

Auftraggeber

Bayerisches Landesamt für Umwelt

**Bayerisches Flutpolderprogramm;
weitergehende Untersuchungen zu Flutpoldern an der Donau -
Standortsuche für große Hochwasserrückhaltebecken in den
Einzugsgebieten von Lech, Naab und Regen**

Weimar, Juli 2021

Impressum/Kontakt:

Tractebel Hydroprojekt GmbH · Rießnerstraße 18 · 99427 Weimar · Telefon: 03643 746400 · Fax: 03643 746405
E-Mail: hydroprojekt-de@tractebel.engie.com · Internet: www.hydroprojekt.de · Büros und Geschäftsstellen in:
Bad Vilbel, Berlin, Dresden, Freiburg i. Br., Hamburg, Magdeburg, München und Weimar
Ein Unternehmen mit zertifiziertem Qualitätsmanagementsystem

INHALTSVERZEICHNIS

1	Veranlassung, Zielstellung	7
2	Technische Randbedingungen	8
2.1	Klassifizierung von Hochwasserrückhaltebecken	8
2.2	Lage der Hochwasserrückhaltebecken zum Gewässer	8
2.3	Betriebsform von Hochwasserrückhaltebecken	8
3	Datengrundlagen	9
4	Methodisches Vorgehen für die Standortsuche	11
4.1	Allgemeine Vorgaben	11
4.2	Standorte im Hauptschluss	12
4.2.1	Eingrenzung des Suchraumes	12
4.2.2	Potenzielle Sperrenstandorte, Teilsegmente	12
4.2.3	Ermittlung der Stauinhalte	13
4.3	Standorte im Nebenschluss	15
4.3.1	Vorgaben und Suchraum	15
4.3.2	Parametrisierung potenzieller Standorte	16
4.4	Bestehende Talsperren	16
5	Methodisches Vorgehen bei der Auswahl der Standorte	16
6	Standorte im Einzugsgebiet des Lech	18
6.1	Gebietsbeschreibung	18
6.2	Standorte im Hauptschluss	21
6.3	Standorte im Nebenschluss	23
6.4	Erweiterung von bestehenden Talsperren	27
6.4.1	Grüntensee	27
6.4.2	Forgensee	28
7	Standorte im Einzugsgebiet der Naab	30
7.1	Gebietsbeschreibung	30
7.2	Standorte im Hauptschluss	32
7.3	Standorte im Nebenschluss	34
7.4	Erweiterung von bestehenden Talsperren	37
7.4.1	Liebensteinspeicher	37
7.4.2	Perlsee	38

7.4.3	Silbersee	39
7.4.4	Eixendorfer See	40
8	Standorte im Einzugsgebiet des Regen	41
8.1	Gebietsbeschreibung	41
8.2	Standorte im Hauptschluss	43
8.3	Standorte im Nebenschluss	45
8.4	Erweiterung von bestehenden Talsperren	46
9	Berücksichtigung einer Vorfüllung	47
9.1	Methodik	48
9.2	Ergebnisse	48
10	Plausibilitätsprüfung ausgewählter Standorte	50
10.1	Standort 1182 Regen	50
10.2	Standort 2792 Naab	51
11	Zusammenfassung	52
12	Anlagen	54

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1:	Schnittlinien für die Bildung von Teilsegmenten. Links mit der ursprünglichen Gewässerachse, rechts mit der gestreckten Gewässerachse (Puffer 40 m, Toleranz Stützpunkte 500 m)	13
Abb. 2:	Schematische Darstellung der Ermittlung des Rückhaltevolumens eines Speicherstandortes unter Berücksichtigung der Höhenrestriktionen, hier dargestellt für den untersten Standort	14
Abb. 3:	Feststellung eingestauter Suchraumteilsegmente	17
Abb. 4:	Einzugsgebiet des Lech	18
Abb. 5:	Gewässernetz und DGM5 des Einzugsgebietes des Lech	20
Abb. 6:	Suchraum und Teilsegmente für die Standortidentifizierung im Hauptschluss im Einzugsgebiet des Lech	21
Abb. 7:	Karte aller identifizierten Standorte im Hauptschluss im Einzugsgebiet des Lech	23
Abb. 8:	Lage der identifizierten Standorte im Nebenschluss im EZG Lech	26
Abb. 9:	Lage des Grüntensees im Einzugsgebiet des Lech	27
Abb. 10:	Grüntensee: bei Z_V und bei Z_H eingestaute Fläche sowie Erweiterungsmöglichkeit	28
Abb. 11:	Lage des Forggensees im Einzugsgebiet des Lech	29
Abb. 12:	Forggensee: Höhenrestriktionen aufgrund bestehender Siedlungsflächen	29
Abb. 13:	Einzugsgebiet der Naab	30

Abb. 14:	Gewässernetz und DGM5 des Einzugsgebietes der Naab	31
Abb. 15:	Suchraum / Teilsegmente für Standortidentifizierung im Hauptschluss im Einzugsgebiet der Naab	32
Abb. 16:	Karte aller identifizierten Standorte im Hauptschluss im Einzugsgebiet der Naab	34
Abb. 17:	Bestand an Hochwasserschutzanlagen im Einzugsgebiet der Naab	35
Abb. 18:	Untersuchte Standorte im Nebenschluss im Einzugsgebiet der Naab	36
Abb. 19:	Lage des Liebensteinspeichers im Einzugsgebiet der Naab	37
Abb. 20:	Liebensteinspeicher: bei Z_V und bei Z_H eingestaute Fläche, Erweiterungsmöglichkeit (rote Fläche)	38
Abb. 21:	Lage des Perlsees, des Silbersees und des Eixendorfer Sees im Einzugsgebiet der Naab	38
Abb. 22:	Perlsee: bei Z_V und bei Z_H eingestaute Fläche, Erweiterungsmöglichkeit (rote Fläche)	39
Abb. 23:	Silbersee: bei Z_V und bei Z_H eingestaute Fläche, Erweiterungsmöglichkeit (rote Fläche)	40
Abb. 24:	Eixendorfer See: bei Z_V und bei Z_H eingestaute Fläche, Erweiterungsmöglichkeit (rote Fläche)	41
Abb. 25:	Einzugsgebiet des Regen	42
Abb. 26:	Gewässernetz und DGM5 des Einzugsgebietes des Regen	42
Abb. 27:	Suchraum / Teilsegmente für Standortidentifizierung im Hauptschluss im Einzugsgebiet des Regen	43
Abb. 28:	Karte aller identifizierten Standorte im Hauptschluss im Einzugsgebiet des Regen	45
Abb. 29:	Bestand an Hochwasserschutzanlagen im Einzugsgebiet des Regen	46
Abb. 30:	Lage des Drachensees im Einzugsgebiet des Regen	46
Abb. 31:	Drachensee: bei Vollstau und bei Z_H eingestaute Fläche, die Erweiterungsmöglichkeiten begrenzende Siedlung (rot eingekreist)	47

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1:	verwendete Grundlagendaten	10
Tab. 2:	zu untersuchende bestehende Talsperren	16
Tab. 3:	Auswertung aller identifizierten möglichen Sperrenstandorte für Becken im Hauptschluss des Lech nach Einzugsgebietsgröße und maximalem Rückhaltevolumen	22
Tab. 4:	Auswertung der 154 möglichen Beckenstandorte ohne gegenseitige Überlagerung im Hauptschluss des Lech nach Einzugsgebietsgröße und maximalem Rückhaltevolumen	22
Tab. 5:	Standorte im Nebenschluss im EZG Lech nach Größenklassen	24
Tab. 6:	Wesentliche Kennzahlen der Standorte > 1 Mio. m ³ im Nebenschluss im Einzugsgebiet Lech	25
Tab. 7:	Auswertung aller identifizierten möglichen Sperrenstandorte für Becken im Hauptschluss der Naab nach Einzugsgebietsgröße und maximalem Rückhaltevolumen	33
Tab. 8:	Auswertung der 347 möglichen Beckenstandorte ohne gegenseitige Überlagerung im Hauptschluss der Naab nach Einzugsgebietsgröße und maximalen Rückhaltevolumen	33
Tab. 9:	Ergebnisse der Stauinhaltsberechnungen möglicher Nebenschlussbecken im Einzugsgebiet der Naab	36
Tab. 10:	Auswertung aller identifizierten möglichen Sperrenstandorte für Becken im Hauptschluss des Regen nach Einzugsgebietsgröße und maximalem Rückhaltevolumen	44
Tab. 11:	Auswertung der 161 möglichen Beckenstandorte ohne gegenseitige Überlagerung im Hauptschluss des Regen nach Einzugsgebietsgröße und maximalen Rückhaltevolumen	44
Tab. 12:	Ergebnisse der Vorfüllungsberechnung	49
Tab. 13:	Zusammenstellung der identifizierten möglichen Standorte mit einem Rückhaltevolumen von mehr als 1 Mio. m ³ für die LARSIM-Wirkungsanalysen	52

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV): Hochwasserschutz Aktionsprogramm 2020plus. München, Juni 2014.
- [2] DIN 19700-10: Stauanlagen – Teil 10: Gemeinsame Festlegungen, Juli 2004
- [3] DIN 19700-11: Stauanlagen – Teil 11: Talsperren, Juli 2004
- [4] DIN 19700-12: Stauanlagen – Teil 12: Hochwasserrückhaltebecken, Juli 2004
- [5] Aquantec Gesellschaft für Wasser und Umwelt mbH: Bayerisches Flutpolderprogramm; weitergehende Untersuchungen zu Flutpoldern an der Donau - Hydrologische Modellierung und Auswertung im Donaueinzugsgebiet mit Wirkungsanalyse großer Hochwasserrückhaltebecken an Seitengewässern der Donau, Juli 2021

1 Veranlassung, Zielstellung

Die Hochwasserereignisse der vergangenen Jahre haben im Freistaat Bayern hohe Schäden und großes menschliches Leid verursacht. Allein durch das Hochwasser 2013 entstanden in Bayern rund 1,3 Mrd. € Schäden [3]. Infolge dieser Katastrophe wurde die bayerische Hochwasserschutzstrategie zum Hochwasserschutz-Aktionsprogramm 2020plus weiterentwickelt und neu ausgerichtet.

Mit dem Hochwasserschutz-Aktionsprogramm 2020plus und dem seit Anfang 2021 folgenden Gewässeraktionsprogramm 2030 beabsichtigt der Freistaat Bayern, den Hochwasserschutz weiter zu verbessern. Schwerpunkte bei der fachlichen Neuausrichtung sind die verstärkte Auseinandersetzung mit dem sogenannten Überlastfall, der immer dann eintritt, wenn die Hochwasserabflüsse den Schutzgrad der planmäßigen Hochwasserschutzsysteme überschreiten, sowie ein erweitertes Rückhaltekonzept, das bayernweit einerseits naturnahe Rückhalteräume, andererseits auch zusätzliche technische Hochwasserrückhaltebecken verstärkt in den Fokus stellen soll.

Im Hinblick auf Maßnahmen für den Überlastfall, d. h. zur Reduktion der Risiken bei sehr großen Hochwasserereignissen, stellt das Flutpolderprogramm an der bayerischen Donau einen weiteren wichtigen Baustein im erweiterten Rückhaltekonzept dar. Das Programm umfasst aktuell 10 Flutpolderstandorte, die für einen resilienten Hochwasserschutz entlang der bayerischen Donau weiter geplant und umgesetzt werden sollen. Drei dieser Standorte (Bertoldsheim, Eltheim, Wörthhof) wurden allerdings im Koalitionsvertrag zwischen CSU und FREIEN WÄHLERN (05.11.2018) in Frage gestellt. Vor der endgültigen Entscheidung, ob auch diese Standorte weiterverfolgt werden, sind nochmals weitergehende Untersuchungen zu deren Wirkung und zur Wirkung von anderen Maßnahmen im Vergleich gefordert. Eine zentrale Fragestellung ist dabei die Untersuchung von Rückhaltmöglichkeiten an den maßgeblichen Seitenzuflüssen der Donau. Dazu werden mit den Einzugsgebieten (EZG) von Lech, Naab und Regen in dieser Studie speziell die seitlichen Zuflüsse untersucht, die oberhalb der drei in Frage gestellten Flutpolder Bertoldsheim, Eltheim und Wörthhof in die Donau münden.

Mit der vorliegenden Retentionspotenzialanalyse wird kein konkretes Maßnahmenkonzept erarbeitet, sondern eine ergebnisoffene Studie zu mit technischen Maßnahmen erschließbaren größeren Retentionspotenzialen.

Zur Identifizierung prinzipiell geeigneter Standorte für große technische Rückhaltebecken in den bayerischen Einzugsgebieten von Lech, Naab und Regen mit potenziell übergebietlicher Wirkung hatte der Freistaat Bayern eine Standortanalyse als vorbereitende Studie in Auftrag gegeben. Mittels eines GIS-gestützten Screenings des Digitalen Geländemodells (DGM 5) wurden mögliche große Rückhalteräume in den Einzugsgebieten ermittelt. Durch Aussonderung von Standorten, deren Stauräume sich überlagern, wurden potenziell wirksame Standorte ausgewählt. Diese wurden im Anschluss im Rahmen von Nachweisen in einem großräumigen hydrologischen Modell (LARSIM) durch ein drittes Büro hinsichtlich ihrer übergebietlichen Wirksamkeit untersucht [5].

Neben der Identifizierung von Standorten im Hauptschluss wurde geprüft, ob auch geeignete Standorte im Nebenschluss, hinter bestehenden Hochwasserschutzanlagen, möglich sind. Zusätzlich wurden Erweiterungsmöglichkeiten an bestehenden Talsperren untersucht.

Hierzu wurde zunächst das gesamte Untersuchungsgebiet (die Einzugsgebiete von Lech, Naab und Regen) als Potenzialgebiet angenommen. Durch die Anwendung verschiedener Restriktions- und Ausschlusskriterien (z. B. eine Mindesteinzugsgebietsgröße am Sperrenstandort von 10 km², ein Mindestrückhaltevolumen von 1 Mio. m³, keine Überschneidung mit Siedlungen größer als ein Hektar)

wurde das Potenzialgebiet nach und nach „ausgedünnt“ und Standorte für die weiteren Untersuchungen identifiziert.

Die Umsetzung dieser Leistungen erfolgte im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) in Augsburg. Die Tractebel Hydroprojekt GmbH (THP) wurde mit der Durchführung der Studie beauftragt.

2 Technische Randbedingungen

2.1 Klassifizierung von Hochwasserrückhaltebecken

Die Klassifizierung von Hochwasserrückhaltebecken (kurz HRB) erfolgt gemäß DIN 19700-12: Stauanlagen – Teil 12: Hochwasserrückhaltebecken [4]. Demnach werden Becken dann als große Becken bezeichnet, wenn

- entweder das Absperrbauwerk eine Höhe von mindestens 15 m
- oder der Gesamtstauraum ein Stauvolumen von mindestens 1 Mio. m³ aufweist.

Die Höhe des Absperrbauwerkes bezieht sich dabei auf den tiefsten Punkt der Gründungssohle. Gemäß dieser Einteilung wurden in der vorliegenden Studie nur große Beckenstandorte mit einem Gesamtstauvolumen größer 1 Mio. m³ gesucht.

2.2 Lage der Hochwasserrückhaltebecken zum Gewässer

Gemäß DIN 19700-12 [4] ist zu unterscheiden zwischen:

- HRB im Hauptschluss
- HRB im Nebenschluss

HRB im Hauptschluss werden vom Gewässer unmittelbar durchflossen. HRB im Nebenschluss sind seitlich neben dem Gewässer angeordnet und werden über Zuleitungskanäle, Streichwehre oder andere Bauwerke gefüllt und über Auslassbauwerke entleert.

