenschlüssel FW Mechtshausen
- Telefonbenutzung Turnhalle
- Zusätzliche Pegel Bereich Engelage und / oder Bilderlahe (Burg)
- Die Sperrwerkanlage im Bereich des Stauwehres für Unbefugte absperren
- Toilettensituation Feuerwehrhaus
- Rückschlagventile / Absperrblasen Feuerwehrhof (Kanalisation)
- Horbeek / Ahlerbach - Entlastungskanal
- Flussbett der Schildau - Abwasserdruckleitung

Ein Informationsblatt der FW Rhüden enthält zudem Informationen für die Anwohner, was bei Hochwasser zu beachten ist (Anlage 9).

8.2 Natürlicher Rückhalt im Untersuchungsgebiet

Als natürliche Rückhaltemaßnahmen können im Allgemeinen z.B. in Frage kommen:

- Rückhaltung bzw. Versickerung von Niederschlagswasser,
- Erhalt bzw. Gewinnung von Rückhalteflächen,
- Erhalt oder Wiederherstellung von Auen, Öffnung von Gewässeraltarmen,
- Gewässerverlegung.

Die Maßnahmen des natürlichen Rückhalts wirken in unterschiedlicher Art und Weise. Zum einen kann durch die Änderung der ackerbaulichen Bewirtschaftung z.B. durch Änderung der Bewirtschaftungsrichtung quer zum Hang, Änderung von Fruchtfolgen, Mulchsaaten etc. eine Abflussverzögerung hervorgerufen werden. Zum anderen kann durch das Anlegen von Gewässerrandstreifen oder das Pflanzen von Gehölzbewuchs am Gewässer eine Abflussverlangsamung erreicht werden.

Die folgende Tabelle zeigt die Wirkung auf den Wasserrückhalt einzelner landwirtschaftlicher Maßnahmen. Erfahrungsgemäß lässt sich insgesamt jedoch kein wirtschaftlicher Hochwasserschutz für extreme Ereignisse erreichen.

Tab. 8.2 Landwirtschaftliche Hochwasserschutzmaßnahmen (Quelle [60])

Maßnahme	Beschreibung	Wirkung auf den <u>Wasserrückhalt</u> bei optimaler Umsetzung
Ackerrandstreifen / Grünstreifen	Ackerrandstreifen oder auch Grünstreifen sind begrünte Streifen von wenigen Metern Breite entlang von Äckern. Sie können als mehrjähriges Grünland angesät und ergänzend mit Sträuchern oder Bäumen bepflanzt werden oder als einjähriger Gras- oder Getreidestreifen eingesät werden.	gering
Mulchsaat	Mulchsaat bedeutet die Einsaat der Hauptfrucht in die Erntereste der Vorfrucht, der Zwischenfrucht oder der Untersaat mit einer Bodenbedeckung von mindestens 30 %. Die Bodenbearbeitung erfolgt möglichst zeitnah zur Aussaat in der Regel pfluglos und nur bis zur Saattiefe.	mittel

Maßnahme	Beschreibung	Wirkung auf den <u>Wasserrückhalt</u> bei optimaler Umsetzung
Untersaat (temporäre)	Bei der temporären Untersaat wird direkt vor der Reihenfruchtsaat im Frühjahr eine raschwüchsige Feldfrucht ausgesät, z.B. Sommergetreide. So wird der Boden rechtzeitig vor Verschlammung und Abfluss bei intensiven Frühjahrsniederschlägen geschützt. Sobald die Reihenfrucht unterdrückt wird, d.h. ca. 6 Wochen nach der Aussaat, wird die Untersaat mit Herbiziden abgespritzt.	mittel
Querbewirtschaftung	Bei der Querbewirtschaftung wird die in Gefällerrichtung stattfindende Bearbeitungsrichtung gegen eine quer zum Gefälle verlaufende Richtung getauscht. Die Querbewirtschaftung ist praxisgerechter als die nah verwandte Kontursaat, bei der die Bearbeitung parallel zu den Höhenlinien stattfindet.	gering
Schlagteilung	Bei der Schlagteilung werden unterschiedliche Kulturen, möglichst in Kombination mit Querbewirtschaftung, streifenförmig in einer möglichst abwechslungsreichen Abfolge angebaut. Dadurch liegen stärker abfluss- und erosionsgefährdete Kulturen mit geringem Bedeckungsgrad immer zwischen Kulturen mit hohem Bedeckungsgrad und geringerem Erosionsrisiko.	mittel
Querdammhäufelung	Die Querdammhäufelung ist eine spezielle Maßnahme im Kartoffelanbau, z.B. mit dem für diesen Zweck konstruierten Querdammhäufler von Ph. Steegmüller (Schwaigern). Damit werden zwischen den Kartoffeldämmen in gleichmäßigem Abstand Querdämme angelegt. Somit entsteht eine Vielzahl von kleinen, Abfluss verhindernden und Wasser speichernden Mulden.	hoch

Maßnahme	Beschreibung	Wirkung auf den <u>Wasserrückhalt</u> bei optimaler Umsetzung
Bodenlockerung und Bodenschonung	Bodenlockerung kann durch Hublockierungen mit Grubbern oder Abbruchlockerungen mit Pflug- oder Spatenmaschinen erfolgen. Beides dient der Regenerierung des Bodenwasser- und -lufthaushaltes. Ohne Bodenschonung durch begrenzte Belastung des Bodens gibt es jedoch keine langfristige Wirkung der Bodenlockerung.	hoch
Zwischenfrüchte zur Gründüngung	Zwischenfrüchte sind schnellwüchsige Feldkulturen, die zwischen der Ernte einer Hauptfrucht und der Folgefrucht im Herbst/Winter angebaut werden. Die Aussaat findet als Herbst-, Unter- oder Blanksaat statt. Sie dienen als Ackerfutter, Gründüngung, Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit sowie dem Boden- und Gewässerschutz.	gering
Zufuhr organischer Substanz und Kalkung	Auf das Feld wird regelmäßig organische Substanz (z.B. Komposte, Grünguthäcksels) oder Kalk ausgebracht, was langfristig eine Bodenstabilisierung und Humuszunahme bewirkt. Die Maßnahmen dienen also dem Verbessern der Bodenfruchtbarkeit plus dem Boden-/ Gewässerschutz.	gering
Gemeinsame Anbauplanung und virtuelle Flurbereinigung	Zur gemeinsamen Anbauplanung wird jährlich im Sommer die Anbauplanung der Landwirte für das kommende Wirtschaftsjahr in einer Karte zusammengefasst. Dadurch entsteht ein „Frühwarnsystem“ für die Häufung abflusskritischer Kulturen mit der Möglichkeit einer Maßnahmenabsprache. Die umfassendere virtuelle Flurbereinigung vollzieht durch Vereinbarungen die Zusammenlegung und Neueinteilung von Feldern mehrerer Bewirtschafter, um abfluss- und erosionsfördernde Parzellenschnitte oder Bewirtschaftungsrichtungen zu beseitigen.	hoch

8.3 Technischer Hochwasserschutz und Konzepte

Als Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes können verschiedene Maßnahmen zum Einsatz kommen. Dies sind beispielsweise:

- Gewässerbegleitender Linienschutz wie z.B. Hochwasserschutzmauern
- Objektschutz
 - Rückschlagklappen in Auslassbereichen von Entwässerungssystemen, Schieber in Abwasser- und sonstigen Kanälen, um Rückstaueffekte zu verhindern
 - Mobile Schutzsysteme
 - Tür- und Fenstersysteme (fest montierte Klappen oder Systeme mit fest montierten Rahmen und einsetzbaren Platten)
 - Dammbalkensysteme
 - schwenkbare Tore
 - hydraulisch Plattformen zum Anheben von Maschinen in Betrieben
 - Eindeichungen von Gebäuden
 - Sicherung Schachtabdeckungen
- Hochwasserrückhaltebecken
- Gewässerausbau

Nachfolgend wird auf einzelne Maßnahmen eingegangen. Die Reihenfolge erfolgte unabhängig einer Bewertung.

8.3.1 Leistungsfähigkeit / Ausbau Nette

Der Planfestgestellte Ausbau der Nette sah einen schadlosen Abfluss von rd. 23 m³/s vor. Anhand der Pegelauswertung des GLD ist festzustellen, dass es bei dem Ausbauwasserstand am Pegel (ca. 129,1 mNN) zu Überschwemmungen kommt.

Die Bauwerksunterkanten der Brücken liegen alle über den Ausbauwasserständen, so dass lediglich die Einengung der Querschnitte zu Erhöhungen der Wasserstände führen können. Bei Neubauten der Brücken im Ausbaubereich ist auch die Hochwassersituation für die Planung zu berücksichtigen.

Die planfestgestellte Ausbau der Nette ist zu kontrollieren. Dazu sind beispielsweise Vermessungsarbeiten durchzuführen und den Planprofilen gegenüberzustellen.

Hinsichtlich der Eichung von Berechnungsmodellen sind zudem in Absprache mit dem GLD während der Durchflussmessungen weitere Wasserstände im Ausbaubereich höhenmäßig zu erfassen.

Die Steuerung des HRB Nette und des evtl. zukünftigen Beckens in der Schildau hängt von der Leistungsfähigkeit der Nette in Rhüden ab. Es ist daher zu untersuchen, inwieweit ein höherer Ausbauabfluss als die rd. 23 m³/s zu realisieren ist.

Im Fall eines breiteren Ausbauquerschnittes kommt es zu niedrigeren Niedrig- und Mittelwasserständen, was u.a. zu erhöhten Ablagerungen und Sedimentationen führt. Das abgelagerte Material ist regelmäßig im Rahmen der Unterhaltung zu entfernen.

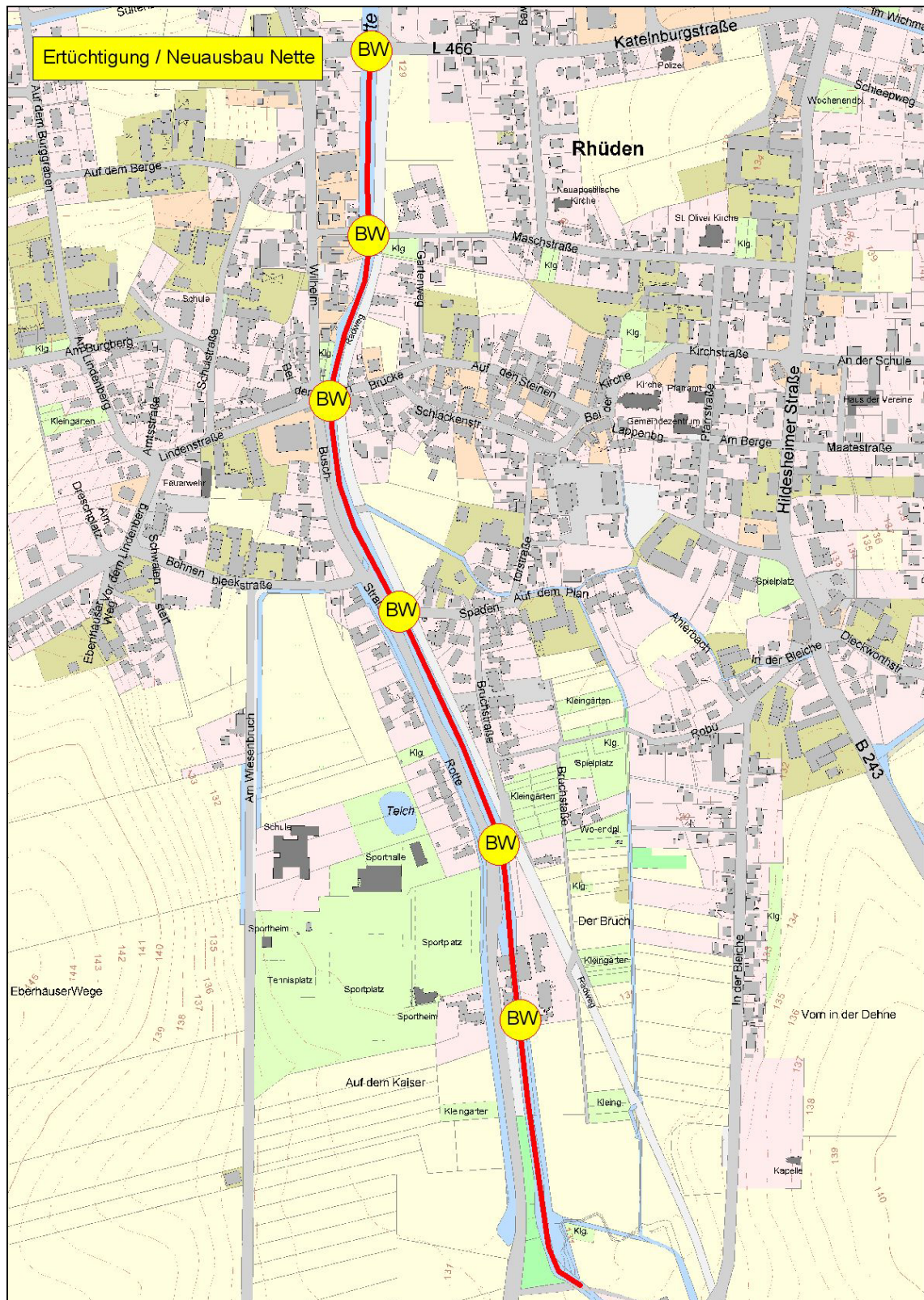


Abb. 8.1 Lageplan Ausbaubereich Nette und vorhandene Bauwerke

8.3.2 Hochwasserrückhaltebecken

8.3.2.1 Erweiterung HRB Nette

Das Stauvolumen des HRB oberhalb von Rhüden in der Nette war aufgrund der Höhenlage der linksseitig verlaufenden Kreisstraße K 58 begrenzt, d.h. zu der damaligen Planungsphase wurde aus verschiedenen Gründen von einer Straßensperrung im Hochwasserfall abgesehen, um beispielsweise im Notfall weiterhin die Verbindungsmöglichkeit von Einsatzkräften zwischen Rhüden, Bilderlahe und Bornhausen aufrecht zu halten.