Auf Grund der unterschiedlichen Randbedingungen für derartige Anlagen ist bei der Systematik zur Standortsuche zwischen HRB im Hauptschluss und HRB im Nebenschluss zu unterscheiden (siehe Erläuterungen in Kapitel 4).

Die Suche nach potenziellen Standorten für HRB im Nebenschluss wurde auf die Bereiche hinter vorhandenen Hochwasserschutzanlagen und Stauhaltungsdämmen begrenzt. Daher wurde der Untersuchungsraum auf die Gewässerabschnitte begrenzt, an welchen sich Hochwasserschutzanlagen und Stauhaltungsdämme befinden.

2.3 Betriebsform von Hochwasserrückhaltebecken

Gemäß DIN 19700 Teil 12 [4] werden ungesteuert und gesteuert betriebene HRB unterschieden:

Betriebsform ungesteuert

Ungesteuerte Becken besitzen eine feste Regelarmatur ohne steuerbare Verschlüsse. Der Abfluss ist direkt vom Beckenwasserstand abhängig. In der einfachsten Form eines ungesteuerten Beckens ist nur ein Betriebsauslass (BA) vorzusehen. Dieser ist gleichzeitig auch Grundablass (GA) und Ökodurchlass (ÖD). Der Betriebsauslass ist so zu dimensionieren, dass der Abfluss bei Erreichen des Vollstaus auf die vorgegebene Regelabgabe begrenzt ist.

Bei Überschreitung des Vollstaus wird zusätzlich die Hochwasserentlastung (HWE) wirksam.

Betriebsform gesteuert

Für eine Steuerung sind bewegliche und steuerbare Verschlüsse erforderlich. Die (n-1)-Bedingung ist entsprechend der Vorgaben in DIN 19700 Teile 11 und 12 i.V.m. DVWK-M 216 einzuhalten. Bei der gesteuerten Ausbildung wird davon ausgegangen, dass bis zum Anspringen der Hochwasserentlastungsanlage (HWE) ein vorgegebener Regelabfluss eingehalten wird und die Abflüsse entsprechend dem Hochwassergeschehen nach Vorgabe des Betreibers eingestellt werden können.

Bei einer einfachen Steuerung wird eine vorgegebene konstante Abgabe eingehalten. Dazu werden die Verschlüsse in Abhängigkeit vom Beckenwasserstand geregelt.

Bei einer komplexen, adaptiven Steuerung wird der Abfluss nicht nur in Abhängigkeit vom Beckenwasserstand geregelt. Es werden darüber hinaus weitere hydrologische Parameter berücksichtigt, wie z. B. der Zufluss und gegebenenfalls Niederschlagsvoraussagen oder auch Abflussmessungen weiter unterhalb oder an unterstrom einmündenden Seitengewässern. Bei einer adaptiven Steuerung ist es z.B. möglich, die Abgabe dann am stärksten zu drosseln, wenn an der nächsten größeren Gewässermündung die Hochwasserwelle durchläuft.

3 Datengrundlagen

Die folgende Tabelle 1 gibt einen Überblick über alle vom LfU zur Verfügung gestellten und für diese Bearbeitung verwendeten Grundlagendaten. Dabei ist zu beachten, dass es sich hier um eine großräumige Studie handelt mit dem Ziel, mögliche Potenziale für den technischen Rückhalt als Grundlage für weitergehende Wirkungsanalysen (siehe [5]) zu identifizieren. Entsprechend sind die Anforderungen an die Datengrundlagen und auch die damit erreichbare Genauigkeit begrenzt. So wird hier ein Höhenmodell mit einer Auflösung von 5 m x 5 m auf Grundlage von Befliegungsdaten verwendet. Für das Untersuchungsziel ist die damit erzielbare Genauigkeit aber als gut anzusehen.

Die Bearbeitung wurde in folgenden räumlichen Bezugssystemen durchgeführt:

Lagesystem: DHDN Gauß-Krüger Zone 4 (EPSG-Code 31468)

Höhensystem: DHHN 2016 (m ü. NHN)

Grundlagendaten, die in anderen Lagesystemen vorlagen, wurden entsprechend transformiert.

Eine Umrechnung von Höhendaten erfolgte nicht, da die Unterschiede zwischen den verschiedenen Höhensystemen wenige Zentimeter betragen und da auch die Genauigkeit des DGM als wesentliche Datengrundlage im Dezimeterbereich liegt.

Tab. 1: verwendete Grundlagendaten

Thema	Daten	Formate	Geo- metrie	Bereit- gestellt	Bemerkung
DGM	DGM5	.tif		LfU	Räumliche Auflösung 5 x 5 m
Topographi- sche Karten	TK100, TK50, TK25	.tif		LfU	farbig
Hydrologie	Gewässerachsen	.shp	Linie	LfU	FGN25 2016
	Gewässerrouten		Linie	LfU	FGN25 2016
	Teileinzugsgebiete		Fläche	LfU	EZG25-2016
	Regionalisierung		Fläche	LfU	HQBY-2016
	Pegel		Punkt	LfU	
	Generalisierte Gewässer- verläufe		Linie	LfU	
Flächen- nutzung	ATKIS-DLM	.shp	Punkt Linie Fläche	LfU	Basis-DLM25 (ausgewählte Objektarten)
HWS-Anlagen	Deiche	.shp	Linie	LfU	
	HWS-Schutzwände		Linie	LfU	
	Hochwasserrückhalte- becken		Punkt	LfU	Punktdaten
	HWS-Schutzsysteme		Linie	LfU	
Talsperren	Staatliche Wasserspeicher	.shp	Punkt	LfU	Punktdaten
Wasser- wirtschaft	Staustufen	.shp	Punkt	LfU	Lech
Hydraulik	WSPL-Längsschnitte	.shp	Punkt	WWAs	Lech, Wertach
	Ergebnisse von hydraulischen Berechnungen aus der Hochwassergefahren- flächenermittlung für HQ ₁₀₀	.shp	Punkt	WWAs	Wasserspiegellagen verwendet als Höhen- restriktionen für mögliche Einstauhöhen
		.2dm			
.dat					

4 Methodisches Vorgehen für die Standortsuche

4.1 Allgemeine Vorgaben

Das Ziel der Studie bestand darin, in den Einzugsgebieten von Lech, Naab und Regen mögliche Standorte für große Hochwasserrückhaltebecken zu identifizieren. Da es sich um eine großräumige Studie handelt, sind dafür automatisierte Verfahren auf Grundlage von flächig verfügbaren Geodaten zu nutzen. Dementsprechend wurden wesentliche Kriterien definiert, die für alle Standorte Gültigkeit besitzen und für die die entsprechenden Grundlagendaten vorliegen:

- Rückhalteraum: mindestens 1 Mio. m³ (Mindestgröße für Klassifizierung als großes Becken gemäß DIN 19700-12)
- Einzugsgebiet am Sperrenstandort: mindestens 10 km²
- Kein Einstau von Siedlungsgebieten. Davon ausgenommen sind Einzelobjekte und einzelne Gehöfte mit einer Fläche von weniger als ein Hektar.
- Kein Einstau von übergeordneten Verkehrswegen (Autobahnen, Bundesstraßen, Eisenbahnlinien).
- Kein Einstau von bestehenden Staustufen an Lech und Wertach von Unterstrom (Grund: Die Betriebseinrichtungen sind nur begrenzt für einen Einstau von Unterstrom ausgelegt. Auch die Standsicherheit von Dämmen kann dadurch gefährdet werden. Ein Umbau gesamter Stauanlagen ist in der Regel nicht wirtschaftlich. Das Potenzial bestehender Anlagen wird durch einen separaten Beitrag zu den Wirkungsanalysen abgeschätzt).
- Maximale Stauhöhe für Becken im Hauptschluss: 30 m. Dies entspricht einem Erfahrungswert für Trockenbecken, da höhere Becken kaum genehmigungsfähig sind (Aufstandsfläche, Landschaftsbild, Kosten etc.). Mit Stauhöhe ist hier der maximale Wasserstand über Gelände gemeint, welcher geringer ist als die Höhe des Absperrbauwerks gemäß DIN 19700-12 (Kronenhöhe über Gründungssohle).
- Maximale Stauhöhe für Becken im Nebenschluss: 13 m. Dies wurde im Einklang mit vergleichbaren Untersuchungen festgelegt, da bei Becken im Nebenschluss üblicherweise deutlich längere Dämme notwendig sind, als bei Becken im Hauptschluss und somit nur geringere Dammhöhen vertretbar sind.

An Wertach und Lech wurden zudem staugeregelte Abschnitte von der Suche nach HRB im Hauptschluss ausgenommen.

Seitendämme an übergeordneten Verkehrswegen (Autobahnen, Bundesstraßen, Eisenbahnlinien) und an Siedlungen wurden für Becken im Hauptschluss nicht zugelassen, das heißt, der Wasserspiegel durfte maximal bis zum Rand der Siedlungsfläche oder einen Meter unter die Fahrbahnachse (zur Verhinderung einer Durchweichung des Unterbaus) heranreichen. Diese Entscheidung wurde deshalb getroffen, da – insbesondere bei der Anwendung automatisierter Methoden ohne Prüfung von Einzelstandorten – Seitendämme oft zu unrealistisch langen Dämmen oder auch zu Ringdeichen um ganze Siedlungen führen würden.

Da mit diesen Verfahren eine Vielzahl von Standorten gefunden wird, ist eine Einzelfallprüfung für alle Standorte nicht möglich. Dies gilt insbesondere für Standorte im Hauptschluss. Eine Einzelfallprüfung kann am Schluss für ausgewählte Standorte erfolgen (siehe Kapitel 10 Plausibilitätsprüfung ausgewählter Standorte).

4.2 Standorte im Hauptschluss

4.2.1 Eingrenzung des Suchraumes

Grundsätzlich war zunächst der gesamte Bayerische Anteil am Einzugsgebiet von Lech, Naab und Regen potenzieller Suchraum.

Eine Eingrenzung des Untersuchungsgebietes erfolgte auf Grundlage der maximalen Stauhöhe von 30 m. Der Suchraum wurde auf Grundlage einer topographischen Analyse auf die Bereiche begrenzt, welche maximal 30 m über der Gewässersohle liegen.

Zudem wurden am Lech die staugeregelten Abschnitte aus dem Suchraum herausgenommen.

Dieser Suchraum bildete die Grundlage für die Ermittlung der möglichen Stauflächen und Stauvolumina.

4.2.2 Potenzielle Sperrenstandorte, Teilsegmente

Für die Identifikation von potenziellen Sperrenstandorten wurden entlang der Gewässer alle 250 m Stützstellen angeordnet. Dabei wurden folgende Bereiche ausgeschlossen:

- Gewässer mit einem Einzugsgebiet kleiner als 10 km²
- Gewässerabschnitte mit einem Abstand von weniger als 100 m zu Siedlungen.

Die Prüfung der Einzugsgebietsgrößen erfolgte auf Grundlage der Teileinzugsgebietsflächen aus der Hochwasserregionalisierung. In dieser sind die Gesamteinzugsgebiete in Teileinzugsgebiete unterteilt. Für jedes Teileinzugsgebiet ist die Gesamtgröße des relevanten Einzugsgebietes am Gebietsauslass vermerkt. Alle Gewässerabschnitte, die sich in Teileinzugsgebieten kleiner als 10 km² befinden, wurden von der weiteren Suche nach Sperrenstandorten ausgenommen.

Ein Absperrbauwerk sollte einen Abstand von mindestens 100 m zur Siedlungsfläche aufweisen. Bei einer mittleren Dammhöhe von 20 m und einer Böschungsneigung von 1:2,5 beträgt die halbe Dammaufstandsfläche bereits 50 m (ohne Kronenbreite). Dazu kommt noch der Platzbedarf für die Betriebseinrichtungen. Dieser Mindestabstand ist somit für die Errichtung eines Staudammes erforderlich. Aber auch aus Sicht des Orts- und Landschaftsbildes ist ein gewisser Mindestabstand sinnvoll. Siedlungen, die eine Fläche von weniger als einem Hektar aufweisen, wurden dabei nicht als Restriktionen betrachtet und schränkten die Standortsuche nicht ein.

An den auf diese Weise identifizierten Stützstellen wurde im Anschluss der Suchraum in Segmente unterteilt. Die Schnittlinie am unteren Ende eines jeden Segments repräsentierte dabei jeweils einen potenziellen Sperrenstandort. Der zugehörige Rückhalteraum konnte sich nach oberstrom über mehrere Segmente erstrecken.

Im Bereich stark mäandrierender Gewässerläufe wurde zu diesem Zweck die Gewässerachse gestreckt (siehe Abb. 1), um eine starke Überschneidung der Schnittlinien zu vermeiden. Entlang dieser Gewässerachse wurde alle 250 m eine Schnittlinie angeordnet, die den Suchraum in Segmente unterteilte.

Die Segmente reichten seitlich bis an den Rand des auf eine Höhe von 30 m über Gewässersohle begrenzten Suchraumes. Die Segmente wurden an der Grenze zum benachbarten Teileinzugsgebiet abgeschnitten, wenn diese Grenze weniger als 30 m über der Gewässersohle liegt und dieses Einzugsgebiet selbst potenzielle Standorte beinhaltete.

Die Schnittlinien wurden im Anschluss hinsichtlich möglicher Überschneidungen geprüft. Traten Überschneidungen auf, wurden die Schnittlinien manuell bereinigt.

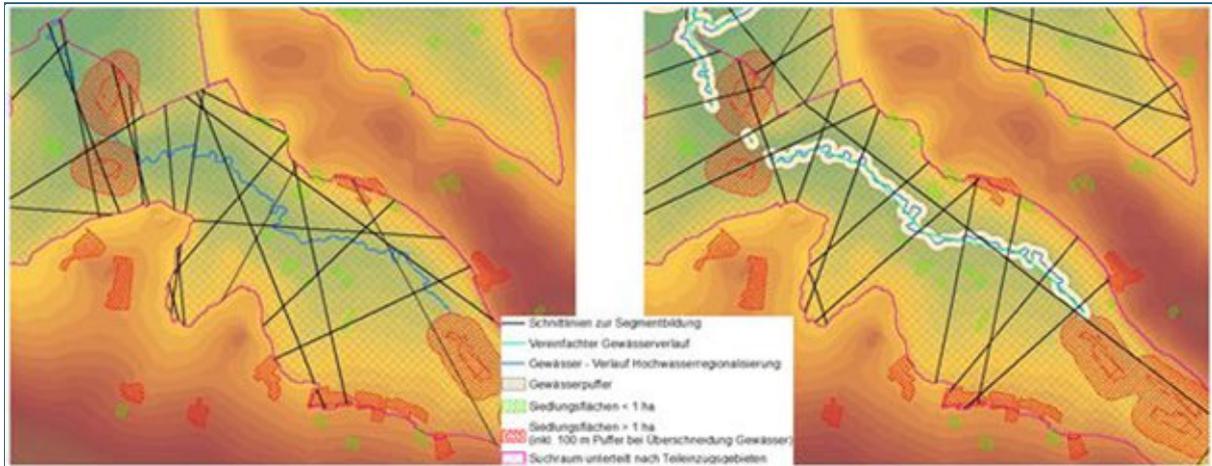


Abb. 1: Schnittlinien für die Bildung von Teilsegmenten. Links mit der ursprünglichen Gewässerachse, rechts mit der gestreckten Gewässerachse (Puffer 40 m, Toleranz Stützpunkte 500 m)

Im Anschluss an die geometrische Fertigstellung der Teilsegmente, mussten diese noch mit den für die Stauinhaltsberechnung notwendigen Parametern versehen werden. Hierzu zählten Gewässerkennzahl, Stationierung und eine eindeutige Teilsegment-ID.