Da bei Einstau des Beckens bereits die Kreisstraße K 53 in Richtung Bornhausen wegen Überströmung gesperrt werden muss und eine Ausweichmöglichkeit in Richtung Süden über andere Verbindungswege besteht, ist über eine Vergrößerung des derzeitigen Beckens angedacht worden.



Abb. 8.2 Kreisstraße K53; während des Staus unpasseierbar

Die Überlegungen sehen vor, dass die Kreisstraße K 53 im Bereich des Staudammes im Hochwasserfall mit quer zur Fahrbahn gelegten Dammbalken abgesperrt wird und der Damm mit- samt der Steuerungseinrichtung erhöht wird, um ein höheres Stauziel und damit ein größeres Stauvolumen zu erhalten (Auskunft Stadt Seesen).

Aus sachkundiger Sicht lässt sich ein Hochwasserrückhaltebecken, das für spezielle Größen wie Zu- und Abflüsse, Steuerungseinrichtungen, Notüberlauf, Regelabgaben, Standsicherheiten

etc. hydraulisch, hydrologisch und bautechnisch bemessen und nachgewiesen wurde, nicht ohne erheblichen Planungs- und Bauaufwand neu gestalten. Eine Ertüchtigung der Anlage entspräche dem Aufwand eines Neubaus.

8.3.2.2 Hochwasserrückhalt der Rotte und /oder der Lutter

Der Rückhalt des Wassers der Rotte und/oder der Lutter sind weitere Möglichkeiten, lokal für eine Entlastung im Hochwasserfall zu sorgen. Zusammen haben Lutter und Rotte ein Einzugsgebiet von rd. 11 km².

Ein Rückhalt in der Rotte und/oder Lutter hätte vorteilig direkte Auswirkungen auf die hochwassergefährdeten Bereiche westlich der Wilhelm-Busch-Straße.

Der Beitrag, den ein Rückhalt in der Rotte bzw. Lutter leisten könnte, ist aufgrund des relativ kleinen Einzugsgebietes und dem damit verbundenen geringen Anteil am Gesamtabflussgeschehen der Nette als sehr gering einzuschätzen (Quelle [43]).

8.3.2.3 HRB Bornhausen (in Planung)

„Der HQ_{100} Abfluss in der Schildau am Standort des neuen Beckens liegt bei 26,00 m³/s. Das Leistungsvermögen des Grundablasses ohne Beckeneinstau liegt bei 12,33 m³/s und entspricht der Abflussleistung der Schildau in der Ortslage Bornhausen mit geringen aber unbedenklichen Ausuferungen“ (Quelle [21]).

„Da zurzeit die Abflüsse aus den Gewässern Nette, Schaller und Schildau nicht exakt bestimmt werden können, erfolgt eine Installation von Durchflussmengenmesseinrichtungen an folgenden Stellen“ (Quelle [21]):

- Nette: Unterführung der Nette - BAB A7 westlich von Bilderlahe
- Schaller: Unterführung der Schaller in der Ortslage Bornhausen, Langenberger Weg
- Schildau: Brücke zum Grundstück „Winkelsmühle“
- Schildau: Brücke Straßenbereich „Am Mühlengraben“ / „Am Domänengarten“

Die in den Planungsunterlagen vorgesehene Regelabgaben HRB Nette und HRB Schildau führen zusammen mit den Zwischeneinzugsgebieten und Nebengewässern Schaller und Rotte zu einem Gesamtabfluss in Rhüden mit 22,1 m³/s [21]. Diese Abflussmenge ist derzeit nicht schadlos durch Rhüden zu leiten und führt weiterhin zu Überflutungen.

Zudem müssen Aussagen hinsichtlich der Entleerungsdauer beider Becken und der damit länger anhaltenden Hochwassersituation in Rhüden getroffen werden.

8.3.3 Regenrückhaltebecken (RRB)

Grundsätzlich wirkt sich eine Reduzierung des Spitzenabflusses durch eine verzögerte Abgabe auf den direkten Unterlieger positiv aus, da die Wasserstände in der Vorflut gesenkt werden können.

Negative Auswirkungen auf Gewässer höherer Ordnung sind nicht ausgeschlossen, wenn beispielsweise vorweg laufende Wellen aus kleinen Einzugsgebieten durch diesen Rückhalt zur Verschärfung der Hochwassersituation in Gewässern höherer Ordnung führen.

Fließt beispielsweise die Hochwasserwelle des Zainerbachs vor der Nettewelle ab und wird das Regenwasser durch das RRB am Autohof zurückgehalten und gedrosselt abgegeben, führt das zu nachteiligen Auswirkung bzgl. der Hochwasserwelle in der Nette.

Die in Bezug auf Hochwasserrückhaltebecken kleinen Stauvolumen der RRB sind aufgrund der kleinen Einzugsgebiete auch in den Bemessungsansätzen (häufiges Niederschlagsereignis mit entsprechend geringen Niederschlagsmengen) begründet und spielen in Bezug auf den Hochwasserschutz eine untergeordnete Rolle.

Folgende Informationen über Regenrückhaltmaßnahmen liegen vor:

8.3.3.1 Ahlerbach (Rhüden)

"Für ein Regenwasserrückhaltebecken in der Ortslage Rhüden in Höhe der Einmündung des Alten Ahlerbachs in die Nette bestanden bereits Planungen. Das Becken würde im Hochwasserfall eine Schließung der beiden in die Nette einmündenden Regenwasserkanäle an Masch- bzw. Spadentorstraße mit sich ziehen. Ebenso würde der Zulauf des einmündenden Alten Ahlerbachs verschlossen werden.

Im Gegenzug würde ein Hebe- bzw. Pumpwerk angeschlossen werden, welches das anstehende Regenwasser aus dem Becken kontinuierlich in die Nette pumpen würde. Zudem würde der Alte Ahlerbach vom Neuen Ahlerbach durch ein Absperrbauwerk im Hochwasserfall abgetrennt werden, so dass der gesamte Abfluss des Ahlerbachs durch den Neuen Ahlerbach, über den bei Hochwasser derzeit ohnehin der Großteil abgeleitet wird, in die Nette fließen würde. Auf diese Weise wird ausschließlich Regenwasser im Rückhaltebecken aufgefangen.

Die entsprechenden Flächen stehen zur Verfügung und es tritt eine Verbesserung der Hochwassersituation östlich des Bahndammes auf.

Zu beachten ist dabei, dass der durch eine solche Maßnahme verloren gegangene Retentionsraum auch Auswirkungen auf den Ablauf eines Hochwasserabflusses in der Größenordnung

von 1998 hätte, bei dem die betroffenen Flächen trotz Verschluss der Regenwasserkanäle und des Alten Ahlerbachs aufgrund hoher Wasserstände überschwemmt wären. Der zeitliche Ablauf einer solchen Welle wäre zu untersuchen.

Ohne Ausgleich sind höhere Wasserstände und ggf. Schäden oberhalb der Brücke Spadentorstraße sowie westseitig der Wilhelm-Busch-Straße zu erwarten.

Zu beachten ist auch, dass die durch eine solche Maßnahme entstehende hochwassergeschützte Fläche nur bis zu einer bestimmten Wasserstandshöhe hochwasserfrei bleibt. Bei höheren Wasserständen besteht die Gefahr, dass die Gebiete zwischen Neuem Ahlerbach und Maschstraße trotz Verschluss der einmündenden Regenwasserkanäle und des Alten Ahlerbachs wieder als Überschwemmungsraum anspringen“ (Quelle [43]).

8.3.3.2 Tank- und Rastanlage Harz (Rhüden)

"Die A7 weist auf Höhe der neuen Rastanlagen einen Hochpunkt auf. Die Entwässerung der A7 erfolgt über Straßenseitengräben bzw. -mulden. Innerhalb der Anlage erfolgt die Ableitung des Oberflächenwassers über Rinne und Mulden in ein internes Kanalsystem. Eine Verbindung der östlichen Anlage mit der westlichen Anlage wird nicht bestehen. Die Entwässerung der Oberflächen wird zwischen den Anlagen des Konzessionsnehmers und Straßenbauverwaltung getrennt. Die Ableitung des Oberflächenwassers in die Vorfluter erfolgt unter Vorschaltung von Regenwasserrückhaltebecken (RRB) mit Tauchwand, Steckschieber und Drosselblende DN 150.

In dem von der Straßenbauverwaltung in Auftrag gegebenen ingenieurgeologischen Gutachten wurde festgestellt, dass eine Versickerung nicht möglich ist (Quelle [27]).

Nach dem Wasserrechtsantrag (Quelle [28]) werden folgende Mengen Regenwasser bisher und in Zukunft in die Vorflut geleitet:

Tab. 8.3 Einleitungsmengen (Wasserrechtliche Erlaubnis)

Einleitungsstelle	bisherige Einleitungsmenge in l/s	zukünftige Einleitungsmenge in l/s
E1 (in den Seitengraben B 243)	0	44
E2 (in die Schildau)	103	144
E3 (in die Schildau)	103	120
E4 (in den Seitengraben B 243)	42	57
E5 (in den Seitengraben B 243)	0	4
<i>Gesamt:</i>	250	370

Das Oberflächenwasser aus dem nördlichen Bereich wird dem Gewässer Horbeck (Gewässer III. Ordnung) zugeführt. Das Oberflächenwasser aus dem südlichen Bereich wird dem Gewässer Schildau (Gewässer II. Ordnung) zugeführt (Quelle [52]).

8.3.3.3 Autohof Rhüden

„Eine Versickerung des anfallenden Oberflächenwassers ist aufgrund der ungünstigen Bodenverhältnisse (...) im Stellplatzbereich nicht möglich. Das Oberflächenwasser wird deshalb über Einzeleinläufe gesammelt und zentral über eine Regenwasserrückhaltung abgeführt. Im Westen des Plangeltungsbereiches wird daher eine Fläche für die Regelung des Wasserabflusses festgesetzt. Hier ist ein Regenwasserrückhaltebecken anzulegen. Das Regenwasserrückhaltebecken ist naturnah zu gestalten und einzugrünen. Das gesammelte Regenwasser wird dosiert an den Zainer Bach als Vorfluter abgegeben. Für die Einleitung des Oberflächenwassers in den Vorfluter ist beim Landkreis eine wasserrechtliche Erlaubnis zu beantragen. Das Regenwasserrückhaltebecken wird so ausgelegt, dass nach Erstellung des Autohofes eine kontinuierliche Menge von 50 l/s an den Vorfluter Zainer Bach abgegeben werden kann“ (Quelle [25]).

„Durch die Anlage des Regenrückhaltebeckens vermindern sich die Abflussmengen und es treten verbesserte Abflussverhältnisse im Zainerbach und der Nette auf“ (Quelle [26, S. 3]).

8.3.3.4 In der Marsch Nord (Rhüden)

„Nach der Erstellung des Regenrückhaltebeckens sollen nur noch 12 l/s statt 15,80 l/s aus dem Einzugsgebiet an die Vorfluter abgegeben werden“ (Quelle [23, S.3]).



Abb. 8.3 RRB An der Marsch Nord (Quelle [L+N])

8.3.3.5 RRB BAB A7

„Im Zuge des 6-streifigen Ausbaus der BAB A7 im Streckenabschnitt zwischen dem Salzgitterdreieck und der Anschlussstelle Seesen werden nach den vorliegenden Planunterlagen zur Kompensierung der Abschlussverschärfung durch die zusätzliche Oberflächenversiegelung im Bereich der Verkehrseinheit 2 acht Regenrückhaltebecken erforderlich. Die Becken sollen die gedrosselte Abgabe des anfallenden Oberflächenwassers von der BAB A7 sichern und verhindern, so dass keine Überlastung der Vorfluter (vorhandene Bachläufe und Nette) eintreten“ (Quelle [58]).

Folgende Becken sind geplant:

Tab. 8.4 RRB an der BAB A7

Becken Nr.	Betr.-km A7	Einleitung in Gewässer	Stauvolumen in m ³	Unverzichtbar	Verzichtbar
1	209+120	Bornumer Bach	2.500	X	
2	211+750	Hagenbach	2.800		X
3	213+360	Zainerbach	2.500	X	
4	214+150	Ahlerbach	1.200	X	
5	215+950	Schildau	4.100		X
6	218+800	Graben (K 56)	1.600		X
7	219+570	Nette	1.000		X
8	219+950	Graben zur Nette	600		X

„Bei einem Gesamtvolumen von rd. 16.300 m³ können nach [58] auf die RRB Nr. 2, 5, 6, 7, und 8 verzichtet werden (Volumen 10.100 m³), wenn noch zu erstellende hydraulische Berechnungen nachweisen, dass durch den Neubau des HRB Bornhausen die Unbedenklichkeit der Überlagerung des ungedrosselten Oberflächenwasserabflusses von der BAB A7 mit den Abflussganglinien der bestehenden Vorfluter ausgeschlossen werden können“.

8.3.3.6 Alte Sandgrube (Bornhausen)

Nach [53] ist für das Regenrückhaltebecken Alte Sandgrube in Bornhausen eine Drosselung des Regenwassers auf 15 l/s vorgesehen.

8.3.4 Rückstauklappen Ahlerbach und Regenwassereinleitungen im Einmündungsbereich der Nette

Durch das Anbringen von Rückstauklappen an den Durchlässen der ehemaligen Bahnanlage zur Nette (Ahlerbach sowie Regenwassereinleitungen) kann ein Rückstau bedingt durch hohe Nettewasserstände verhindert werden und führt somit zu einer Entlastung der Spadentorstraße, Bruchstraße und Schlackenstraße.

Der Verschluss verursacht dabei erhöhte und länger anhaltende Wasserstände der westlichen Bereiche, daher wird diese Maßnahme nicht weiter verfolgt.

8.3.5 Bau einer Uferverwallung bzw. eines mobilen Verschlusses am Alten Ahlerbach in Kombination mit Ausbauerweiterung Nette

Der Bau einer beidseitigen Uferverwallung am Alten Ahlerbach, die bis an die Bebauung ausgebildet werden kann, reduziert die Ausuferungshäufigkeit und verbessert somit den Schutz der angrenzenden Bebauung, insbesondere des Tiefpunktes in der Schlackenstraße.

Zum Schutz der westseitig der Wilhem-Busch-Straße gelegenen Bereiche ist die Höhe einer solchen Uferverwallung allerdings abhängig vom Wasserstand in Höhe des Einmündungsbereiches der Rotte bzw. Lutter in die Nette, da es ggf. bei Rückstau in der Rotte/Lutter zum Überschreiten des kritischen Wasserstandes am Tiefpunkt in der Bohnenbleekstraße kommen kann.

Das bedeutet wiederum das Einsetzen von Hochwasser in den westseitig der Wilhelm-Busch-Straße gelegenen Bereichen. Unter Beachtung der lokalen Tiefpunkte, kann der schadlose Abfluss in Rhüden mit einer Verwallung erhöht werden.

Der Wasserstand in Höhe der Einmündung des Alten Ahlerbaches entspricht somit auch der maximalen Höhe der Verwallung (Quelle [36]).

Der Vorteil liegt in den zur Verfügung stehenden Flächen und der relativ einfachen Umsetzung der Baumaßnahme.

Die Hochwasserprobleme in Rhüden treten bei solchen Maßnahmen in beiden hochwassergefährdeten Bereichen west- und östlich der Wilhelm-Busch-Straße mehr oder weniger gleichzeitig auf. Der Retentionsraum östlich der Wilhelm-Busch-Straße steht bei höheren Abflüssen zur Verfügung, so dass die westseitig der Wilhelm-Busch-Straße gelegenen Bereiche keine häufigeren Ausuferungen zu erwarten haben. Ein Nachteil ist, dass die Maßnahme nur einen Schutz vor kleinen, häufigen Hochwässern leistet.

Eine Verbesserung der Hochwassersituation auch bei seltenen Hochwässern besteht in der zusätzlichen Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Nette.

8.3.6 Einzelmaßnahmen im Ortsbereich Rhüden

Die nachfolgenden Maßnahmen (Abb. 8.10) in der Ortschaft Rhüden wurden von der Bürgerinitiative Rhüden vorgeschlagen. Im Oktober 2012 fand eine Besichtigung der Örtlichkeit statt, bei der nützliche Informationen über den innerörtlichen Ablauf gewonnen werden konnte.



Abb. 8.4 Ansicht M 1



Abb. 8.5 Ansicht M 2



Abb. 8.6 Ansicht M 3



Abb. 8.7 Ansicht M 4



Abb. 8.8 Ansicht M 6



Abb. 8.9 Ansicht M 7

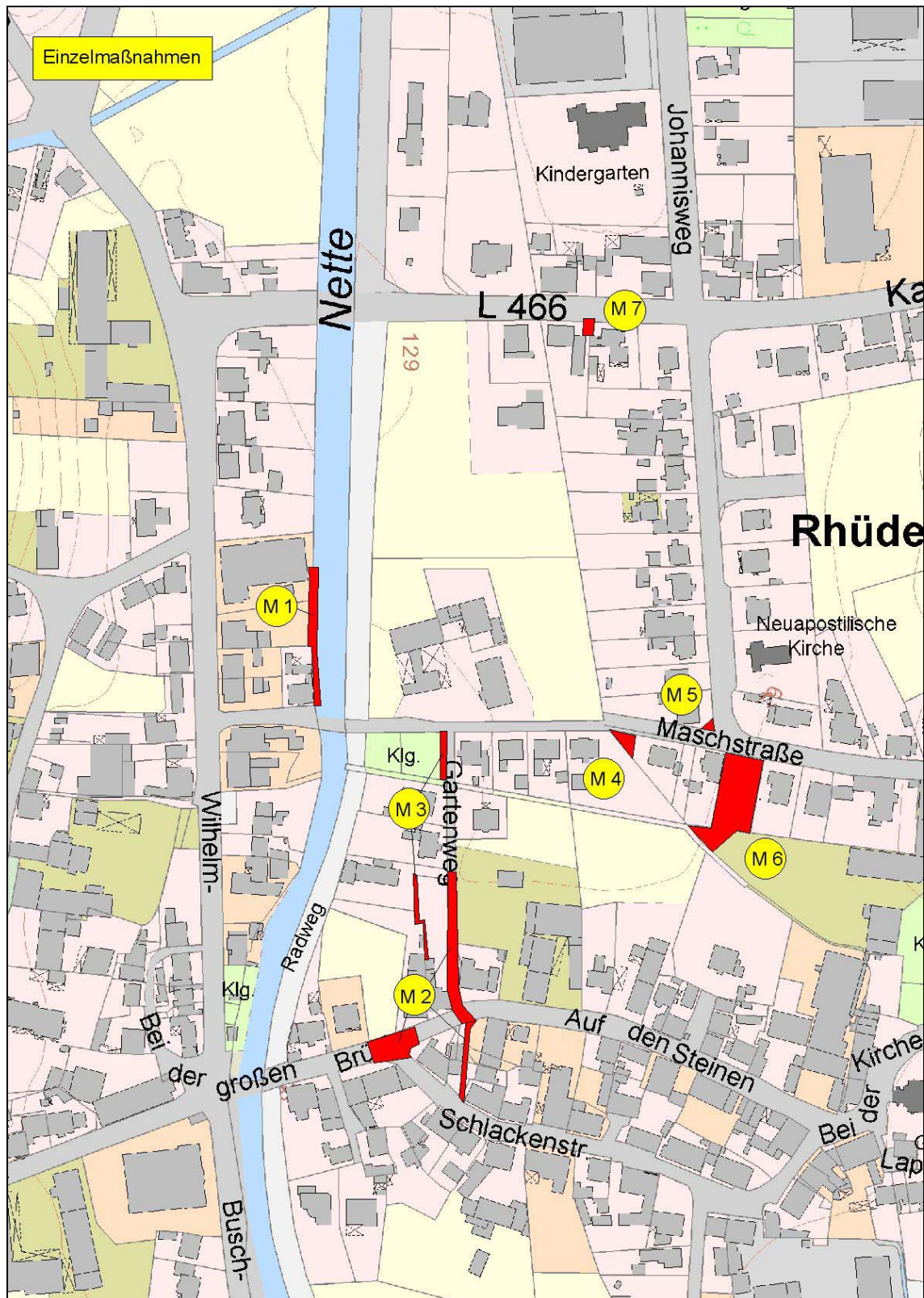


Abb. 8.10 Einzelmaßnahmen in Rhüden

Tab. 8.5 Einzelmaßnahmen in Rhüden

Maßnahme	Problem	Abhilfe
1	Vorhandene Anlandungen bzw. Gehölz / Äste auf der linken Böschung nördlich der Brücke Maschstraße verursachen eine Erhöhung der Wasserstände durch die Abnahme der Fließgeschwindigkeit. Zusätzlich ist aufgrund der Böschungsnutzung durch die Anlieger der Abfluss gehemmt.	Regelmäßiges Entfernen von Anlandungen. Nutzung anpassen bzw. beschränken.
2	Im Zuge von Kanalisations- und Straßenarbeiten in den 70er Jahren wurden Straßendecken und Bordsteine höher eingebaut. Zudem sind einzelne Grundstücke erhöht worden. Im Hochwasserfall erhöhen sich durch Rückstaueffekte dadurch die Wasserstände. Folgende Bereiche sind betroffen: a) Im Bereich der Schlackenstraße / Bei der großen Brücke / Auf den Steinen b) Der Fußweg zwischen der Schlackenstraße und Auf den Steinen c) Gartenweg	Absenkung der Straßen und der Bordsteine.
3	Durch den Bau von Mauern ist der Abflussbereich auf wenige Lücken zwischen den Grundstücken eingengt worden und führt bei Hochwässern zu höheren Wasserständen.	Rückbau der Gartenmauern
4	Das Grundstück ist erhöht und teilweise von einer Gartenmauer umgeben, so dass das Hochwasser nicht ungehindert abfließen kann.	Rückbau eines Teilstückes der Gartenmauer und teilweise Absenkung des Grundstückes.
5	An der Kreuzung Maschstraße / Johannisweg ist der Bordstein erhöht und hemmt den Abfluss.	Absenkung des Bürgersteigs auf Straßenniveau.
6	Die Gartengrundstücke liegen höher als das Straßenniveau Maschstraße und stauen das Hochwasser zurück.	Absenkung der Gartengrundstücke (Flutmulde)
7	Eine Gartenmauer behindert das Abfließen des Wassers zwischen zwei benachbarten Ausfahrten.	Rückbau der Gartenmauer und Absenkung des Bürgersteiges.

Durch die Umsetzung der Maßnahmen, die im Wesentlichen das Absenken von Wegen und Einzelflächen sowie das Entfernen von Abflusshindernissen (Mauern) beinhalten, lässt sich eine Hochwasserausbreitung in Rhüden nicht verhindern.

Eine Verringerung von Abflusshindernissen führt generell aber zu geringeren Wassertiefen im Ortsbereich, da das Wasser schneller ableiten kann. Wurden beispielsweise 2007 im Bereich des Gartenwegs Wassertiefen von ca. 30 - 50 cm beobachtet, ließen sich diese um geschätzte 10 bis 20 cm senken.

8.3.7 Einzelmaßnahmen unterhalb von Rhüden

Der südlich des ehemaligen Klärwerks einsetzende, nach Osten einschwenkende Bogen der Nette wirkt im Hochwasserfall in Verbindung mit der vorhandenen Berme rückstauend.

Durch die Beseitigung des nördlich angrenzenden Damms (Maßnahme A) wird ein frühzeitiges Einleiten des Hochwassers in die Fläche begünstigt (Vorschlag: BI Hochwasser).

Durch ein Frühzeitiges Fluten von Vorlandflächen wird Retention schon im Anstieg der Zulaufwelle beansprucht, was zu keine Hochwasserentlastung führt, da die Abflussspitze nicht gesenkt wird.

Beim jetzigen Einstaupunkt am Pegel Groß Rhüden liegt der Nettewasserstand im Bereich oberhalb der Kläranlage ca. 30 cm unter der Böschungsoberkante.

Da das angrenzende Gelände sichtbar abfällt, würde eine Abgrabung der Berme von ca. 30 bis 50 cm zu einer Ausuferung und damit zu einer Entlastung beisteuern (Maßnahme B; Vorschlag: BI Hochwasser).

Das Absenken der Wasserstände im Bereich unterhalb von Rhüden (durch ein früheres Ausleiten in das Vorland) führt hydraulisch zu keine Änderung der Wasserstände im Ortsbereich von Rhüden.

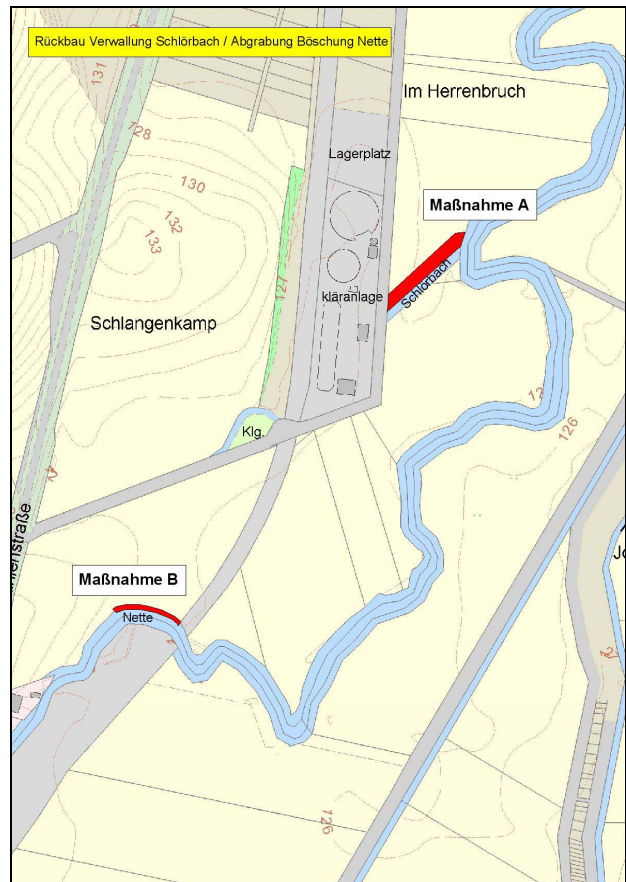


Abb. 8.11 Einzelmaßnahmen unterhalb von Rhüden

8.3.8 Beseitigung von Anlandungen in den Gewässern und Brücken

Der natürliche Vorgang der Sedimentablagerung durch fließendes Wasser (Anlandungen) führt zu Geschiebeablagerungen, die eine Abnahme der Leistungsfähigkeit der Fließgewässer zur Folge haben können.