4.2.3 Ermittlung der Stauinhalte

Die Ermittlung der möglichen Stauinhalte wurde im ersten Schritt für jedes Segment einzeln durchgeführt. Dazu wurde für jedes Segment geprüft, ob es Restriktionen gibt, die die maximal mögliche Stauhöhe begrenzen. Als Höhenrestriktionen in diesem Sinne wurden in dieser Studie verwendet:

- Ränder von Siedlungsflächen größer als ein Hektar
- übergeordnete Verkehrsstrassen (Bundesautobahnen, Bundesstraßen und Eisenbahnstrecken)
- die Landesgrenze Bayerns. Ein Einstau in benachbarte Staaten oder Bundesländer sollte vermieden werden.
- an Gewässern, bei welchen die Wasserkraft eine der wesentlichen Nutzungen darstellt: Kein Einstau von Staustufen von unterstrom über den Wasserstand bei HQ_{100} hinaus.

Die zugehörigen Höhenwerte wurden aus dem übergebenen DGM5 (digitales Geländemodell in 5x5 m Auflösung) abgegriffen. Bei den Verkehrsstrassen wurde dabei vom entsprechenden Höhenwert ein Meter abgezogen. Damit sollte verhindert werden, dass der Unterbau eingestaut wird.

Unterstrom von staugeregelten Bereichen zur Wasserkrafterzeugung an Lech und Wertach wurden vom LfU Ergebnisse aus hydraulischen Simulationen aus der Hochwassergefahrenflächenermittlung übergeben. Die Wasserstände an diesen Stellen waren als Höhenrestriktionen zu berücksichtigen, damit bestehende Stauanlagen nicht durch potenzielle neue Hochwasserrückhaltebecken eingestaut werden. Diese lagen in unterschiedlichen Formaten vor (Profillinien, Punktshapes sowie hydronumerische Modelle mit Ergebnisdaten). Die entsprechenden Werte wurden in ein Punktshape für jede Stauanlage überführt.

Wenn keine dieser Höhenrestriktionen greifen, wurde der Stauinhalt für eine maximale Stauhöhe von 30 m bestimmt.

Bis zu dem ermittelten maximalen Wasserstand wurde für jedes Segment eine Stauinhaltslinie mit einer Schrittweite von 2 m erzeugt.

Im Anschluss wurde für jeden potenziellen Sperrenstandort (für jede Schnittlinie) geprüft, über wie viele Segmente sich der zugehörige Stauraum erstrecken kann. Dazu wurde die maßgebliche Höhenrestriktion in den Segmenten oberstrom gesucht. Aus den Stauinhaltslinien der einzelnen Segmente wurde dann für jedes betroffene Segment das zugehörige Stauvolumen bis zu dieser Höhe ermittelt. Das Gesamtvolumen eines Speicherstandortes ergab sich dann als Summe der Einzelvolumina der jeweils betroffenen Segmente.

Dieses Vorgehen ist auf der nachfolgenden Abb. 2 skizziert.

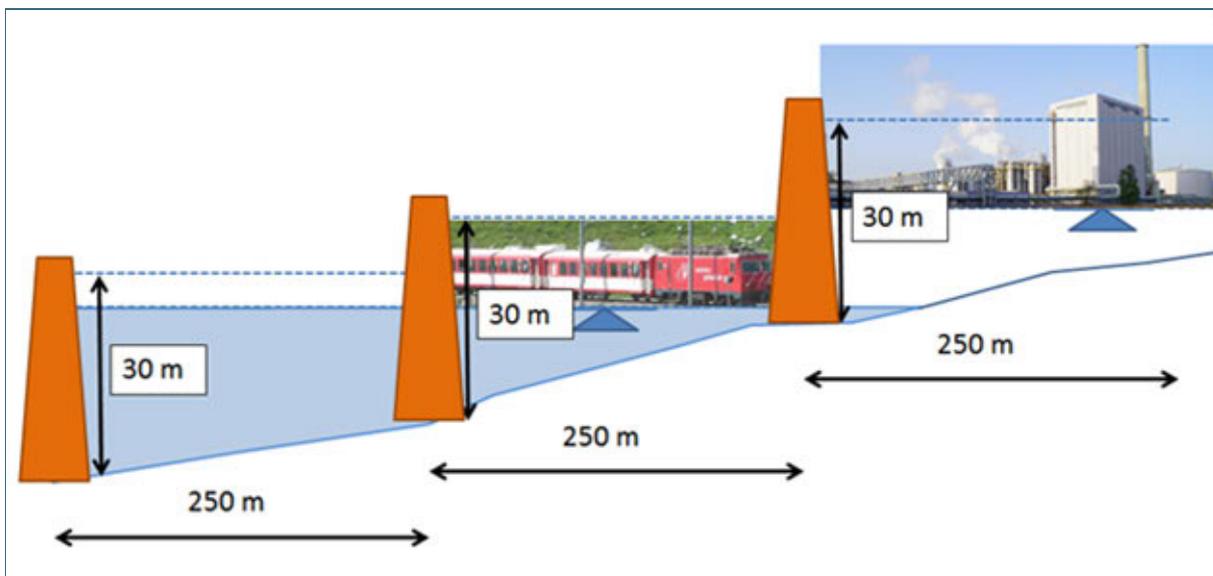


Abb. 2: Schematische Darstellung der Ermittlung des Rückhaltevolumens eines Speicherstandortes unter Berücksichtigung der Höhenrestriktionen, hier dargestellt für den untersten Standort

Auf diese Weise wurde für jeden potenziellen Standort das mögliche Stauvolumen ermittelt. Standorte, die das geforderte Mindestvolumen von 1 Mio. m³ nicht erreichten, wurden aus den weiteren Untersuchungen ausgeschlossen.

Dieses Vorgehen bedeutete, dass sich die Stauflächen der gefundenen Standorte überlagern konnten, da für jeden Sperrenstandort – alle 250 m entlang des Gewässers – der zugehörige Stauraum ermittelt wurde und sich dieser üblicherweise über mehrere 250 m-Segmente erstreckte. Ein Ausschluss sich überlagernder Standorte erfolgte in diesem Bearbeitungsschritt nicht. Dies ist Bestandteil der nachfolgenden Standortauswahl (siehe Kapitel 5). Diese erfolgte mit dem Ziel, bei sich überlagernden Standorten jeweils denjenigen mit dem größeren Rückhaltevolumen auszuwählen.

4.3 Standorte im Nebenschluss

4.3.1 Vorgaben und Suchraum

Als Suchraum für Standorte im Nebenschluss galten die Bereiche hinter linearen Hochwasserschutzanlagen (HWS) und Stauhaltungsdämmen.

Stauhaltungsdämme heben – in Verbindung mit den zugehörigen Absperrbauwerken – ein Gewässer zwecks Energieerzeugung ständig auf einen Wasserstand, welcher höher liegt als das umliegende Gelände. Dies führt dazu, dass Stauhaltungsdämme als künstliche Wasserscheiden wirken und das Einzugsgebiet des staugeregelten Gewässers von demjenigen der seitlich verlaufenden Gewässer trennen.

Standorte im Nebenschluss sind deshalb im Bereich von Stauhaltungsdämmen nur in benachbarten Einzugsgebieten möglich. Dies wurde zugelassen, solange das entsprechende Nebeneinzugsgebiet ein relativ kleines eigenes Einzugsgebiet aufweist (maximal 30 km²), und wenn das zugehörige Gewässer kurz unterhalb der potenziellen Standorte für ein HRB im Nebenschluss wieder in das Hauptgewässer mündet.

Zusätzlich galt hier, dass der maximale Wasserstand im Nebenschlussbecken nicht höher sein kann als derjenige im Hauptgewässer, von welchem das HRB im Nebenschluss beschickt wird. Um dies zu berücksichtigen, wurden vom LfU – soweit vorhanden – die Wasserspiegellagen bei HQ₁₀₀ aus den Hochwassergefahrenflächenermittlungen übergeben.

Mit diesen Vorgaben wurden potenzielle Standorte skizziert. Die Unterteilung der Suchräume erfolgte dabei manuell unter Berücksichtigung der folgenden Vorgaben:

- Höhenlamellen von 13 m (entsprechend max. Stauhöhe). Ein erster Standort wurde am unteren Ende eines Suchraumes angeordnet, der darauffolgende so, dass die verfügbare Höhenlamelle von 13 m weitgehend ausgenutzt wurde. Ein geringfügiger Einstau des folgenden Nebenschlussbeckens von unterstrom, z. B. im Bereich von Gewässerläufen, wurde dabei toleriert.
- Lage von Siedlungen (ausgenommen sind Einzelobjekte und einzelne Gehöfte mit einer Fläche von weniger als ein Hektar): Wenn sich Siedlungen in den Suchräumen befinden, wurden deshalb Sperrenstandorte möglichst direkt oberhalb der Siedlungen angeordnet. Der Stauraum endete dann entweder an der nächsten Siedlung oder nach Beanspruchung der Höhenlamelle von 13 m. Siedlungen im Randbereich wurden durch einen Seitendamm geschützt.
- Wenn übergeordnete Verkehrswege den Suchraum schneiden, wurde dies ebenfalls bei der Unterteilung der Suchräume berücksichtigt, so dass der Stauraum eines Nebenschlussbeckens unterhalb endete und der Folgende oberhalb beginnt.

Für jeden potenziellen Standort wurde ein Punkt im zugehörigen Hauptgewässer als potenzielle Entnahmestelle gewählt und für diesen Punkt der Wasserstand bei HQ₁₀₀ abgegriffen. Dieser Punkt liegt jeweils am oberstromigen Ende des potenziellen HRB im Nebenschluss, manchmal auch etwas weiter flussaufwärts. Letzteres gilt vor allem dann, wenn sich kurz oberhalb des Standortes im Nebenschluss eine Staustufe befindet, deren Oberwasser für die Füllung des HRB sinnvollerweise genutzt werden kann. Die Wasserstandshöhe wurde, wenn sie die maximal zulässigen 13 m nicht überschreitet, als mögliche Einstauhöhe des Nebenschlussbeckens angesetzt und diente somit der Abschätzung des an diesem Standort möglichen Volumens.

4.3.2 Parametrisierung potenzieller Standorte

Für die Parametrisierung der potenziellen Standorte wurde als erstes der maximale Wasserstand bestimmt. Dazu wurde der Wasserstand HQ_{100} am Abgriffspunkt im zugehörigen Gewässer (Stelle, von welcher das Becken befüllt werden kann), mit den Höhenrestriktionen für das Nebenschlussbecken und mit der maximalen Stauhöhe von 13 m abgeglichen. Der niedrigste dieser Werte ist maßgeblich für den maximalen Wasserstand im Nebenschlussbecken.

Mit diesem maximalen Wasserstand wurde im Anschluss das an diesem Standort verfügbare Stauvolumen durch Verschneidung mit dem digitalen Höhenmodell (DGM5) ermittelt. Wenn dieses größer ist als 1 Mio. m^3 , wurde ein Standort weiterverfolgt.

4.4 Bestehende Talsperren

Die in Tabelle 2 aufgeführten bestehenden staatlichen Talsperren in den betrachteten Einzugsgebieten (Lech, Naab, Regen) sowie der Forggensee (Betreiber Uniper) waren auf eine mögliche Erhöhung des Hochwasserstauziels hin zu untersuchen. Der Hochwasserschutz stellt bei diesen Speichern bereits jetzt eine Ihrer Funktionen dar. Die Talsperre Frauenau wurde wegen der Rohwasserbereitstellung für die übergebietliche Trinkwasserversorgung nicht in die Untersuchung einbezogen.

Tab. 2: zu untersuchende bestehende Talsperren

Einzugsgebiet	Lech	Naab	Regen
Bestehende Talsperren	Forggensee Grüntensee	Liebensteinspeicher Perlsee Silbersee Eixendorfer See	Drachensee

Für diese Talsperren war zu untersuchen, ob eine Erweiterung zwecks Erhöhung der Hochwasserschutzwirkung möglich ist. Dazu wurde – wie bei der Suche nach Standorten für mögliche neue Hochwasserrückhaltebecken im Hauptschluss – das Vorhandensein von Restriktionen im möglichen erweiterten Staubereich geprüft. Als Ausschlusskriterien beziehungsweise Kriterien, welche einen zusätzlichen Einstau begrenzen, wurden die gleichen gewählt wie für die Errichtung von neuen Hochwasserrückhaltebecken im Hauptschluss (Siedlungen, Verkehrswege, siehe Kapitel 4.1).

5 Methodisches Vorgehen bei der Auswahl der Standorte

Wie oben beschrieben, wurden für die Standortsuche nach Becken im Hauptschluss Suchraumteilsegmente in Abständen von 250 m entlang der Fließrichtung auf der (zum Teil vereinfachten) Gewässerachse gebildet. Jede Schnittlinie stellt dabei ein potenzielles Absperrbauwerk dar. Die Stauräume der einzelnen Rückhaltebecken erstreckten sich über mehrere Suchraumteilsegmente. Für die Auswahl der Standorte, die weiterverfolgt wurden, waren nun die sich überlagernden potenziellen Standorte für HRB zu bereinigen.

Dabei wurden diejenigen Standorte ausgewählt, die das größte Rückhaltevolumen aufweisen und deren Stauplächen sich nicht gegenseitig überlagern. Im Folgenden wird beschrieben, wie bei der Auswahl dieser Standorte vorgegangen wurde. Sie besteht im Wesentlichen aus drei Schritten:

1. Feststellung der beanspruchten Suchraumteilsegmente für jeden potenziellen Sperrenstandort
2. Sortierung nach Rückhaltevolumen
3. Filterung nach Stauflächenüberlagerung

Im ersten Schritt musste für jeden Speicherstandort festgestellt werden, welche Suchraumteilsegmente er im Hochwasserfall einstauen würde (siehe Beispiel in Abb. 3). Auf Basis der vorhandenen Siedlungsflächen und Verkehrsstrassen wurden in einem vorherigen Untersuchungsschritt die maximalen Stauziele für jedes Segment und daraus abgeleitet für jeden Speicherstandort ermittelt (siehe Kapitel 4.2.3). Im abgebildeten Beispiel (Sperrenstandort 275) sind das 540,19 m Normalhöhenull (NHN). Zusätzlich wurde für jedes Segment die niedrigste Geländehöhe am potenziellen Sperrenstandort (unterstromige Schnittlinie) festgestellt. Nun wurde für jedes Segment stromaufwärts geprüft, ob die entsprechende Höhe niedriger liegt als das Stauziel des betrachteten Speicherstandortes. Solange dies der Fall ist, ist das Suchraumteilsegment Bestandteil der Staufläche des entsprechenden Sperrenstandortes.