Für die Nette und Schildau ist der Unterhaltungsverband Nette für die Überprüfung des Wasserabflusses zuständig. In regelmäßigen Gewässerschauen wird das Gewässer auf umgefallene Bäume, Treibgut oder Uferabbrüche untersucht.

Werden Hindernisse oder Beschädigungen festgestellt, können die nötigen Maßnahmen direkt zwischen allen Beteiligten abgestimmt werden (Quelle: Internet, LK Goslar).

Unter der Gewässerunterhaltung bezeichnet man im Allgemeinen Maßnahmen zur Pflege und Entwicklung von Gewässern. Das Ziel ist die Erhaltung und Verbesserung der wasserwirtschaftlichen und naturräumlichen Funktionen. Geregelt wird die Unterhaltung durch das Wasserhaushaltsgesetz und die Landeswasserrechte. Nach § 39 WHG muss die Gewässerunterhaltung einem ganzheitlichen Ansatz folgen. So ist u.a. beispielsweise der ordnungsgemäße Wasserabfluss zu sichern.



Abb. 8.12 Anlandungen unter Brückenbauwerken

Im Ausbaubereich in Rhüden sind im Rahmen der Maßnahme 8.3.1 (Leistungsfähigkeit / Ausbau Nette) die Abflussprofile aufzunehmen und anhand der Planfestgestellten Querschnitte zu überprüfen.

Eine Gewässerbegehung mit der Hauptaufgabe „Erfassung von Anlandungen“ könnte zu einer Prioritätenliste der Bereiche mit erhöhter Anlandung führen, anhand dessen sich gezielte Eingriffe umsetzen lassen.

Für Bornhausen ist neben dem Gewässerbett der Schildau als einengendes Bauwerk insbesondere die Brücke Am Mühlengraben zu untersuchen. Augenscheinlichengt eine 25 cm hohe Geröllablagerung an der Sohle den Brückenquerschnitt ein (Vorschlag: FW Rhüden und BI Hochwasser).

In Rhüden ist im speziellen die Fußgängerbrücke in Höhe des Sportplatzes (sog. Holzbrücke) zu untersuchen, da sich das Abflussprofil durch starke Kiessedimentation augenscheinlich nicht mehr im Planfestgestellten Zustand befindet (Vorschlag: HW Initiative).

8.3.9 Entlastungsgraben in Rhüden

Entlang an den Tiefpunkten in der Ortslage Rhüden ist von der BI Hochwasser über einen neuen Entlastungsgraben angedacht worden.

Es ist eine Studie durchzuführen, in der zuerst die Eigentumsverhältnisse der betroffenen Grundstücke und die Möglichkeit des Erwerbs oder Ausgleiches ermittelt werden (Machbarkeit). Ein Entlastungsgraben durch die Ortslage von Rhüden würde generell zu einer Entlastung, aber zu keiner hochwasserfreien Ortslage führen. Ausuferndes Nettehochwasser wird weiterhin vom Süden in die Ortslage fließen, doch der Graben kann das Abfließen fördern und die Wasserstände senken.

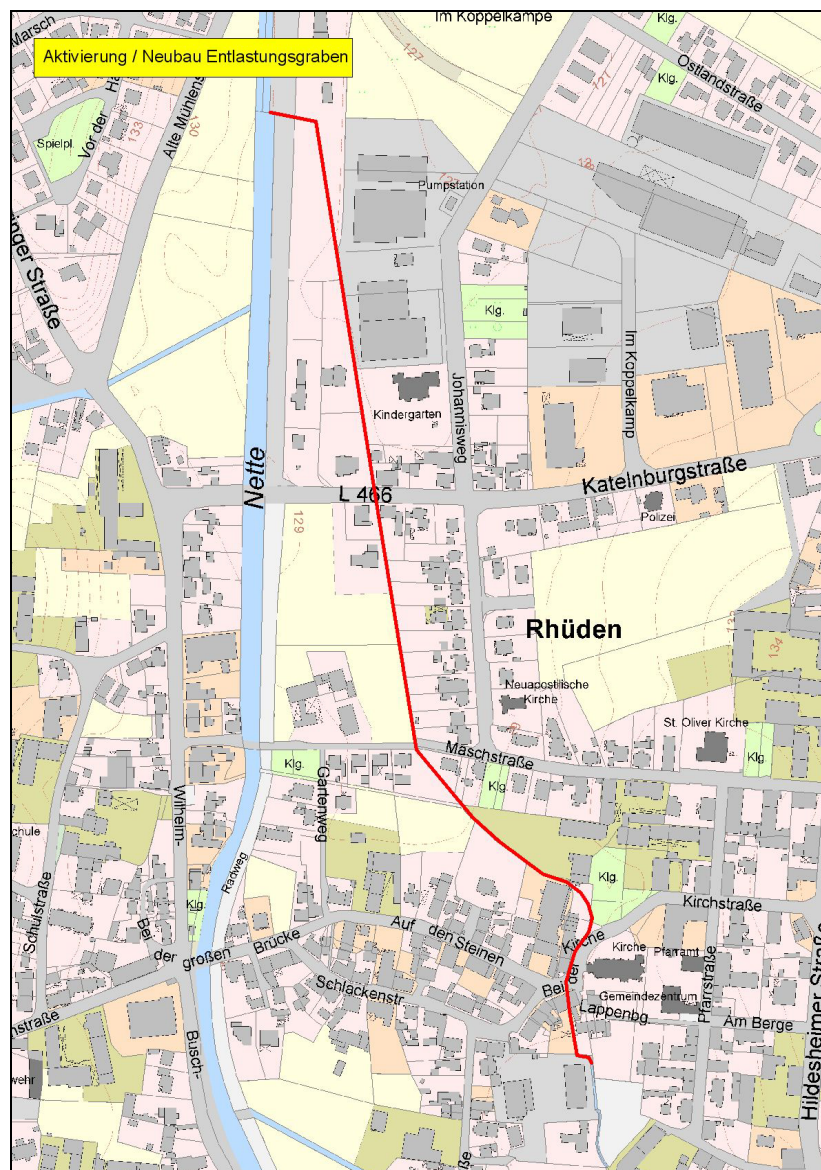


Abb. 8.13 Möglicher Verlauf eines Entlastungsgrabens



Abb. 8.15 Ehemaliger Verlauf Mühlengraben (Quelle [L+N])



Abb. 8.16 Vorhandener Durchlass im Unterlauf des Mühlengrabens (Quelle [L+N])

8.3.11 Mobile Hochwasserschutzeinrichtungen

Beim mobilen Hochwasserschutz kommen mobile Schutzwände zum Einsatz. Diese Wände sind in der Nähe kritischer Geländepunkte, an denen es durch Überlauf zu Überschwemmungen in tiefer liegende Bereiche kommen kann, zu lagern. Sie müssen bei akuter Hochwassergefahr aufgestellt werden.

Ein Vorteil für den Einsatz mobiler Hochwasserschutzwände ist, dass in der Regel keine größeren baulichen Maßnahmen erforderlich sind. Sie können nach dem Einsatz wieder abgebaut werden.

Neben festen Schutzelementen gibt es flexible System, wie beispielsweise die *Floodbags* der Fa. SSU Mobiler Hochwasserschutz GmbH, Freilassing (Vorschlag HW-Initiative).

„Das moderne, mobile Hochwasserschutz - System *Floodbag* (Abb. 8.17 und Abb. 8.18) wurde in der Schweiz entwickelt. Es besteht aus widerstandsfähigen, kissenförmigen Einzel-Elementen, gefertigt aus PVC-beschichtetem Polyestergewebe, die durch systematische Aneinanderreihung und Stapelung zu einer Schutzwand aufgebaut werden.

Durch ein spezielles Fertigungsverfahren des verwendeten Materials sind die Elemente wasserdicht, sodass der Innendruck und damit die Form auch über einen längeren Einsatzzeitraum erhalten bleiben.

Die einzelnen Elemente werden in leerem Zustand transportiert, aneinander gereiht, mit speziellen Elementen verbunden und dann vor Ort mit Wasser befüllt. Ein einzelnes Element fasst 1.000 Liter Wasser, ist 2 Meter lang, 1 Meter breit und 0,5 Meter hoch.

Die Hochwasser-Schutzwand erreicht eine maximale Höhe von 1,5 Meter, weist eine Breite von 1 Meter auf und kann beliebig lang aufgebaut werden. Pro 100 Meter Schutzwand sind z. B. bei einer Höhe von 1 Meter 100 Elemente erforderlich.



Abb. 8.17 Mobile Schutzelemente (Fa. SSU)



Abb. 8.18 Aufbewahrung der Schutzelemente (Fa. SSU)

Zur Aufreihung, Stapelung und Füllung der Elemente werden nur wenige Einsatzkräfte benötigt. Der Transport kann mit konventionellen Fahrzeugen direkt vom Lager- zum Einsatzort erfolgen. Das Ablassen des Wassers aus den Floodbags erfolgt durch einfaches Öffnen von eingeschweißten Druckverschlüssen.

Die Floodbags eignen sich besonders zum Objektschutz. Durch spezielle innen einschweißte Stege werden auf der Ober- und Unterseite sowie an den Stirnwänden im befüllten Zustand Wülste erzeugt, wodurch sich eine hohe spezifische Flächenkraft und damit eine Dichtigkeit auf dem Untergrund und an seitlichen Wänden ergibt.

Die Floodbags können in unterschiedlichen Längenabmessungen von 1 Meter bis 2 Meter angefertigt werden und damit zur Abdichtung von Türen, Toren und Fenstern eingesetzt werden“ (Quelle [SSU, Internet]).

Es ist zunächst zu prüfen, ob die örtlichen Gegebenheiten das Aufstellen solcher festen oder mobilen Hochwasserschutz Elemente erlauben. Ggf. sind ausreichend Lagerflächen in Nähe der kritischen Bereiche erforderlich. Zudem muss entsprechend geschultes Personal im Hochwasserfall bereitstehen und eine ausreichende Vorwarnzeit vorhanden sein.

8.3.12 Stillgewässer schaffen, Wegraine erhalten

Ein Vorschlag des BUND ist, Stillgewässer zu schaffen und Wegraine wieder herzustellen. Zu Hinweisen der Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen wird in Kap. 8.2 kurz eingegangen.

Stillgewässer schaffen

Stillgewässer besitzen bei Überflutung eine Retentionswirkung (Zwischenspeicherung). Diese Seeretention bezeichnet die ausgleichende Wirkung von Wasserflächen auf den Abfluss. Eine in das Becken einlaufende Hochwasserwelle muss erst den Wasserspiegel anheben, bevor eine Zunahme des Abflusses aus dem Becken erfolgt, da der Ausfluss eine Funktion der Wasserspiegelhöhe ist.

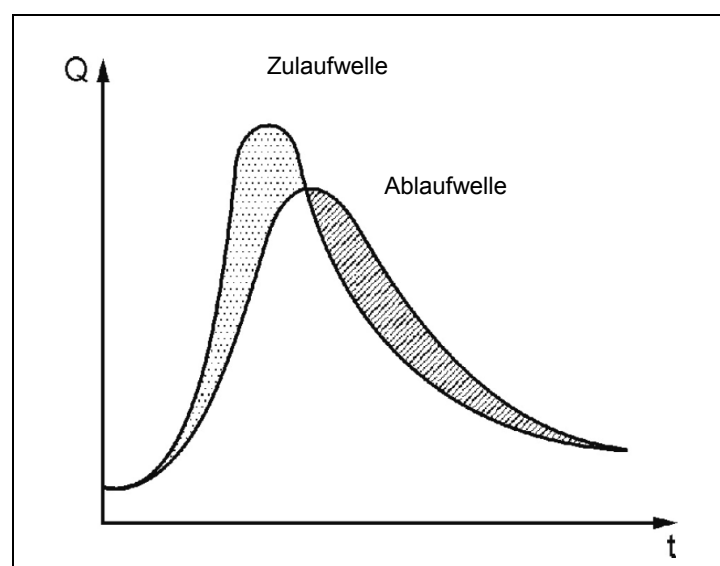


Abb. 8.19 Veränderung einer Hochwasserwelle durch Zwischenspeicherung von Abflüssen (Quelle [59])

Eine Seeretention ändert die Wellenform, die Menge an Wasser bleibt unverändert. D.h. die Fläche der hellgrauen Zulaufwelle ist gleich der Fläche der dunkelgrauen Ablaufwelle (Abb. 8.19).

Die Wirkung (z.B. Dämpfung) einer Welle hängt maßgeblich vom Rückhaltevolumen des Speichers ab. So sind kleine Seen hinsichtlich ihrer Retention oftmals wirkungslos, da z.B. die Speicherräume, bevor der Hochwasserscheitel eintritt, häufig schon weitgehend gefüllt sind.

Bei Umsetzung der Maßnahme sind geeignete Flächen im Überschwemmungsgebiet möglichst direkt oberhalb von Ortschaften auszuweisen und deren Machbarkeit und Wirkung zu untersuchen.

Herstellung von Wegrainen

Fehlende Grasstreifen am Wegrand, die sog. Wegraine, sind wieder herzustellen. Oftmals sind die Randstreifen in Entwässerungsgräben umfunktioniert worden.

Durch den Verschluss von Gräben versagt die Entwässerung der angeschlossenen Nutzflächen und es sind ggf. Ausgleichzahlungen zu leisten, da Wasserstände erhöht werden.

Es ist zu berücksichtigen, dass mit anhaltender Regendauer die Versickerungsfähigkeit des Bodens versagt, so dass die Schaffung von Wegrainen keinen bemerkbaren Hochwasserschutz leistet. Zudem ist der Flächenanteil verhältnismäßig gering.

Im Falle einer Umsetzung müssen Untersuchungen hinsichtlich Flächenerwerb, Entschädigung, Unterhaltung und genereller Machbarkeit getätigt und dem Ziel Hochwasserschutz gegenübergestellt werden.

8.3.13 Versickerung von Regenwasser

Eine Entkopplung von angeschlossenen, insbesondere von versiegelten Flächen, kann sich insgesamt positiv auf eine Hochwassersituation auswirken.

„Die Durchlässigkeit des Sickerraums ist eine wesentliche qualitative und quantitative Voraussetzung für das Versickern von Niederschlagswasser. Die Durchlässigkeit der Lockergesteine hängt überwiegend von ihrer Korngröße, Kornverteilung und Lagerungsdichte ab, bei Böden entscheidend auch vom Bodengefüge und der Wassertemperatur, und wird durch den Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) ausgedrückt. Bei Lockergesteinen variiert sie im Allgemeinen zwischen $1 \cdot 10^{-2}$ und $1 \cdot 10^{-10}$ m/s (Abb. 8.20).

Die k_f -Werte gelten für Fließvorgänge in der wassergesättigten Zone. Entscheidend für die Ausbreitung der Wasserinhaltsstoffe in der ungesättigten Zone und für die Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung ist nicht der für die gesättigte Zone bestimmte k_f -Wert, sondern der in der ungesättigten Zone geringere $k_{f,u}$ -Wert. Der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich liegt etwa in einem k_f -Bereich von $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s“ (Quelle [56]).

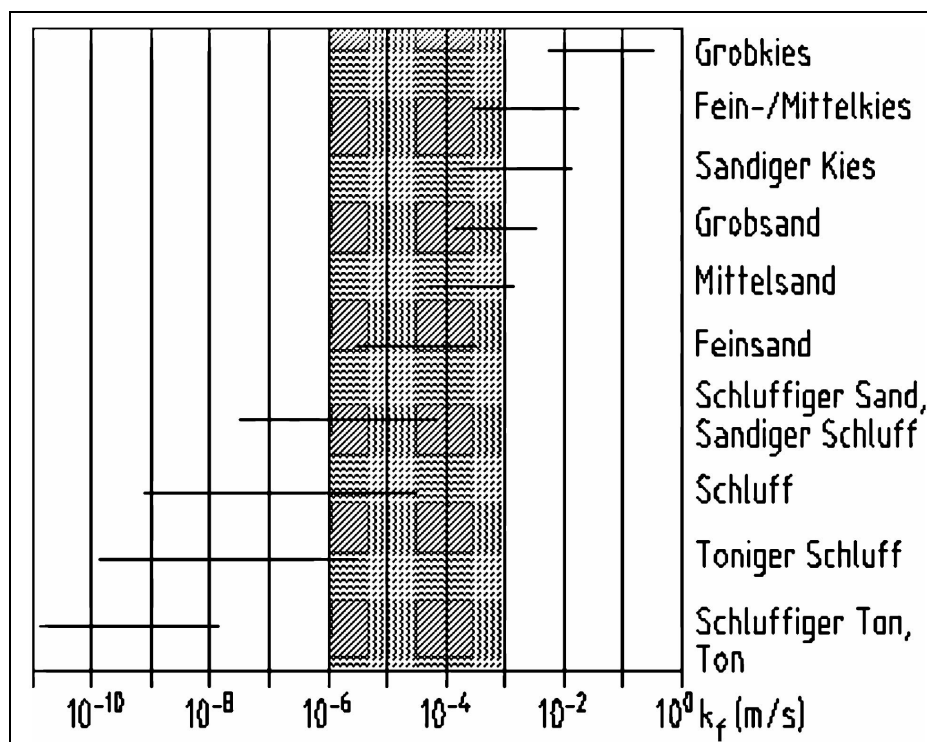


Abb. 8.20 Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von Lockergesteinen und entwässerungstechnisch relevanter Versickerungsbereich (Quelle [56])

Folgende beispielhafte kleine Anlagen bieten die Möglichkeit Regenwasser zu versickern:

Befestigte Versickerungsfläche

Unter einer Flächenversickerung versteht man eine Versickerung des Regenwassers über eine durchlässige, eventuell befestigte oder bewachsene Oberfläche, bei der kein Aufstau bzw. keine vorherige Speicherung des Wassers stattfindet. Bei einer Flächenversickerung muss gewährleistet sein, dass die Versickerungsfähigkeit des Bodens größer als der zu erwartende Regen-zufluss ist. Die Anwendung einer Flächenversickerung eignet sich in erster Linie für Hof- und Verkehrsflächen. Die betrieblichen Maßnahmen sind in Tab. 8.6 dargestellt.

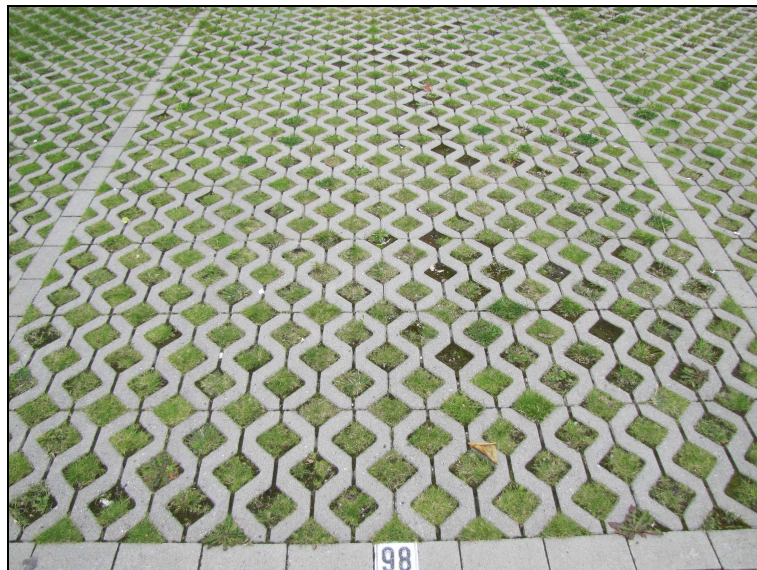


Abb. 8.21 Rasengittersteine (Quelle [L+N])

Tab. 8.6 Betriebsmaßnahmen Versickerungsflächen [57]

Maßnahme	Intervalle	Bemerkung
Entfernen von Laub und Störstoffen	im Herbst und bei Bedarf	keine Hochdruckreiniger, keine saugenden Reiniger
Mahd, ggf. Entfernen von Bewuchs	bei Bedarf	Verbot wassergefährdender Stoffe

Muldenversickerung

Die Muldenversickerung stellt eine Versickerungsanlage mit oberirdischer Speicherung dar. Sie folgt in einer offenen, begrünten Mulde, in der zeitweise das zu versickernde Wasser zwischengespeichert werden kann. Sie wird so bemessen, dass nur ein kurzzeitiger Einstau (1 bis 2 Tage) mit einer Einstauhöhe von max. 30 cm entsteht. Bei länger anhaltendem Dauerstau ist die Gefahr der Verdichtung bzw. Verschlickung der Oberfläche gegeben. Die Beschickung der Versickerungsmulde geschieht direkt von befestigten Flächen aus.



Abb. 8.22 Muldenversickerung (Quelle [L+N])

Tab. 8.7 Betriebsmaßnahmen Muldenversickerung [57]

Maßnahme	Intervalle	Bemerkung
Mahd	bei Bedarf, mindestens jährlich	Mähgut entfernen
Entfernen von Laub und Störstoffen	im Herbst und bei Bedarf	
Wiederherstellen der Durchlässigkeit	bei Bedarf	Vertikutieren, Bodenaustausch
Verhindern von Auskolkung	beim Bau und bei Bedarf	Steinschüttung, Pflasterung

Versickerungsbecken

Bei einem Versickerbecken handelt es sich um eine zentrale Versickerungsanlage. Die Regenabflüsse werden über eine Leitung von mehreren Einzugsgebereichen an einem zentralen Punkt gesammelt. Das anfallende Regenwasser wird in den Untergrund versickert. Um der Bodenverdichtung entgegenzuwirken, ist dem Versickerungsbecken ggf. eine Sedimentationsanlage vorzuschalten.



Abb. 8.23 Versickerungsbecken (Quelle [L+N])

Tab. 8.8 Betriebsmaßnahmen Versickerungsbecken [57]

Maßnahme	Intervalle	Bemerkung
Mahd	mindestens jährlich	Mähgut entfernen
Entfernen von Ablagerungen	bei Bedarf	wenn Versickerungsleistung zu gering
gärtnerische Pflege		kein Einsatz von wassergefährdenden Stoffen
Mäuse- / Maulwurfsschäden beseitigen	bei Bedarf	

Die Niederschlagsversickerung ist Teil der Hochwasservorsorge. Für extreme Hochwässer ist der abflussmindernde Effekt der Versickerung aber minimal, da der Anteil der versiegelten Flächen im Untersuchungsgebiet mit unter 8 % Flächenanteil verhältnismäßig gering ist. Zudem werden solche Anlagen nur für kleine, häufigere Niederschläge bemessen.

9 Maßnahmenbewertung

9.1 Wirksamkeit von Maßnahmen

Die möglichen Auswirkungen von Maßnahmen sind in den vorherigen Beschreibungen enthalten (Kap. 8). Zusammenfassend werden folgende Wirkungen der Maßnahmen erzielt:

Tab. 9.1 Übersicht der Maßnahmen und Wirkungen (+ positiv, o neutral, - negativ)

Kap.	Maßnahme	Wirkung
8.3.1	Leistungsfähigkeit / Ausbau Nette	+ höhere schadlose Abflüsse in Rhüden + späterer Rückstau der östlichen Kanalisation in Rhüden + kleinere Bemessung HRB Schildau + geringere Wasserstände wirken positiv auf die Wasserstände der Nebengewässer Lutter / Rotte - schnellerer Abfluss ins Unterwasser
8.3.2.1	Erweiterung HRB Nette	+ größerer Rückhalt erhöht HW-Schutz in Rhüden - erneute Kosten
8.3.2.2	Hochwasserrückhalt der Rotte und /oder der Lutter	o Wirkungen sind zu untersuchen o geringe Auswirkungen bei hohen Nettewasserständen
8.3.2.3	HRB Bornhausen	+ größerer Rückhalt erhöht HW-Schutz in Bornhausen und Rhüden - weiterhin ggf. kleine Ausuferungen in Bornhausen - weiterhin ggf. kleine Ausuferungen in Rhüden
8.3.3	Regenrückhaltebecken (RRB)	+ mögliche Absenkung des Spitzenabflusses führt zu kleineren Wasserständen o Größenordnung im Vergleich zum Nettehochwasser sehr gering - verzögerter Abfluss kann zu einer HW-Verschärfung führen
8.3.5	Bau einer Uferverwallung bzw. eines mobilen Verschlusses am Alten Ahlerbach in Kombination mit Ausbauerweiterung Nette	+ Verwallungen werden erst bei höheren Wasserständen überströmt + Verbesserung der östlichen HW-Situation in Rhüden + Verbesserung der westlichen HW-Situation in Rhüden + Ausbau senkt Wasserstände in der Nette, dadurch späte-

Kap.	Maßnahme	Wirkung
		rer Rückstau RW-Kanäle - schnellerer Abfluss ins Unterwasser
8.3.6	Einzelmaßnahmen im Ortsbereich Rhüden	+ Abbau von Fließhindernissen senkt die Wasserstände - der Bereich ist weiterhin vom Hochwasser betroffen - schnellerer Abfluss ins Unterwasser
8.3.7	Einzelmaßnahmen unterhalb von Rhüden	+ langsamerer Abfluss ins Unterwasser - kein verbesserter Hochwasserschutz in Rhüden
8.3.8	Beseitigung von Anlandungen in den Gewässern und Brücken	+ die Leistungsfähigkeit bleibt erhalten bzw. wird erhöht - schnellerer Abfluss ins Unterwasser
8.3.9	Entlastungsgraben in Rhüden	+ nimmt Wasser auf, entlastet Nette - kein Schutz vor höheren Hochwässern - schnellerer Abfluss ins Unterwasser
8.3.10	Bau einer Verwallung und Aktivierung des Mühlengrabens in Bornhausen	+ Verwallungen werden erst bei höheren Wasserständen überströmt + Mühlengrabenaktivierung entlastet Vorfluter und kann die HW-Situation in Bornhausen verbessern - schnellerer Abfluss ins Unterwasser
8.3.11	Mobile Hochwasserschutzanlagen	+ Sicherung einzelner Gebäude oder Flächen bis zu einem gezielten Wasserstand - erfordern rechtzeitigen Einsatz - erfordern ausreichende Vorwarnzeit
8.3.12	Stillgewässer schaffen, Wegraine erhalten	- Wasserstandserhöhungen führen ggf. zu Entschädigungsansprüchen - Gräben dienen oftmals der Entwässerung von landwirtschaftlichen Nutzflächen - Flächenerwerb
8.3.13	Versickerung von Regenwasser	+ Entlastung der Vorfluter - kleiner Flächenanteil im Gesamtgebiet - eingeschränkte Versickerungsfähigkeit der Böden - Bemessung für kleine, häufige Niederschlagsereignisse, somit geringe Volumen

9.2 Prioritätenliste für die Umsetzung

Es ist die derzeitige Abflusssituation in Rhüden, aber auch an den Nebengewässern und -ortschaften zu ermitteln, da außer am Pegel in Rhüden keine genauen Kenntnisse über Abflussvorgänge wie zeitlicher Ablauf, Verteilungen oder Mengen, bekannt sind.