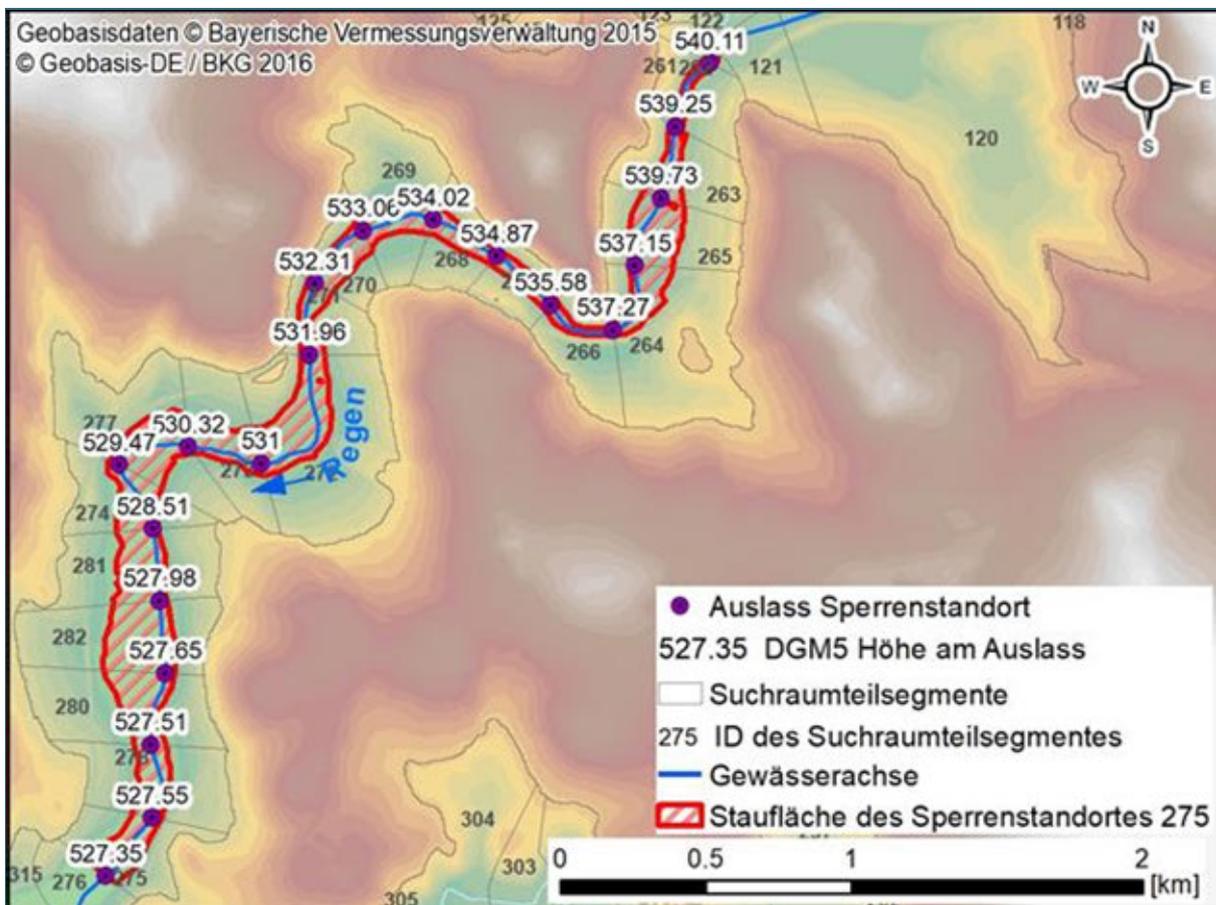


Abb. 3: Feststellung eingestauter Suchraumteilsegmente

Diese Informationen wurden tabellenkalkulatorisch für alle Standorte erfasst. Im Anschluss wurden die potenziellen Sperrenstandorte nach ihrem zugehörigen Rückhaltevolumen sortiert.

Wenn nun ein Suchraumteilsegment eines Sperrenstandortes bereits durch einen besser platzierten Sperrenstandort belegt ist, dann wurde dieser Sperrenstandort ausgeschlossen.

Auf diese Weise wurden die größten, sich nicht gegenseitig überlagernden Standorte im Hauptschluss in jedem untersuchten Einzugsgebiet (Lech, Naab, Regen) ausgewählt und anschließend an die weiterführende Studie zur Wirksamkeitsuntersuchung mittels LARSIM-Wasserhaushaltsmodell übergeben [5].

Bei den Becken im Nebenschluss tritt methodisch bedingt keine gegenseitige Überlagerung der identifizierten Standorte auf. Daher wurden alle ausreichend großen Standorte (größer 1 Mio. m³) an die Studie zur Wirksamkeitsuntersuchung mittels Wasserhaushaltsmodell übergeben. Gleiches gilt für mögliche Erweiterungen an bestehenden Talsperren.

6 Standorte im Einzugsgebiet des Lech

6.1 Gebietsbeschreibung

Das Einzugsgebiet des Lech befindet sich im Süden des Freistaates Bayern an der Bundesgrenze zu Österreich (Abb. 4).

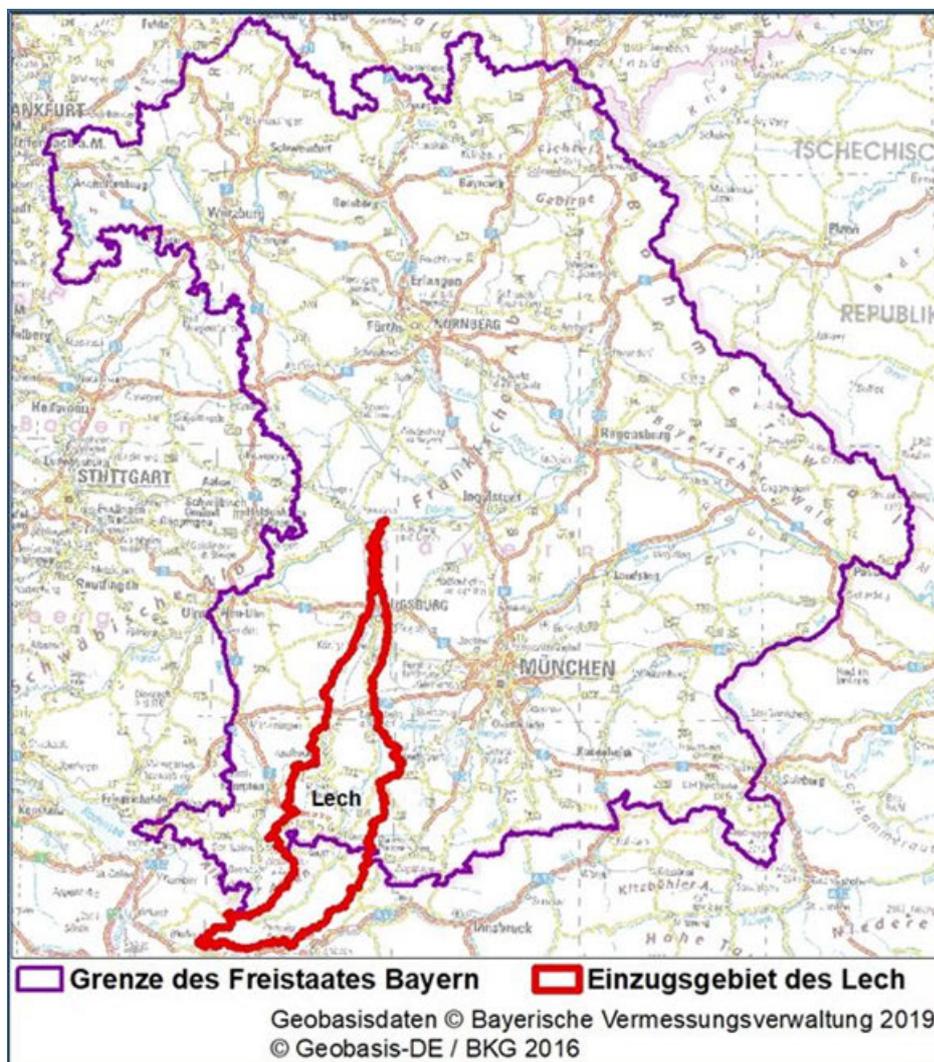


Abb. 4:
Einzugsgebiet des Lech

Der Lech mündet in der Nähe von Donauwörth in die Donau (bei Gewässer-km 2490). Die Gesamtfläche des Einzugsgebiets des Lech beträgt rund 3920 km²; etwa 2580 km² davon auf dem Gebiet des Freistaates Bayern.

Seine Quelle befindet sich in Vorarlberg (Österreich). Der Lech hat eine Gesamtlänge von rund 257,5 km und passiert nach etwa 90 km Fließstrecke die Grenze der Bundesrepublik.

Er entwässert Teile der Alpen in Vorarlberg und Tirol und das deutsche Alpenvorland (Allgäu und Schwaben) und fließt im Wesentlichen von Süden nach Norden. Die Topografie entspricht im Oberlauf dem typischen alpinen Hochgebirge. Im Unterlauf durchfließt er das flach nach Norden abfallende Alpenvorland hin zur Donau. Zu seinen wichtigsten Nebenflüssen zählen die Wertach, die Vils, die Singold, die Gennach, die Lobach, die Kirnach, die Illach und die Schönach. Die Topografie und das Gewässernetz sind in Abb. 5 visualisiert.

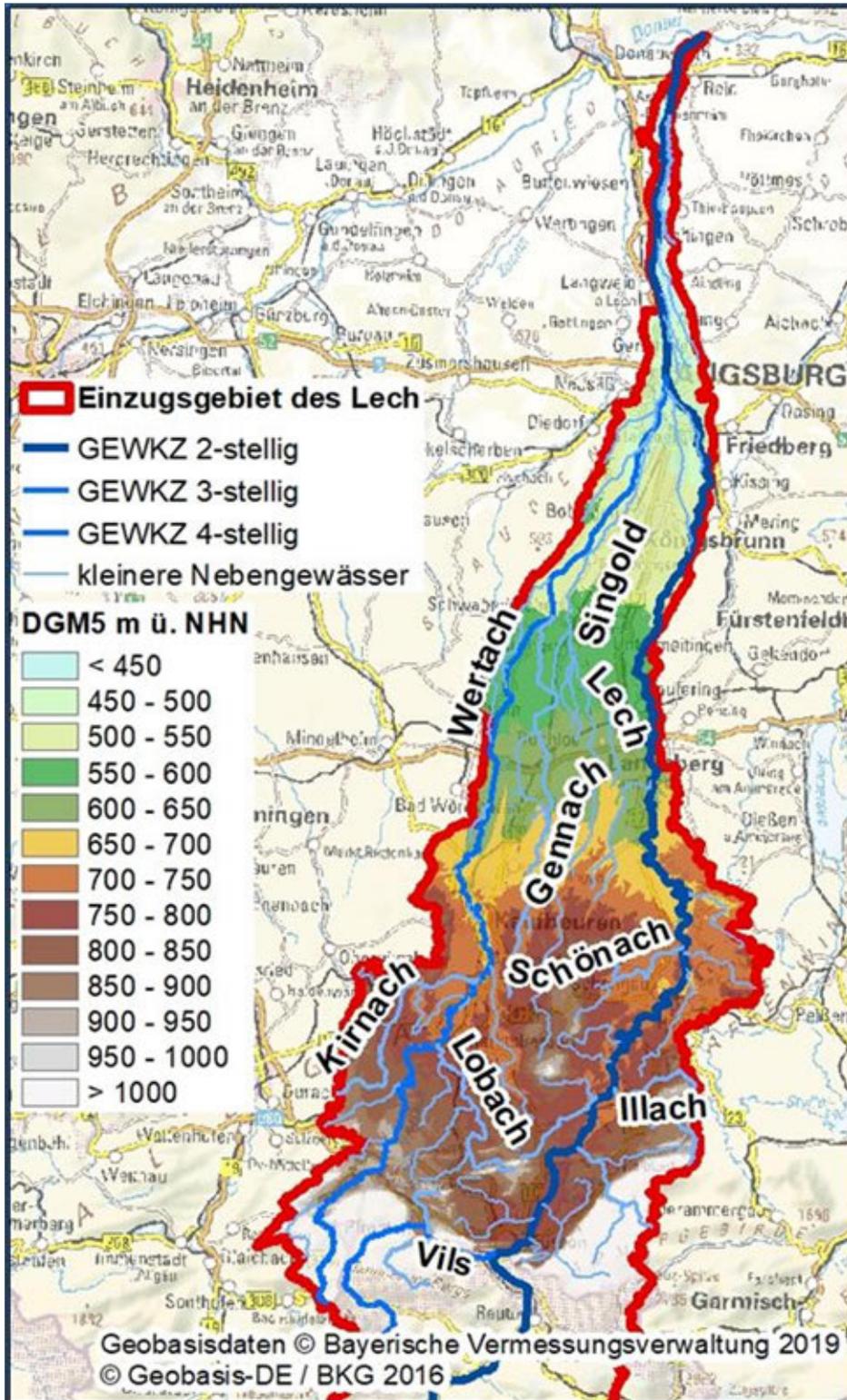


Abb. 5:
Gewässernetz und DGM5
des Einzugsgebietes des
Lech

6.2 Standorte im Hauptschluss

Der ermittelte Suchraum und dessen Untergliederung in Teilsegmente ist in Abb. 6 zu sehen.

Der dargestellte Suchraum weist eine Fläche von rund 1280 km² auf, und umfasst damit knapp 50 % des Lecheinzugsgebietes in Bayern.

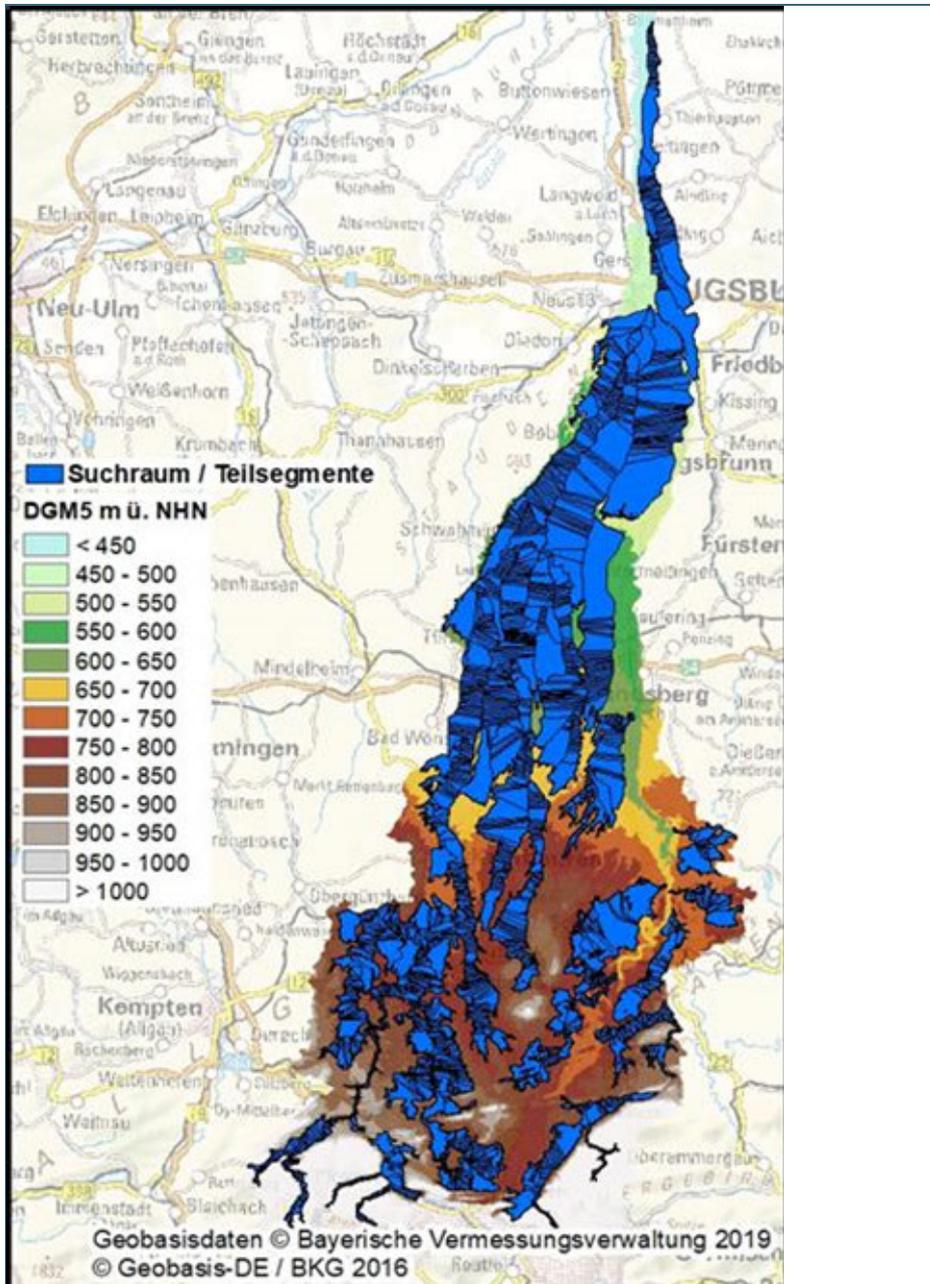


Abb. 6:
Suchraum und Teilsegmente für die Standortidentifizierung im Hauptschluss im Einzugsgebiet des Lech

Im Einzugsgebiet des Lech wurden insgesamt 1898 mögliche Sperrenstandorte identifiziert. Davon erreichen 717 Standorte ein Mindestrückhaltevolumen von 1 Mio. m³ bei einer Mindesteinzugsgebietsgröße von 10 km². Eine kurze Auswertung der 1898 Sperrenstandorte nach Einzugsgebietsgrößenklassen und klassifiziertem Rückhaltevolumen ist in Tab. 3 aufgeführt.

Tab. 3: Auswertung aller identifizierten möglichen Sperrenstandorte für Becken im Hauptschluss des Lech nach Einzugsgebietsgröße und maximalem Rückhaltevolumen

		maximales Rückhaltevolumen (alle Standorte)					SUMME
		< 1 Mio. m ³	1 - 2 Mio. m ³	2 - 5 Mio. m ³	5 - 10 Mio. m ³	> 10 Mio. m ³	
Einzugsgebietsgröße	10 - 50 km ²	538	104	155	69	106	972
	50 - 100 km ²	248	35	34	16	8	341
	100 - 500 km ²	184	20	46	38	38	326
	> 500 km ²	211	20	16	12	0	259
	SUMME	1181	179	251	135	152	1898

In der Auswahl für die Wirkungsanalyse mittels hydrologischer Modellierung (LARSIM-Wasserhaushaltsmodell [5], siehe Kapitel 5) verblieben 154 mögliche Beckenstandorte, die die Mindestkriterien bezüglich Einzugsgebietsgröße und Rückhaltevolumen erfüllen und als die größten HRB bei sich gegenseitig überlagernden Standorten selektiert wurden. Eine analoge Auswertung nach Einzugsgebietsgrößenklassen und klassifiziertem (maximalem) Rückhaltevolumen für die 154 Beckenstandorte ist in Tab. 4 zu sehen. Eine detaillierte Auflistung wesentlicher Kennzahlen der Standorte der Vorauswahl ist in Anlage 1-1 zusammengestellt.

Tab. 4: Auswertung der 154 möglichen Beckenstandorte ohne gegenseitige Überlagerung im Hauptschluss des Lech nach Einzugsgebietsgröße und maximalem Rückhaltevolumen

		maximales Rückhaltevolumen (ausgewählte Standorte)				SUMME
		1 - 2 Mio. m ³	2 - 5 Mio. m ³	5 - 10 Mio. m ³	> 10 Mio. m ³	
Einzugsgebietsgröße	10 - 50 km ²	15	41	16	35	107
	50 - 100 km ²	10	6	4	2	22
	100 - 500 km ²	3	6	2	5	16
	> 500 km ²	2	5	2	0	9
	SUMME	30	58	24	42	154

Eine Karte, die die Lage aller identifizierten Standorte im Einzugsgebiet des Lech darstellt, ist in Abb. 7 zu sehen. Darin wird gezeigt, welche möglichen Speicherstandorte mehr als 1 Mio. m³ Rückhaltevolumen aufweisen, und welche möglichen Beckenstandorte als größte HRB bei sich gegenseitig überlagernden Standorten verbleiben.

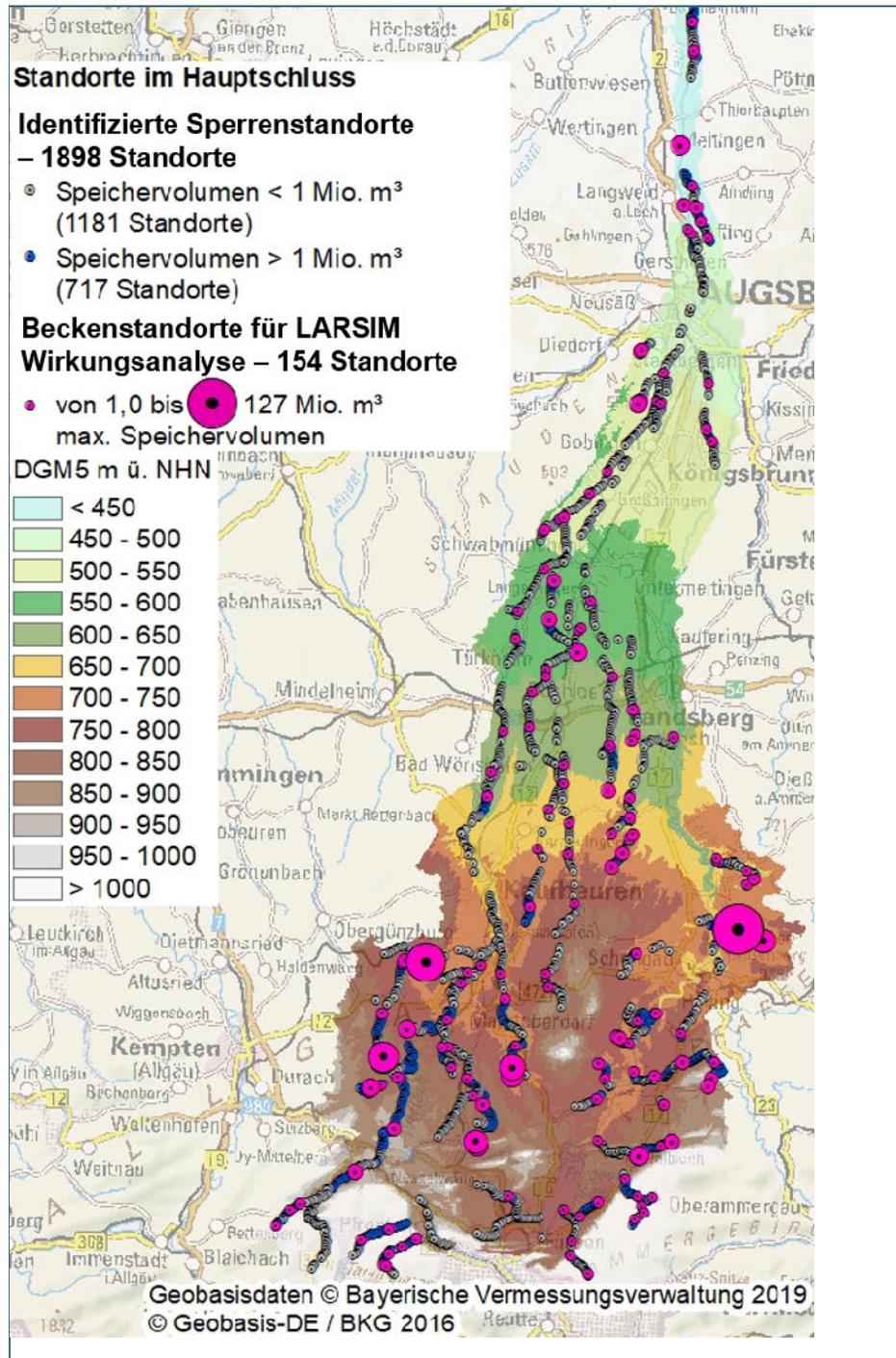


Abb. 7:
Karte aller identifizierten Standorte im Hauptschluss im Einzugsgebiet des Lech

6.3 Standorte im Nebenschluss

Im Einzugsgebiet des Lech sind Standorte im Nebenschluss grundsätzlich an den Gewässern Lech und Wertach möglich, weil hier

1. Stauhaltungsdämme in ausreichenden Längen und
2. ausreichend Raum aufgrund der breiten und flachen Vorländer

vorhanden sind.

Insgesamt wurden 35 Standorte identifiziert. Davon befinden sich 24 am Lech und 11 an der Wertach.

Das Mindestrückhaltevolumen wurde von 23 Standorten erreicht. Davon befinden sich 19 am Lech und 4 an der Wertach. Tab. 5 gibt einen Überblick über die ermittelten Speichervolumen und Verteilung nach Gewässern.

	Lech	Wertach
< 1,0 Mio. m ³	5	7
1,0 - 2,0 Mio. m ³	3	2
2,0 - 5,0 Mio. m ³	5	1
5,0 - 20,0 Mio. m ³	7	1
> 20 Mio. m ³	4	-

Tab. 5:
Standorte im Nebenschluss im EZG Lech
nach Größenklassen

In der folgenden Abb. 8 ist die Lage der Standorte dargestellt. Die Standorte werden durch einen Punkt symbolisiert. Die Größe des Punktes gibt Auskunft über das ermittelte maximale Speichervolumen. Die Zahl auf den Punkten stellt die ID des Standorts im Nebenschluss dar. In Tab. 6 sind die wesentlichen Kennzahlen der identifizierten Standorte im Nebenschluss mit einem Rückhaltevolumen von mindestens 1 Mio. m³ aufgeführt.

Tab. 6: Wesentliche Kennzahlen der Standorte > 1 Mio. m³ im Nebenschluss im Einzugsgebiet Lech

ID	maximale Wassertiefe	Mittlere Wassertiefe	max. Speicher- volumen
	m	m	Mio. m ³
1	7,7	4,9	1,8
2	6,6	2,4	3,7
3	9,5	5,9	9,5
4	9,4	4,6	10,2
5	6,3	2,2	4,3
6	9,4	4,0	26,6
7	5,3	1,9	3,9
9	4,3	1,7	4,2
10	4,5	1,5	1,5
11	12,8	5,6	41,5
12	7,6	2,8	14,4
13	12,3	4,7	55,2
15	12,9	5,9	11,3
16	13,0	6,7	24,8
17	7,4	4,4	2,8
18	8,1	2,6	1,8
19	12,2	6,3	10,2
20	12,2	4,1	10,1
23	8,7	3,3	7,9
28	5,5	1,8	1,7
29	9,5	3,6	6,3
31	5,3	1,8	1,1
33	8,7	3,5	2,5

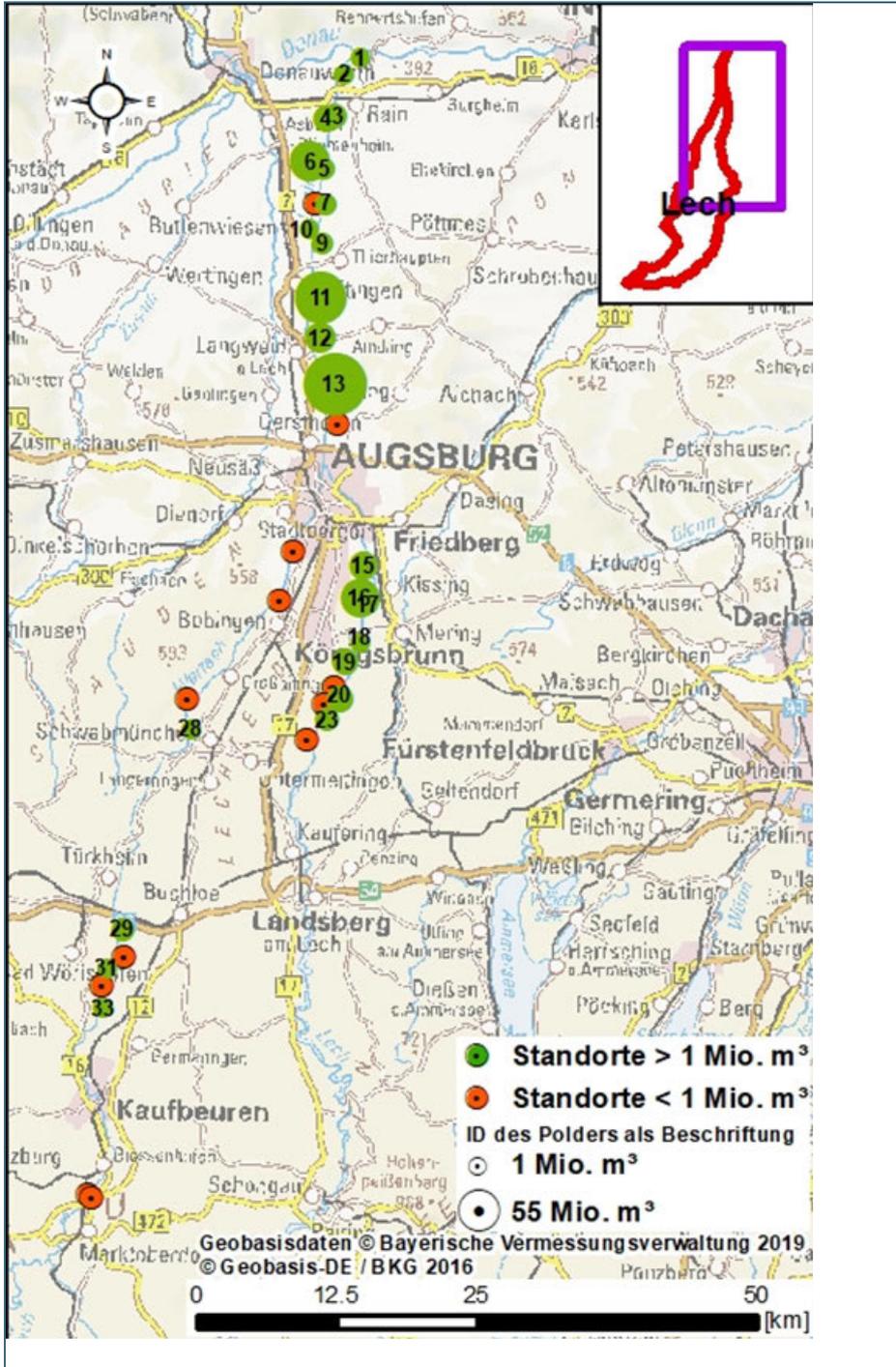


Abb. 8:
Lage der identifizierten
Standorte im Neben-
schluss im EZG Lech

6.4 Erweiterung von bestehenden Talsperren

Im Einzugsgebiet des Lech waren Erweiterungsmöglichkeiten für den Grüntensee und den Forggensee zu untersuchen.