- a) Überprüfung der Leistungsfähigkeit Nette
- b) Bau von Kontrollpegeln an der Nette, Schildau, Schaller etc. und regelmäßige, bei Hochwässern häufigere Messungen von Wasserständen
- c) Bestimmung der W-Q Beziehung (Messtechnische Ermittlung von Wasserständen und Abflüssen, Vermessung von Querprofilen, Anwendung hydraulischer Modelle)
- d) Optimierung der Steuerung HRB Nette (und HRB Schildau) unter Einbindung der neu gewonnenen Informationen (z.B. Pegelbezug) nach dem Vorliegen ausreichender Messdaten (z.B. nach 10 Jahren)

Bei zukünftigen Renovierungs- oder Baumaßnahmen in Rhüden ist die Hochwassersituation zu berücksichtigen. Dieses gilt insbesondere für die Brückenbauwerke und Straßensanierungen in der Ortslage sowie das Regenwassermanagement.

9.3 Schadenspotenzial durch Berechnung des Schadenserwartungswertes aus weiteren Abflüssen

Aus Kapitel 6 geht hervor, dass eine Hochwassergefahr bzw. ein Hochwasserrisiko von den Gewässern überwiegend in den Ortslagen Rhüden und Bornhausen besteht. Zur Bewertung von Maßnahmen zur Minderung dieser Gefährdungen wird nachfolgend das Schadenspotenzial auf Grundlage der Überschwemmungsflächen und des Amtlichen Höhenmodells bestimmt.

Für die monetäre Bewertung von Schutzmaßnahmen muss die Höhe der durch Hochwasser hervorgerufenen Schäden bekannt sein. Dazu wird zunächst für die betrachteten Jährlichkeiten der entsprechende Abfluss definiert. Auf dieser Grundlage werden mithilfe hydraulischer Berechnungen die Überschwemmungsflächen und -höhen bestimmt. Die Schadenssummen der jeweiligen Jährlichkeiten ergeben sich unter Verwendung von Schadensfunktionen. Aus dieser sog. Schadenswahrscheinlichkeit wird durch Integration die jährliche Schadenserwartung berechnet.

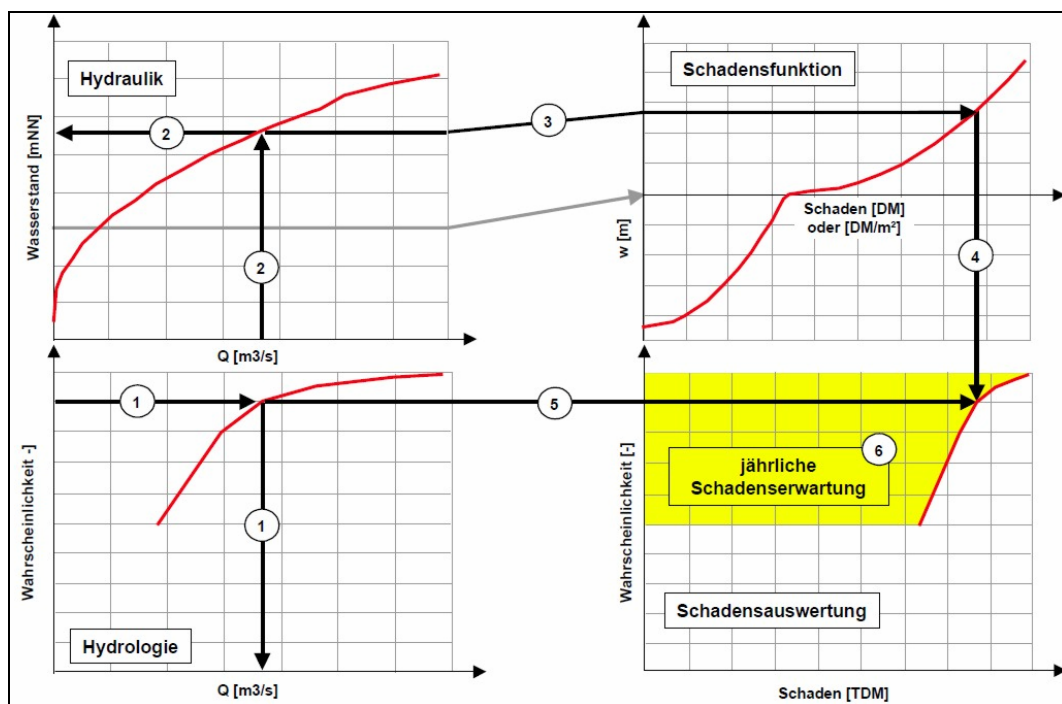


Abb. 9.1 Ablauf der Ermittlung der jährlichen Schadensausswertung [12]

Bei dieser Hochwasserschutzkonzeption konzentriert sich die Ermittlung des Schadenspotenzials auf die Schadensberechnung an Gebäuden mit Wohnfunktion und Gebäuden aus Handel, Dienstleistung, Gewerbe und Industrie. Schäden an übrigen Gebäuden sowie Personenschäden, Viehschäden, ökologische Schäden durch wassergefährdende Stoffe (z.B. infolge Leckagen in Öltanks) gingen in diese Untersuchung nicht mit ein.

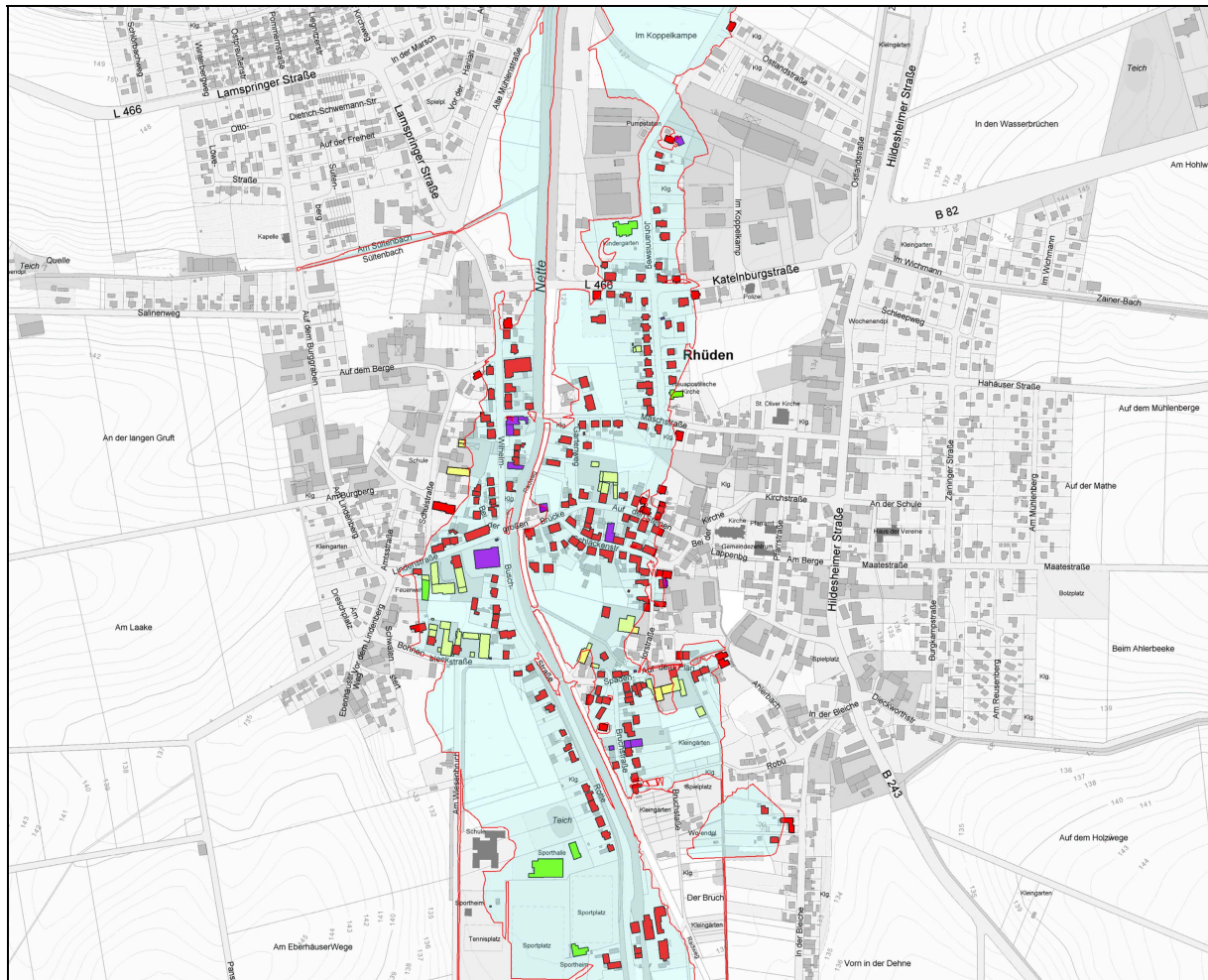


Abb. 9.2 Auszug Schadenspotenzialkarte in Rhüden



Abb. 9.3 Auszug Schadenspotenzialkarte in Bornhausen

Zur Ermittlung des Schadenspotenzials wurden in dieser Konzeption verschiedene Berechnungsansätze untersucht. Dabei handelt es sich um Ansätze der vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft geführten Datenbank HOWAS [13] in Kooperation mit dem Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen [14] sowie der Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE) [15], der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) [16] und nach MERK [17].

Die unterschiedlichen Ansätze ergeben folgende Schädigungsgrade in Abhängigkeit der Wassertiefen an Gebäuden:

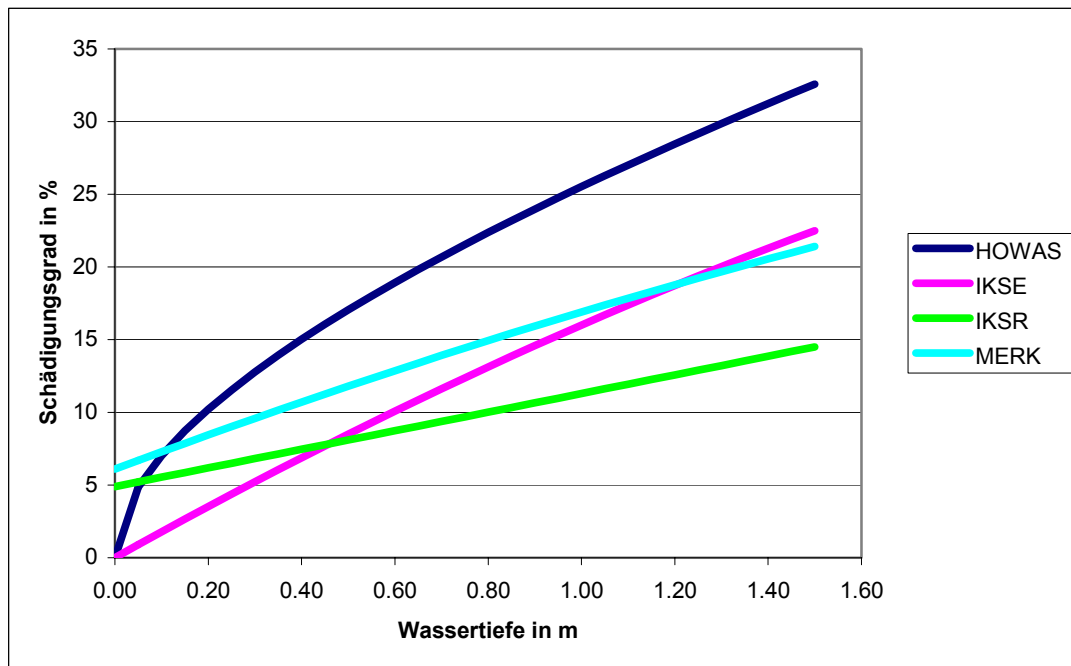


Abb. 9.4 Schädigungsgrade unterschiedlicher Ansätze

Für die Schadensauswertung wird der ungünstigste Fall nach HOWAS angesetzt.

Tab. 9.2 Art und Anzahl der betroffenen Gebäude bei einem HQ₁₀₀ Ereignis

	Rhüden	Bornhausen	Engelade
Wohngebäude	165	29	1
Wohngebäude mit Handel und Dienstleistung	9	2	0
Landwirtschaftliche Wohngebäude	7	1	0
Gebäude für Handel und Dienstleistung	3	0	0
Gebäude für Gewerbe, Industrie	3	0	0
Gebäude für landwirtschaftlichen Betrieb	33	13	1
Öffentliches Gebäude	3	0	0
Betriebsgebäude für Versorgung	6	1	1
Sporthalle	1	0	0
Feuerwehr	1	0	0
Gesamt	231	46	3

Die Ermittlung des Schadenspotenzials erfolgt zwecks eines Vergleiches über zwei Ansätze.

Zum einen wurden die Schäden nach den betroffenen Gebäuden wie Wohnung, Gewerbe und Industrie ausgewertet. Dabei wurden nach [17] für Wohnungen ein Vermögen von 500,- €/m² und für Gewerbe und Industrie von 625,- €/m² angesetzt.