6.4.1 Grüntensee

Der Grüntensee liegt im oberen Einzugsgebiet der Wertach in den Voralpen, in der Nähe der österreichischen Grenze. Seine Lage ist auf Abb. 9 dargestellt.

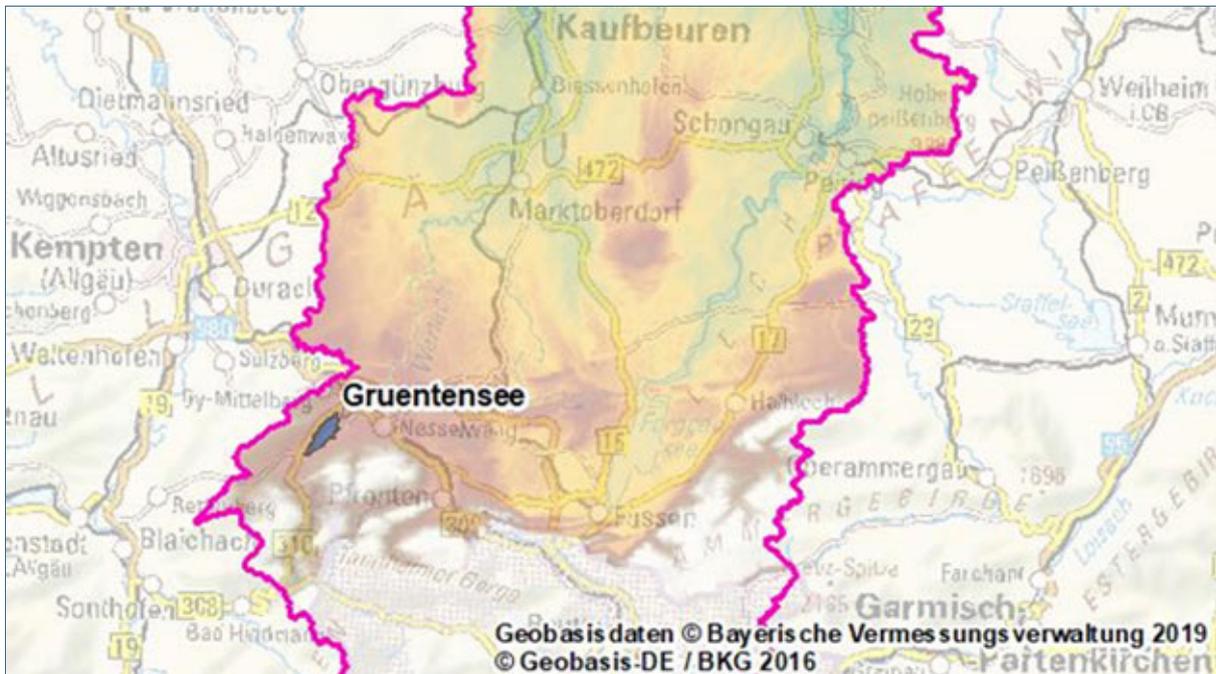


Abb. 9: Lage des Grüntensees im Einzugsgebiet des Lech

Die Erweiterungsmöglichkeit wird wie folgt eingeschätzt:

Bezüglich der bestehenden Nutzungen ist über dem Hochwasserstauziel von 882,1 m üNN eine Erhöhung um 1,3 m möglich, bis randlich Siedlungsgebiete größer ein Hektar tangiert werden (siehe Abb. 10). Es handelt sich dabei um eine Kläranlage, die südwestlich der Stauwurzel liegt. Am Rand der entsprechenden Basis-DLM-Fläche wurde die entscheidende Höhe aus dem DGM5 mit 883,4 m NHN abgegriffen. Aufgrund der großen Fläche des Sees bedeutet dies eine Erweiterung des Hochwasserrückhaltereaumes um rund 3,4 Mio. m³.

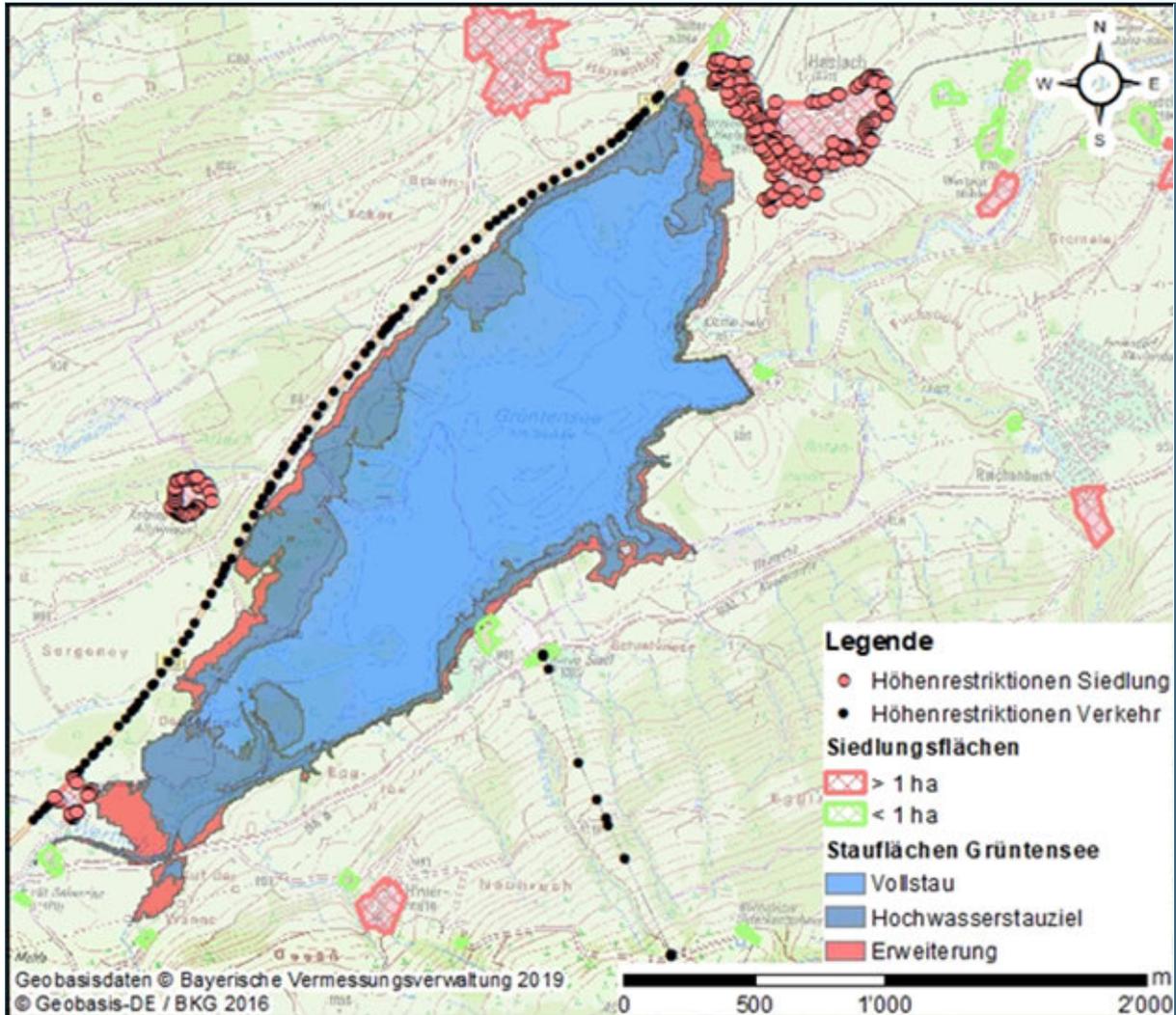


Abb. 10: Grüntensee: bei Z_V und bei Z_H eingestaute Fläche sowie Erweiterungsmöglichkeit

6.4.2 Forggensee

Der Forggensee liegt im oberen Einzugsgebiet des Lech in den Voralpen, in der Nähe der österreichischen Grenze. Seine Lage ist auf Abb. 11 dargestellt.

Die Erweiterungsmöglichkeit wird wie folgt eingeschätzt:

Aufgrund der bestehenden Nutzungen ist keine Erhöhung möglich.

In Abb. 12 sind die Ränder von kritischen bebauten Flächen als Punkte dargestellt.

Es lassen sich 5 Siedlungsflächen oder bebauten Bereiche identifizieren, die im Bereich des Stauziels liegen und gegen eine Stauraumerweiterung sprechen.

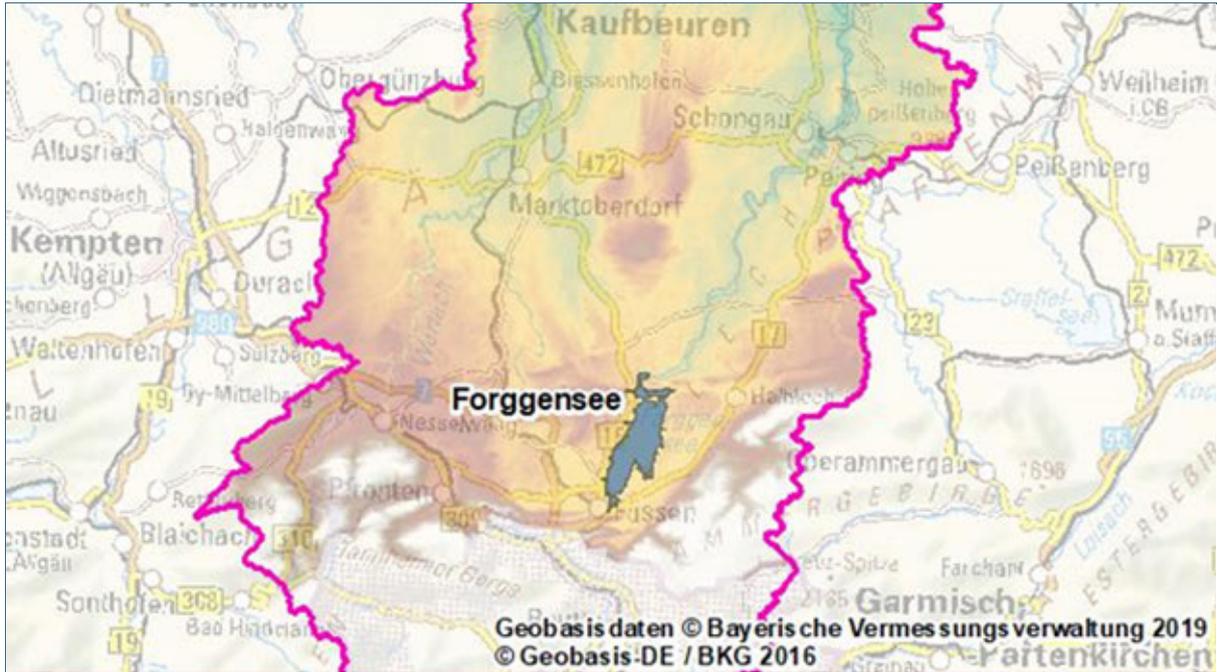


Abb. 11: Lage des Forggensees im Einzugsgebiet des Lech

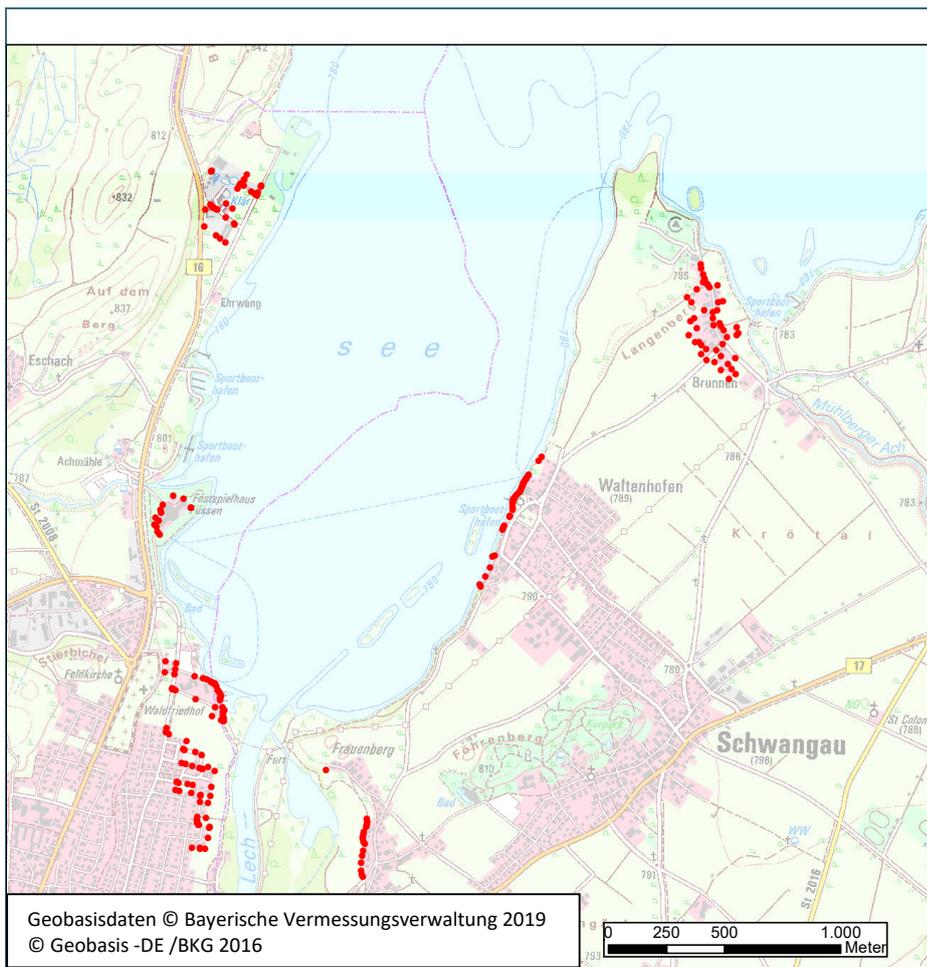


Abb. 12:
Forggensee: Höhenrestriktionen aufgrund bestehender Siedlungsflächen

7 Standorte im Einzugsgebiet der Naab

7.1 Gebietsbeschreibung

Das Einzugsgebiet der Naab befindet sich im Nordosten des Freistaates Bayern an der Bundesgrenze zur Tschechischen Republik (Abb. 13).