Bei einem HQ von rd. 41 m³/s sind in Rhüden Schäden in Höhe von insgesamt ca. 1,4 Mio. € zu erwarten (Abb. 9.5). Die Wirkung des 2002 erbauten HRB Nette blieb hierbei unberücksichtigt.

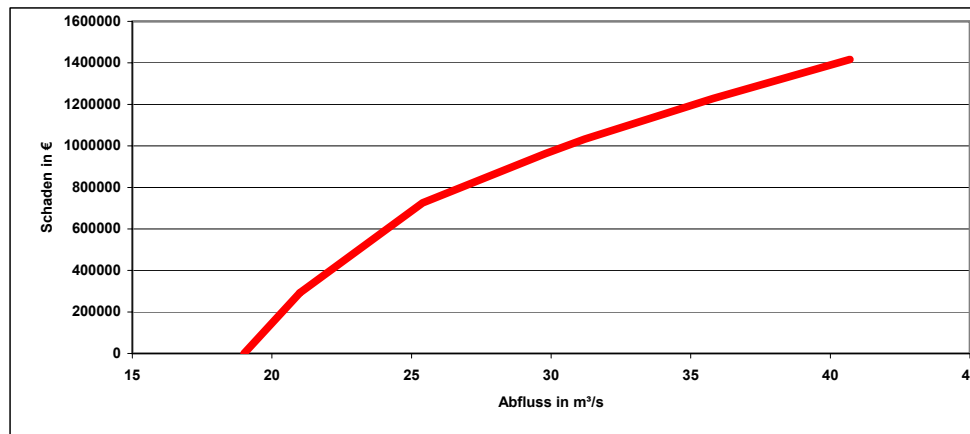


Abb. 9.5 Schadenspotenzial Rhüden (Auswertung über Gebäude)

Zum anderen erfolgte die Auswertung über die unterschiedliche Flächennutzungen Landwirtschaft, Verkehr, Grünland, Forst, Grünflächen, Wohnen, Gewerbe und Industrie. Der Wert der Flächen bewegt sich zwischen 0,1 €/m² (Grünlandfläche) und 300,- €/m² (Industriefläche). Insgesamt fallen in Rhüden bei gleichem Abfluss mit der Bewertung über die Nutzungsflächen ein Gesamtschaden von rd. 2,2 Mio. € an. Der anteilig größte Schaden entsteht dabei mit ca. 1,8 Mio. € (entspricht in etwa 80 % des Gesamtschadens) an Wohngebäuden (Abb. 9.6).

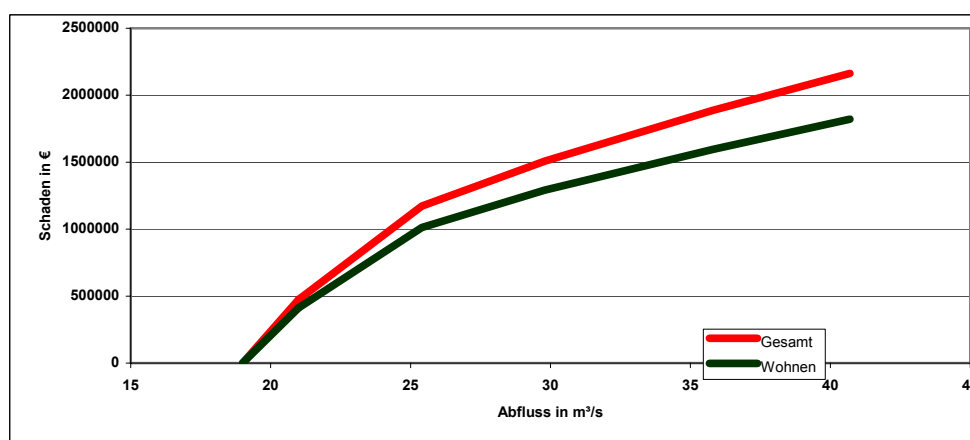


Abb. 9.6 Schadenspotenzial Rhüden (Auswertung über Nutzungsflächen)

Der Schutz einzelner Gebäude durch bereits vorhandene Schutzelemente wurde in beiden Auswerteverfahren nicht berücksichtigt, da es nicht abschätzbar ist, welche Schutzvorrichtungen rechtzeitig aufgebaut sind und ob einzelne Gebäude z.B. vor eindringendem Grundwasser trotzdem gefährdet sind.

In der Tab. 9.3 werden die somit ermittelten Schäden sowie der jährlich zu erwartende Schaden für die einzelnen Ortschaften angegeben.

Tab. 9.3 Berechnete Gesamtschäden eines HQ₁₀₀ Abflusses sowie die jährlichen Schäden

Ortschaft	Schaden nach Gebäudeansatz in €	Jährlicher Schaden in €	Schaden nach Flächenansatz in € *)	Jährlicher Schaden in € *)
Rhüden **)	1.417.000,-	183.000,-	2.163.000,- (1.822.000,-)	291.000,- (250.000,-)
Engelade ***)	26.000,-	3.000,-	36.000,- (29.000,-)	3.400,- (2.700,-)
Bornhausen	283.000,-	22.000,-	495.000,- (445.000,-)	39.000,- (36.000,-)
Summe	1.726.000,-	208.000,-	2.694.000,- (2.296.000,-)	333.400,- (288.700)

*) Schaden Gesamt (nur Wohnflächen)

**) ohne HRB Nette

***) ohne Seckau Hochwasser

Aus früheren Untersuchungen wurden folgende Hinweise über Schadenssummen in der Ortslage Rhüden angegeben:

Tab. 9.4 Schadenssummen Rhüden (frühere Untersuchungen)

Jahr	Schadenssumme [€]	Quelle, Datum	Anmerkung
1998	61.000,-	VGH, 2012	1998 gab es keine Elementarversicherung. Summe wurde auf Kulanzbasis gezahlt
2002	520.000,-	VGH, 2012	
2007	1.045.000,-	VGH, 2012	
2007	6.000.000,-	Ing.-Büro Metzger, 2012	Grundlage unbekannt

9.4 Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme durch Gegenüberstellung von Kosten und Schadenspotenzial

Die Schadensauswertungen einzelner Maßnahmen werden über den Gebäudeansatz ermittelt (siehe Kap. 9.3). Der derzeitige jährliche Schaden beträgt ohne Berücksichtigung des HRB Netze in Rhüden rd. 183.000,- €.

Mit Berücksichtigung der 1999 untersuchten Beckenwirkung, die eine Abflussreduzierung am Becken bis zu 8 m³/s vorsah, führt die Auswertung zu einer jährlichen Schadenserwartung von rd. 40.000,- €.

In Bornhausen werden Kosten in Höhe von rd. 22.000,- € pro Jahr berechnet.

Für jede Maßnahme fallen neben den Planungs- und Baukosten zusätzlich auch jährliche Betriebskosten in unterschiedlicher Höhe an. Können kleinere Maßnahmen im Rahmen der üblichen Sanierungs- und Wartungsarbeiten durchgeführt werden, so entstehen nur geringfügig höhere Kosten. Bei größeren Maßnahmen, wie beispielsweise der Betrieb eines Hochwasserrückhaltebeckens, fallen jährliche Kosten von mehreren Tsd. Euro für die Unterhaltung, den Betrieb sowie das Personal an.

Die Betriebskosten einzelner Maßnahmen bleiben bei der Kostenermittlung unberücksichtigt und sind in späteren Planungsphasen zu ermitteln.

Tab. 9.5 Maßnahmenbewertung

Kap.	Maßnahme
8.3.1	Leistungsfähigkeit / Ausbau Nette Kostenansatz: 1.000,-€/m Gewässerausbau, Kosten für den Neubau von Brücken sind in den Planungsphasen zu ermitteln. Baukosten: 1.300.000,- € Schadenspotenzial: Annahme: Ausbauabfluss $Q = 23 \text{ m}^3/\text{s}$ Jährlicher Schaden in Rhüden: 14.500,- € Annahme: Ausbau auf $Q = 28 \text{ m}^3/\text{s}$ Jährlicher Schaden in Rhüden: 3.100,- €
8.3.2.1	Erweiterung HRB Nette Kostenansatz: Entsprechend einem Neubau Baukosten: 3.000.000,- € Schadenspotenzial: Annahme: Erhöhung des Stauvolumens auf 600.000 m^3, um das frühe Einstauen zu kompensieren Jährlicher Schaden in Rhüden: 13.000,- €
8.3.2.2	Hochwasserrückhalt der Rotte und /oder der Lutter Baukosten: Sind in der Planungsphase zu ermitteln Schadenspotenzial: geringe Auswirkung
8.3.2.3	HRB Bornhausen Kostenansatz: Neubau Baukosten: 8.000.000,- € Schadenspotenzial: Annahme: Abfluss bei Regelabgaben beider Becken: in Rhüden rd. 22 m^3/s Jährlicher Schaden in Rhüden: 1.000,- €
8.3.3	Regenrückhaltebecken (RRB) Kostenansatz: je nach Stauvolumen zwischen 150,- und 300,- € je m^3 Baukosten: Sind in der Planungsphase zu ermitteln Schadenspotenzial: (sehr) geringe Auswirkung

Kap.	Maßnahme
8.3.5	Bau einer Uferverwallung bzw. eines mobilen Verschlusses am Alten Ahlerbach in Kombination mit Ausbauerweiterung Nette Kostenansatz: Erdverwallung 200,- €/m; Mauer 400,- €/m Baukosten: Sind in den Planungsphasen zu ermitteln. Schadenspotenzial: mittlere bis hohe Auswirkung
8.3.6	Einzelmaßnahmen im Ortsbereich Rhüden Kostenansatz: Absenkung Straße/Weg zwischen 100,- und 1.000,- €/m; Abriss Mauer 250,- €/m; Baukosten: Sind in den Planungsphasen zu ermitteln Schadenspotenzial: Annahme: Absenkung der östlichen Wasserstände in Rhüden um rd. 10 - 20 cm Jährlicher Schaden in Rhüden mit geplanter Wirkung HRB Nette: 28.000,- € Jährlicher Schaden in Rhüden ohne Wirkung HRB Nette: 123.000,- €
8.3.7	Einzelmaßnahmen unterhalb von Rhüden Baukosten: Sind in den Planungsphasen zu ermitteln Schadenspotenzial: keine Auswirkungen in der Ortslage Rhüden
8.3.8	Beseitigung von Anlandungen in den Gewässern und Brücken Baukosten: Sind in den Planungsphasen zu ermitteln Schadenspotenzial: geringe Auswirkungen in den Ortslagen
8.3.9	Entlastungsgraben in Rhüden Kostenansatz: Neubau Grabenprofil 750,- €/m; Durchlass 15.000,- €; zzgl. Grunderwerb Baukosten: 1.000.000,- € Schadenspotenzial: Annahme: Entlastung nimmt rd. 3 m³/s auf Jährlicher Schaden in Rhüden mit geplanter Wirkung HRB Nette: 18.000,- € Jährlicher Schaden in Rhüden ohne Wirkung HRB Nette: 98.000,- €
8.3.10	Bau einer Verwallung und Aktivierung des Mühlengrabens in Bornhausen Kostenansatz: Ertüchtigung Graben 500,- €/m; Erdverwallung 200,- €/m; Mauer 400,- €/m Baukosten: rd. 600.000,- € Schadenspotenzial: Annahme: Mühlengraben nimmt rd. 2 m³/s auf Jährlicher Schaden in Bornhausen: 14.000,- €

Kap.	Maßnahme
8.3.11	Mobile Hochwasserschutzeinrichtungen Kosten: Sind in den Planungsphasen zu ermitteln Schadenspotenzial: hohe Wirksamkeit einzelner Gebäude und Flächen
8.3.12	Stillgewässer schaffen, Wegraine erhalten Baukosten: Sind in den Planungsphasen zu ermitteln Schadenspotenzial: sehr geringe Auswirkung bei extremen Ereignissen
8.3.13	Versickerung von Regenwasser Baukosten: Sind in den Planungsphasen zu ermitteln Durchschnittliche Kosten: Flächenversickerung: 2,5 - 5,0 €/m ² A _{red} Muldenversickerung: 3,5 - 12,0 €/m ² A _{red} Versickerungsbecken: 20,0 €/m ² A _{red} Schadenspotenzial: geringe Auswirkungen

10 Zusammenfassung

In der Vergangenheit waren im Einzugsgebiet der Nette und der Schildau neben Bornhausen, Bilderlahe und Engelage insbesondere die Ortschaft Rhüden immer wieder von Überschwemmungen betroffen. Daher hat die Stadt Seesen die L+N ingenieurgemeinschaft beauftragt, eine kommunale Hochwasserschutzkonzeption für den Raum Seesen zu erarbeiten.

Neben der Gebietsbeschreibung und Bestandsaufnahme wurden Wasserspiegellagen unterschiedlicher Abflüsse hydraulisch berechnet und daraus die Hochwassergefährdung abgeleitet. Die Ergebnisse der Berechnungen sind Grundlage der Ermittlung von Hochwassergefahren- und -risikokarten, des Schadenspotenzials und von Maßnahmen zur Minderung der Hochwassergefährdung.

Unabhängig von der Umsetzung einzelner Maßnahmen ist die Eigenvorsorge zu befürworten. Eine Vielzahl an Gebäuden verfügt bereits über mobile Schutzeinrichtungen und die Ortsfeuerwehr Rhüden betreibt ein bewährtes Hochwassermanagement. Anregungen zu einzelnen Schutzmaßnahmen gab es von der BI Hochwasser Rhüden, der Feuerwehr Rhüden sowie vom BUND.