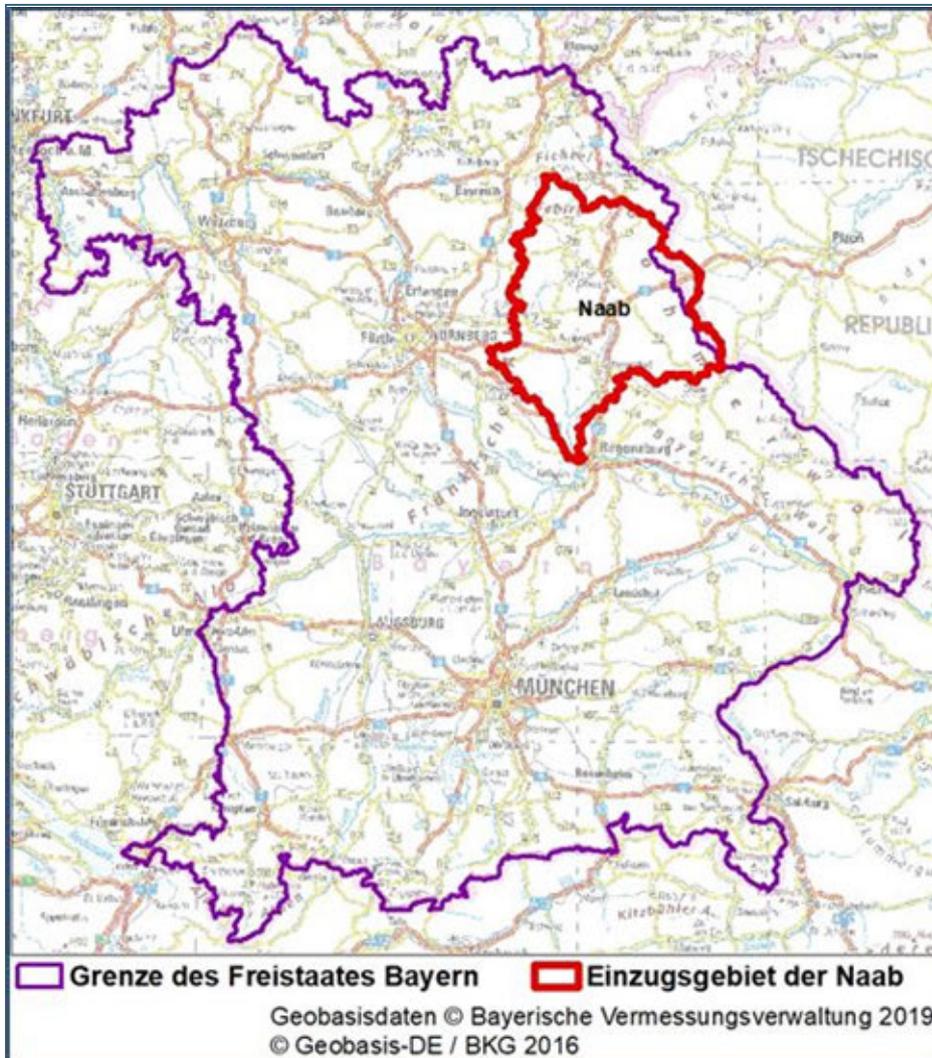


Abb. 13:
Einzugsgebiet der Naab

Die Naab mündet in Regensburg in die Donau (bei Gewässer-km 2380). Die Gesamtfläche des Einzugsgebiets der Naab beträgt rund 5514 km²; etwa 5226 km² davon auf dem Gebiet des Freistaates Bayern.

Die Naab entsteht durch den Zusammenfluss der beiden Quellflüsse Waldnaab und Haidenaab südlich von Weiden. Die Naab hat eine Gesamtlänge von etwa 195 km (inkl. Waldnaab).

Sie entwässert den Oberpfälzer Wald und einen Teil des Fichtelgebirges und fließt zunächst in nordwestlicher, später in südsüdwestlicher Richtung. Die Topografie entspricht im Oberlauf den typischen deutschen Mittelgebirgslandschaften mit hügeligen Bergen und relativ schmalen Tälern. Im Unterlauf durchfließt sie die Oberpfalz mit deutlich flacheren und niedrigeren Hügeln und breiteren Tälern. Zu ihren wichtigsten Nebenflüssen zählen die Vils, die Schwarzach, die Pfreimd und die Haidenaab. Die Topografie und das Gewässernetz sind in Abb. 14 visualisiert.

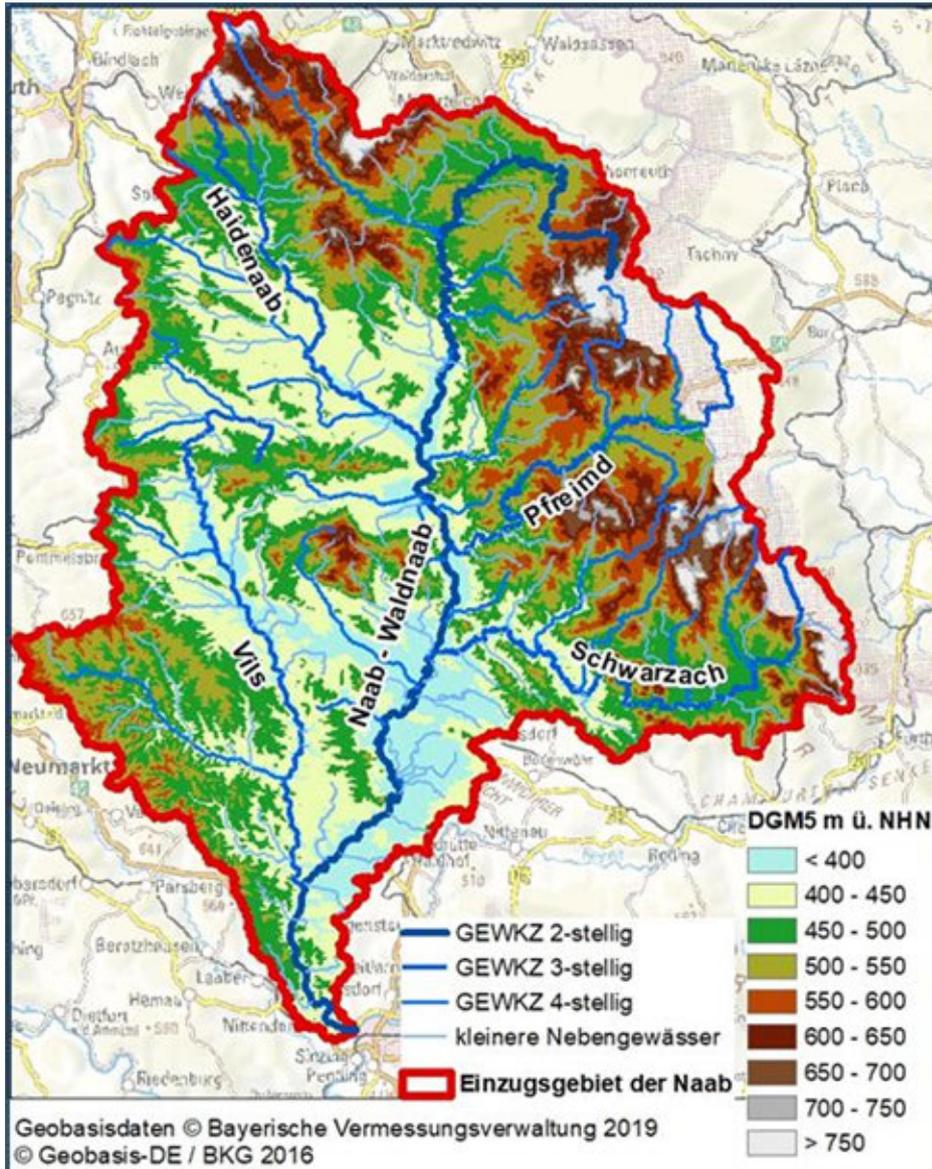


Abb. 14:
Gewässernetz und DGM5
des Einzugsgebietes der
Naab

Tab. 7: Auswertung aller identifizierten möglichen Sperrenstandorte für Becken im Hauptschluss der Naab nach Einzugsgebietsgröße und maximalem Rückhaltevolumen

		maximales Rückhaltevolumen (alle Standorte)					SUMME
		< 1 Mio. m ³	1 - 2 Mio. m ³	2 - 5 Mio. m ³	5 - 10 Mio. m ³	> 10 Mio. m ³	
Einzugsgebietsgröße	10 - 50 km ²	1144	252	337	272	389	2394
	50 - 100 km ²	374	54	48	24	24	524
	100 - 500 km ²	546	62	65	32	27	732
	> 500 km ²	686	28	10	12	0	736
	SUMME	2750	396	460	340	440	4386

In der Auswahl für die Wirkungsanalyse mittels hydrologischer Modellierung (LARSIM-Wasserhaushaltsmodell [5], Vergleich Kapite 5) verblieben 347 mögliche Beckenstandorte, die die Mindestkriterien bezüglich Einzugsgebietsgröße und Rückhaltevolumen erfüllen und als die größten HRB bei sich gegenseitig überlagernden Standorten selektiert wurden. Eine Auswertung nach Einzugsgebietsgrößenklassen und klassifiziertem (maximalem) Rückhaltevolumen für die 347 Beckenstandorte ist in Tab. 8 zu sehen. Eine detaillierte Auflistung wesentlicher Kennzahlen der Standorte der Vorauswahl ist in Anlage 1-2 zusammengestellt.

Tab. 8: Auswertung der 347 möglichen Beckenstandorte ohne gegenseitige Überlagerung im Hauptschluss der Naab nach Einzugsgebietsgröße und maximalen Rückhaltevolumen

		maximales Rückhaltevolumen (ausgewählte Standorte)				SUMME
		1 - 2 Mio. m ³	2 - 5 Mio. m ³	5 - 10 Mio. m ³	> 10 Mio. m ³	
Einzugsgebietsgröße	10 - 50 km ²	44	92	61	86	283
	50 - 100 km ²	8	9	5	9	31
	100 - 500 km ²	11	8	3	2	24
	> 500 km ²	5	2	2	0	9
	SUMME	68	111	71	97	347

Eine Karte, die die Lage aller identifizierten Standorte im Einzugsgebiet der Naab darstellt, ist in Abb. 16 zu sehen. Darin wird gezeigt, welche möglichen Speicherstandorte mehr als 1 Mio. m³ Rückhaltevolumen aufweisen und welche möglichen Beckenstandorte als größte HRB bei sich gegenseitig überlagernden Standorten verbleiben.

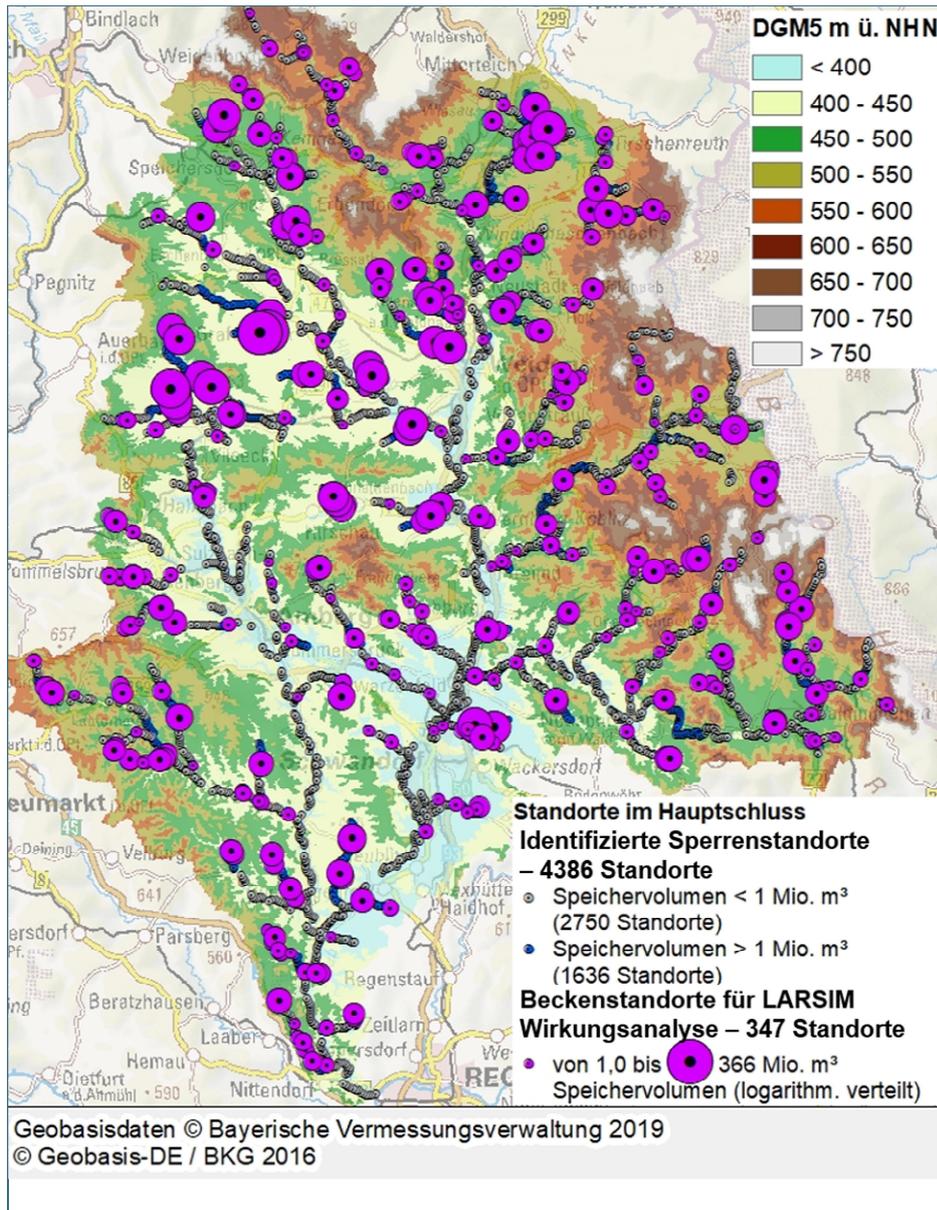


Abb. 16:
Karte aller identifizierten Standorte im Hauptschluss im Einzugsgebiet der Naab

7.3 Standorte im Nebenschluss

Im Einzugsgebiet der Naab konnte ein möglicher Standort für Hochwasserrückhaltepotenziale im Nebenschluss identifiziert werden.

Aus den Grundlagendaten zu den bestehenden Hochwasserschutzanlagen konnten insgesamt 43 Objekte innerhalb des Einzugsgebietes der Naab extrahiert werden:

- Deiche: 27 Objekte
- Hochwasserschutzwände: 7 Objekte
- Mobile Hochwasserschutzsysteme: 5 Objekte
- Stauhaltungsdämme: 4 Objekte

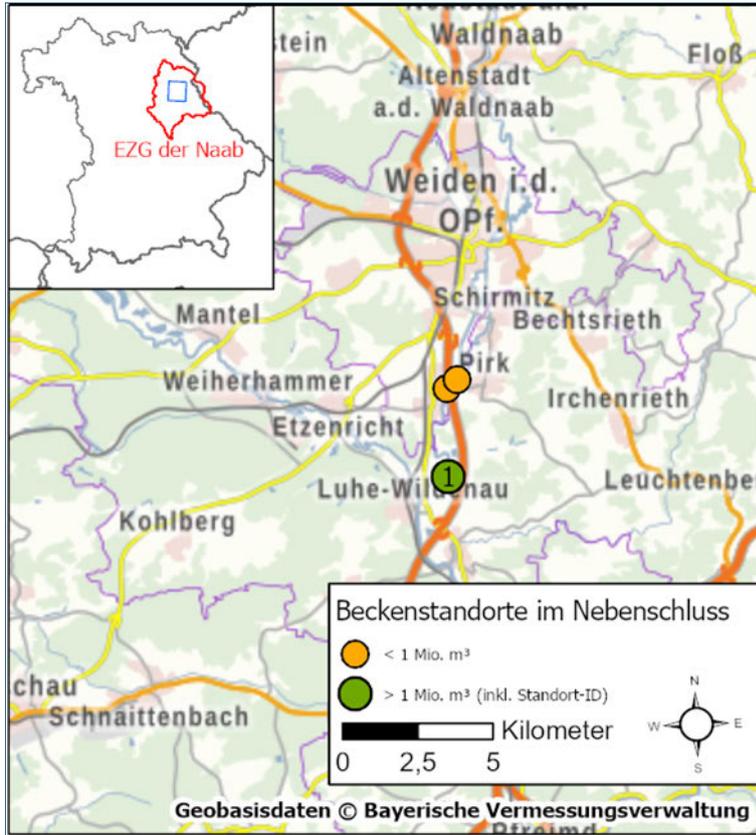


Abb. 18:
Untersuchte Standorte im Nebenschluss
im Einzugsgebiet der Naab

Für diese drei Standorte wurde der maximale Wasserstand aus den Daten des Hochwasserrisikomanagements (Wasserspiegellagenberechnungen, Hochwassergefahrenflächen für HQ_{100}) ermittelt und durch Verschneidung dieser Werte mit dem DGM5 das realisierbare Stauvolumen bestimmt. Daraus ergab sich, dass nur am Standort 1 ein Stauvolumen von mindestens 1 Mio. m^3 realisierbar ist.