Des Weiteren sind zahlreiche Gefahrenbereiche im Einzugsgebiet vor Ort besichtigt worden, und es konnten Maßnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes vorgeschlagen und bewertet werden.

Vor einer möglichen Umsetzung von Maßnahmen sind jedoch die Wirkungen auf ein Hochwasser im Detail zu untersuchen.

Technische Rückhaltemaßnahmen wirken immer nur auf bestimmte gefährdete Ortslagen. Sie können entsprechend ihrer Schutzziele Hochwasserscheitel besonders reduzieren. Je nach Entstehung des Hochwassers kann ein Einsatz von Rückhalt im übergeordneten System zu Scheitelabflusserhöhungen oder -reduzierungen führen oder wirkungslos bleiben.

Für die Höhe eines Hochwassers sind neben der zeitlichen und räumlichen Verteilung des Niederschlages die natürlichen Speicherwirkungen (Bewuchs, Boden, Gelände oder Gewässernetz) maßgebend. Je dichter und heterogener beispielsweise der Bewuchs ist, desto mehr Wasser wird zurückgehalten. Wald verhindert die Entstehung von Oberflächenabfluss fast vollständig, auf Grün- und Ackerländern können dagegen beträchtliche Abflussraten auftreten. Maßnahmen im Einzugsgebiet wirken abflusssäufend und aus ökologischen Gründen positiv, große Hochwässer bleiben jedoch, vor allem bedingt durch Vorregen, unbeeinflusst.

Die Niederschlagsversickerung ist Teil der Hochwasservorsorge. Für große Hochwässer ist der abflussmindernde Effekt der Versickerung im Untersuchungsgebiet aber minimal.

Eine Übersicht der Wirkung einzelner Maßnahme auf ein Hochwasserereignis zeigt die Tab. 10.1, eine einfache Wirkungsaddition von HW-Schutzmaßnahmen ist nicht möglich.

Tab. 10.1 Einordnung von Einzelmaßnahmen auf die Hochwasserauswirkungen extremer Ereignisse

sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch
			Leistungsfähigkeit / Ausbau Nette	
			Erweiterung HRB Nette	
	Hochwasserrückhalt der Rotte und /oder der Lutter			
			HRB Bornhausen	
Regenrückhaltebecken (RRB)				
		Bau einer Uferverwallung bzw. eines mobilen Verschlusses am Alten Ahlerbach in Kombination mit Ausbauerweiterung Nette		
	Einzelmaßnahmen im Ortsbereich Rhüden			
Einzelmaßnahmen unterhalb von Rhüden				
	Beseitigung von Anlandungen in den Gewässern und Brücken			
	Entlastungsgraben in Rhüden			
	Bau einer Verwallung und Aktivierung des Mühlengrabens in Bornhausen			
		Mobile Hochwasserschutzeinrichtungen		
Stillgewässer schaffen, Wegraine erhalten				
	Versickerung von Regenwasser			

Bei der Planung von Rückhaltebecken ist eine detaillierte Bemessung unumgänglich. Die in den vorangegangenen Untersuchungen angegebenen Größen und Regelungen sowie die angedachte Verbundsteuerung von Becken sollten bei weiteren Planungen überprüft und zwischen Gutachtern, Planern, Betreibern und der zuständigen Wasserbehörde abgestimmt werden.

Primäres Ziel ist es, die derzeitigen (Hochwasser-)Abflussverhältnisse in der Nette und deren Nebengewässer zu erfassen, um mit deren Kenntnisse zukünftige Maßnahmen zu entwickeln.

Die hier aufgeführten lokalen Maßnahmen stellen erste Vorschläge und keine Planungen dar. Sie dienen im Zuge von Umsetzung einzelner Schutzmaßnahmen als erste Entscheidungshilfen. Die Umsetzungen, Kosten und Wirkungen sind im Rahmen von Planungen näher zu untersuchen.

Aufgestellt:

Isernhagen, 17. Dezember 2012



L+N ingenieurgemeinschaft
ernst-grote-str. 13
30916 isernhagen

Dipl.-Ing. M. Nickel

Dr.-Ing. A. Nickel

11 Quellenverzeichnis

- [1] Umweltbundesamt: Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Texte 34/03, Sichern und Wiederherstellen von Hochwasser- und -rückhalteflächen, 2003.
- [2] Ministerium für Umwelt und Klimaschutz: Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen zur Aufstellung von Hochwasserschutzkonzeptionen an kleineren Gewässern - Anlage 1: Leitfaden zur Aufstellung von Hochwasserschutzkonzeptionen, 2009.
- [3] Erläuterungsbericht zur Ermittlung von Überschwemmungsgebieten an der Nette, Markau und Schildau, L+N ingenieurgemeinschaft, Isernhagen, 2010.
- [4] Bund/Länder - Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA): Empfehlung zur Aufstellung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten, beschlossen auf der 139. LAWA - VV am 25./26. März 2010 in Dresden.
- [5] Bayrisches Landesamt für Wasserwirtschaft: Hochwasserschadendatenbank HOWAS 21, Augsburg, o. J.
- [6] Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen, o. J.
- [7] Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Abt. 3: Wasserwirtschaft, Gewässerschutz (Hrsg.): Hochwasserbemessungswerte für die Fließgewässer in Niedersachsen - Abflüsse in Hydrologischen Landschaften über Regionalisierungsansätze -, Hildesheim, 2003.
- [8] Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union: Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken, 2007.
- [9] <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de>
- [10] Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union: Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, 2000.
- [11] Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union: Richtlinie 96/61/EG des Rates vom 24. September 1996 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung, 1996.
- [12] Bericht der BWK-Arbeitsgruppe „Hochwasserschadenspotenziale“, Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK), 2001

- [13] Bayrisches Landesamt für Wasserwirtschaft: Hochwasserschadendatenbank HO-WAS21, Augsburg
 - [14] Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, 2000
 - [15] Schadensrisikokarten in Schleswig Holstein, Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein
 - [16] Übersichtskarten der Überschwemmungsgefährdung und der möglichen Vermögensschäden am Rhein, Abschlussbericht, Internationale Kommission zum Schutz des Rheins, 2001
 - [17] Überregionaler Maßnahmenplan zum Schutz vor Hochwasser für die Mittelweser, Landkreis Nienburg / Weser, 2010
 - [18] Hochwasserrisikomanagementplan Brandenburg, Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV), 2010
 - [19] Ausbau der Nette, Wasserverband Untere Nette, 1985
 - [20] Hochwasserrückhaltebecken südlich von Rhüden, Ausbauverband Nette
 - [21] Neubau eines Hochwasserrückhaltebeckens östlich von Bornhausen im Einzugsgebiet der Schildau, Ausbauverband Nette, 2011
 - [22] Hochwasserrückhaltebecken südlich von Rhüden, Antrag zur Änderung des Planfeststellungsbeschlusses der Bezirksregierung Braunschweig, Ausbauverband Nette, 2010
 - [23] Erschließung des Baugebietes „In der Marsch Nord“, Bebauungsplan RHÜ 25; Ing.-Büro Metzing, Seesen, 2003
 - [24] Begründung zum Bebauungsplan RHÜ 24 „Radweg Bornhausen - Rhüden“, Stadt Seesen, 2000
 - [25] Begründung zum Vorhaben- und Erschließungsplan Rhü 20 „Autohof Rhüden mit örtlichen Bauvorschriften“, Stadt Seesen, 1996
 - [26] Erlaubnisantrag für die Einleitung von Regenwasser aus dem geplanten Autohof Rhüden, Ing.-Büro Metzing, Seesen, 1996
 - [27] Erläuterungsbericht zum Planfeststellungsbeschluss "Neubau der Tank- und Rastanlage Seesen an der BAB A7, Ing.-Gesellschaft Hemmerling, Hannover, 1999
 - [28] Planfeststellungsbeschluss "Neubau der Tank- und Rastanlage Seesen an der BAB A7, Bezirksregierung Braunschweig, 2002
-

- [29] Hochwasser Infoblatt, Feuerwehr Rhüden, 2009
- [30] Erstellung einer Hochwasserschutzkonzeption für die Stadt Seesen, Phase 1 Datenrecherche und Bestandsaufnahme, Golder Associates, 2010
- [31] Untersuchung der Abflussregelung im Nettegebiet, Wasserverband Nette, Universität Hannover, 1983
- [32] Ausbau der Nette und der Rotte im Stadtteil Rhüden, Wasserverband Untere Nette, Ing. Büro Rehe, Hildesheim, 1986
- [33] Hochwasserschutz Rhüden – Prüfen der natürlichen Rückhaltemöglichkeiten, Stadt Seesen, Prof. Lecher, 1999
- [34] Neubau eines Hochwasser-Rückhaltebeckens südlich von Rhüden - Planfeststellung, Ausbauverband Nette, Ingenieurbüro Metzing, Seesen, 2001
- [35] Karte der Ausdehnung des Hochwassers 1998, Stadt Seesen, 2003
- [36] Grundsatzuntersuchung zum Hochwasserschutz innerhalb der Ortslage Rhüden, Stadt Seesen, L+N Ingenieurgemeinschaft, 2004
- [37] Ermittlung der Überschwemmungsgrenzen der Nette im Bereich der Stadt Seesen, Ortsteil Rhüden, Bezirksregierung Braunschweig Dez. 502, L+N Ingenieurgemeinschaft, 2004
- [38] Karte der Ausdehnung des Hochwassers 2002, Stadt Seesen, 2004
- [39] Voruntersuchung zum Neubau eines Hochwasserrückhaltebeckens östlich der Ortslage Bornhausen, Ausbauverband Nette, Ingenieurbüro Metzing, 2007
- [40] Erstellen eines Flussgebietsmodells für das Einzugsgebiet des Nette, Ausbauverband Nette, L+N Ingenieurgemeinschaft, Leibniz Universität Hannover, 2008
- [41] Neubau eines Hochwasserrückhaltebeckens östlich von Bornhausen im Einzugsgebiet der Schildau, Ausbauverband Nette, Ingenieurbüro Metzing, 2009
- [42] Ergänzende Maßnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes von Rhüden, Stadt Seesen, L+N Ingenieurgemeinschaft, 2009
- [43] Ergänzende Maßnahmen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes von Rhüden - Eindeichung des Kindergartens, Stadt Seesen, L+N Ingenieurgemeinschaft, 2009
- [44] Ermittlung der Überschwemmungsgebiete an der Nette, Markau und Schildau, NLWKN, L+N Ingenieurgemeinschaft, 2010

- [45] Veränderung des Einstaubeginns am Hochwasserrückhaltebecken südlich von Rhüden - Planfeststellungsverfahren, Ausbauverband Nette, Ingenieurbüro Metzing, 2011
- [46] Neubau eines Hochwasserrückhaltebeckens östlich von Bornhausen im Einzugsgebiet der Schildau, Ausbauverband Nette, Ingenieurbüro Metzing, 2011
- [47] Erstellung eines NA-Modells für das Einzugsgebiet der Nette bis zum Pegel „Groß Rhüden“, NLWKN, L+N Ingenieurgemeinschaft, 2009
- [48] Chen, M., (2005): Changes in precipitation characteristics over North America for doubled CO₂, Geophysical Research Letters 32
- [49] Christensen, J.H., (2003): Climate modelling: Severe summertime flooding in Europe. Even as summers become drier, the incidence of severe precipitation could increase, Nature 421
- [50] Schnur, R. (2002): The investment forecast, Nature 415
- [51] Praktische Hydrologie, Wittenberg, H., 2011
- [52] Wassertechnische Berechnung für den Neubau der Tank- und Rastanlage Seesen an der A7, Straßenneubauamt Northeim, 2001
- [53] Bauantrag für den Bebauungsplan BO 09 "Alte Sandgrube", Gropengießer, 2003
- [54] Erlaubnisantrag zum Einleiten von Regenwasser „Vor dem Lindenberg“, Ing.-Büro Metzing, 2002
- [55] Daten CD, Stadt Seesen, 2012
- [56] Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 138, 2005
- [57] Arbeitshilfen Abwasser, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2011
- [58] Neubau eines HRB östlich von Bornhausen, Voruntersuchung, Ausbauverband Nette, Ingenieurbüro Metzing, 2007
- [59] NLWKN, Oberirdische Gewässer Band 23, Hochwasserschutz in Niedersachsen, 2005
- [60] Universität Hohenheim, Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre, Landwirtschaftlicher Hochwasserschutz, 10 Steckbriefe für 12 Maßnahmen, Stuttgart, 2007

Anlagen

Anlage 1 Übersicht

Anlage 2 Flächennutzung

Anlage 3 Schutzzonen

Anlage 4 Festgesetztes Überschwemmungsgebietes Rhüden / Bornhausen

Anlage 5.1 Lageplan Hochwasser Oktober 1998 in Rhüden

Anlage 5.2 Lageplan Hochwasser Juli 2002 in Rhüden

Anlage 6.1 Hochwassergefahrenkarten HQ_{gering}

Anlage 6.2 Hochwassergefahrenkarten HQ₁₀₀

Anlage 6.3 Hochwassergefahrenkarten HQ_{extrem}

Anlage 7.1 Hochwasserrisikokarten HQ_{gering}

Anlage 7.2 Hochwasserrisikokarten HQ₁₀₀

Anlage 7.3 Hochwasserrisikokarten HQ_{extrem}

Anlage 8 Leistungsfähigkeiten Gewässerabschnitte und Bauwerke

Anlage 9 Informationsblatt Hochwasser (Feuerwehr Rhüden)