Die Ergebnisse für diesen Standort sind in Tab. 9 zusammengestellt.

Tab. 9: Ergebnisse der Stauinhaltsberechnungen möglicher Nebenschlussbecken im Einzugsgebiet der Naab

ID	Stauhöhe	Maximale Wassertiefe	Maximales Speichervolumen
	m NHN	m	Mio. m^3
1	382,8	3,1	1,4

7.4 Erweiterung von bestehenden Talsperren

Für das Einzugsgebiet der Naab werden nachfolgend die Möglichkeiten für die Erweiterung der Talsperren Liebensteinspeicher, Perlsee, Silbersee und Eixendorfer See diskutiert.

7.4.1 Liebensteinspeicher

Der Liebensteinspeicher liegt am Oberlauf der Waldnaab etwa 10 km südlich der Stadt Tirschenreuth (siehe Abb. 19).

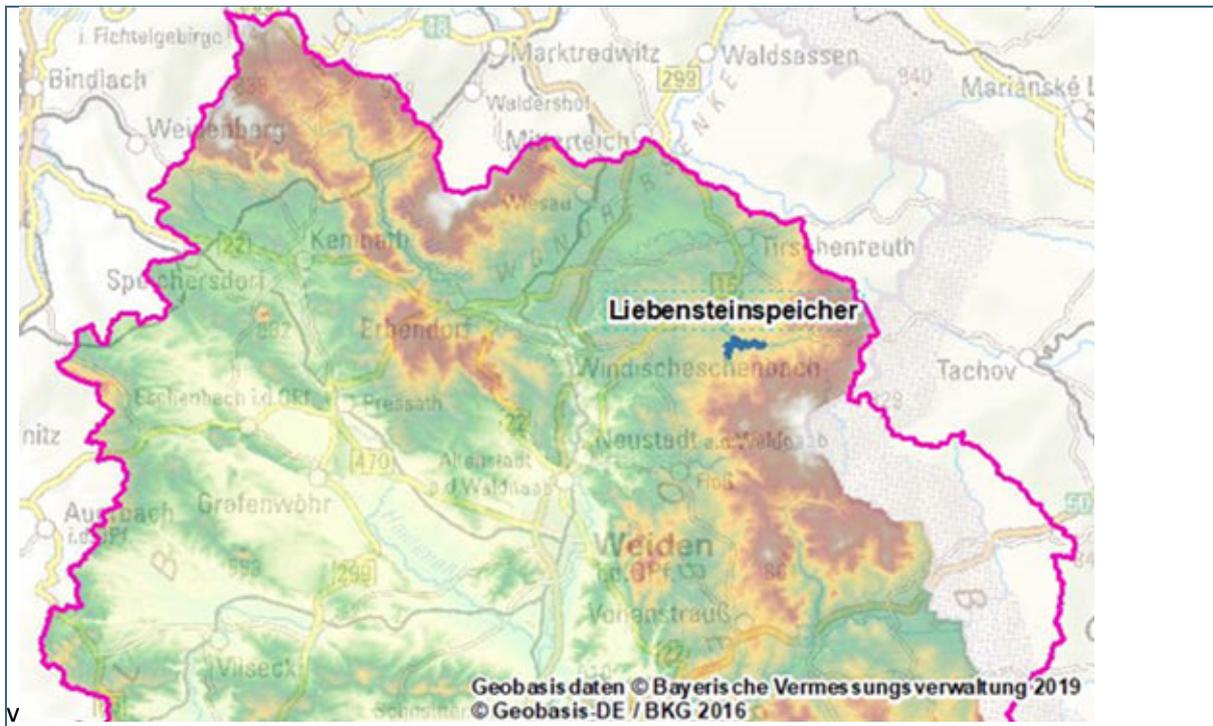


Abb. 19: Lage des Liebensteinspeichers im Einzugsgebiet der Naab

Die Erweiterungsmöglichkeit wird wie folgt eingeschätzt:

Bezüglich der hier angesetzten Kriterien ist über dem Hochwasserstauziel (530,1 m üNN) eine Erhöhung um 7,8 m möglich. Dies bedeutet eine Stauraumerweiterung um 9,8 Mio. m³. Dies wäre in etwa eine Verdreifachung des derzeitigen Hochwasserrückhaltereaumes. Begrenzendes Kriterium ist der Siedlungsrand der Ortslage Geisleithen (Abb. 20). Hier wurde die stauzielbegrenzende Höhe aus dem DGM5 mit 537,9 m NHN abgegriffen.

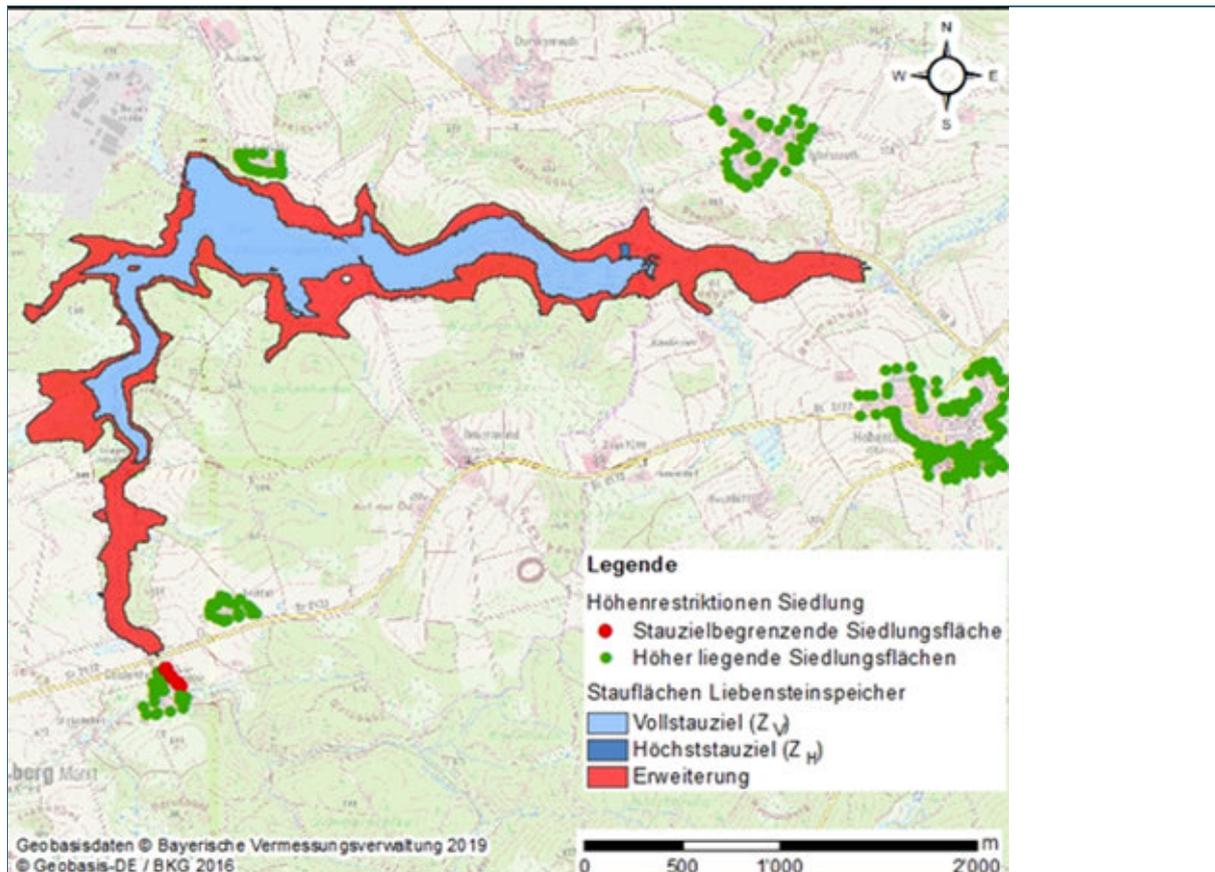


Abb. 20: Liebensteinspeicher: bei Z_v und bei Z_H eingestaute Fläche, Erweiterungsmöglichkeit (rote Fläche)

7.4.2 Perlsee

Der Perlsee bildet gemeinsam mit dem Silbersee und der Talsperre Eixendorfer See ein Verbundsystem für den Hochwasserschutz an der oberen Schwarzach. Die Lage des Perlsees, des Silbersees und des Eixendorfer Sees im Einzugsgebiet der Naab sind auf Abb. 21 dargestellt.

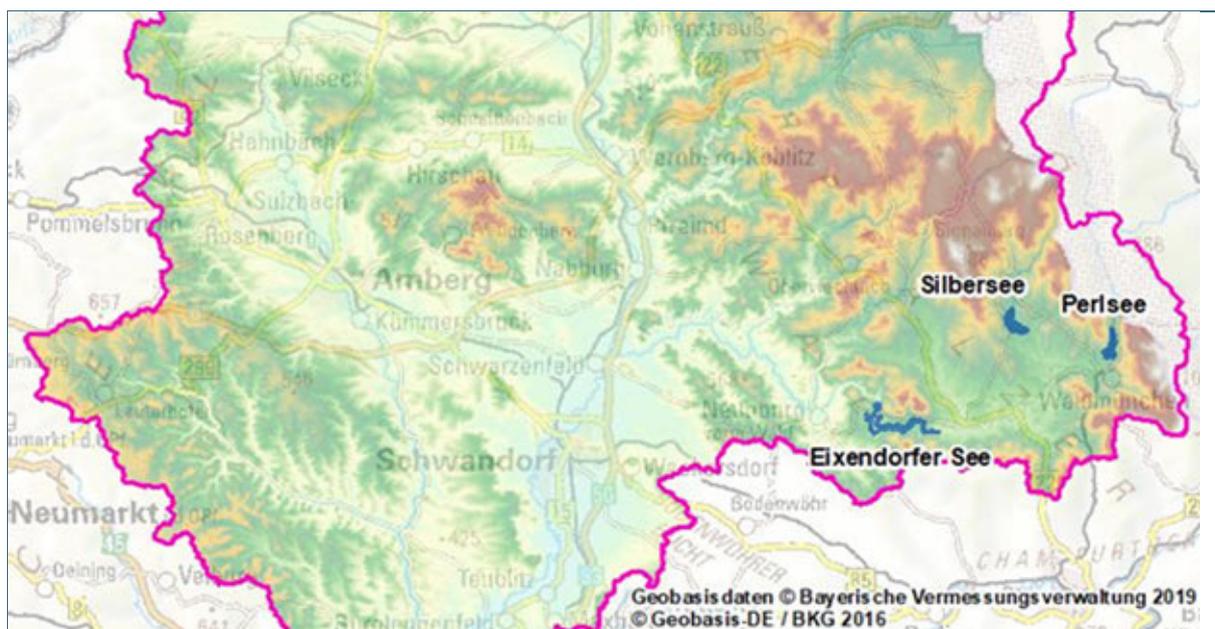


Abb. 21: Lage des Perlsees, des Silbersees und des Eixendorfer Sees im Einzugsgebiet der Naab

Die Erweiterungsmöglichkeit wird wie folgt eingeschätzt:

Aus Sicht der im Stauraum vorhandenen Konflikte ist eine Erweiterung über dem Hochwasserstauziel (494,6 m ü NN) um 0,4 m beziehungsweise 0,3 Mio. m³ möglich (siehe Abb. 22). Begrenzendes Kriterium ist der Siedlungsrand der Ortslage Hammer. Hier wurde die Stauzielbegrenzende Höhe aus dem DGM5 mit 495,0 m NHN abgegriffen. Eine Stauraumerweiterung um mindestens 1 Mio. m³ kann somit nicht erreicht werden.

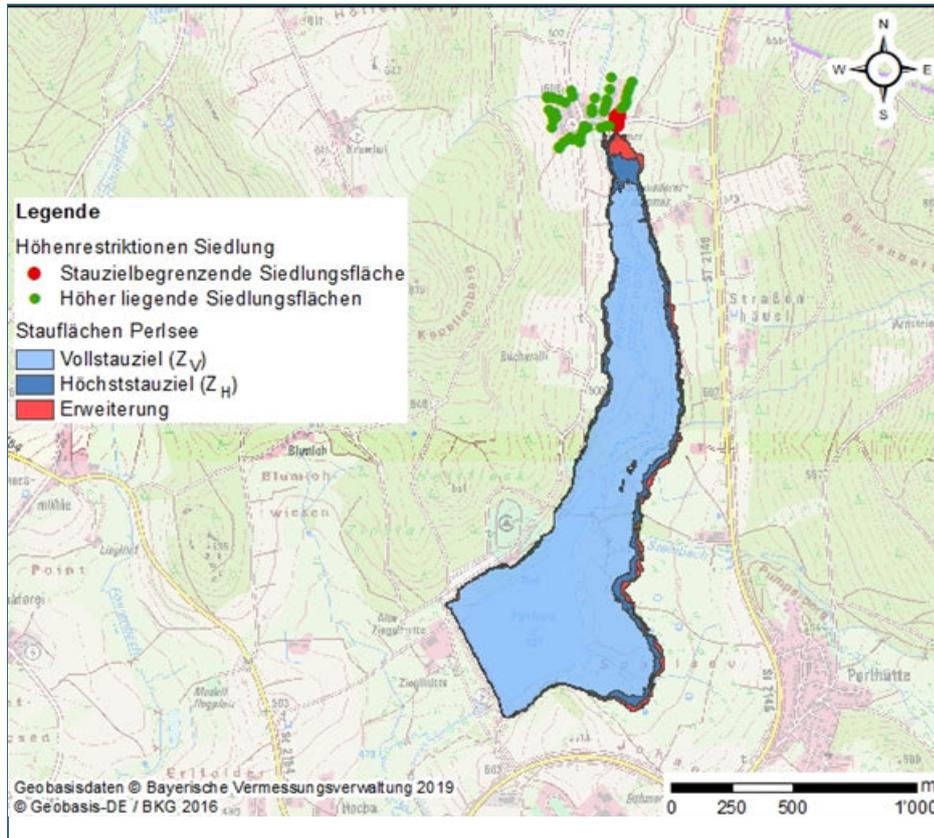


Abb. 22:
Perlsee: bei Z_V und bei Z_H
eingestaute Fläche, Erweiterungsmöglichkeit
(rote Fläche)

7.4.3 Silbersee

Die Erweiterungsmöglichkeit des Silbersees wird wie folgt eingeschätzt:

Bezüglich der hier angesetzten Kriterien ist eine Erweiterung über dem Hochwasserstauziel (480,7 m ü NN) um 5,2 m beziehungsweise 7,6 Mio. m³ möglich (siehe Abb. 23). Dies würde mehr als eine Verdoppelung des bestehenden Stauraumes bedeuten. Begrenzendes Kriterium ist der Siedlungsrand der Ortslage Hammertiefenbach. Hier wurde die Stauzielbegrenzende Höhe aus dem DGM5 mit 485,9 m NHN abgegriffen.

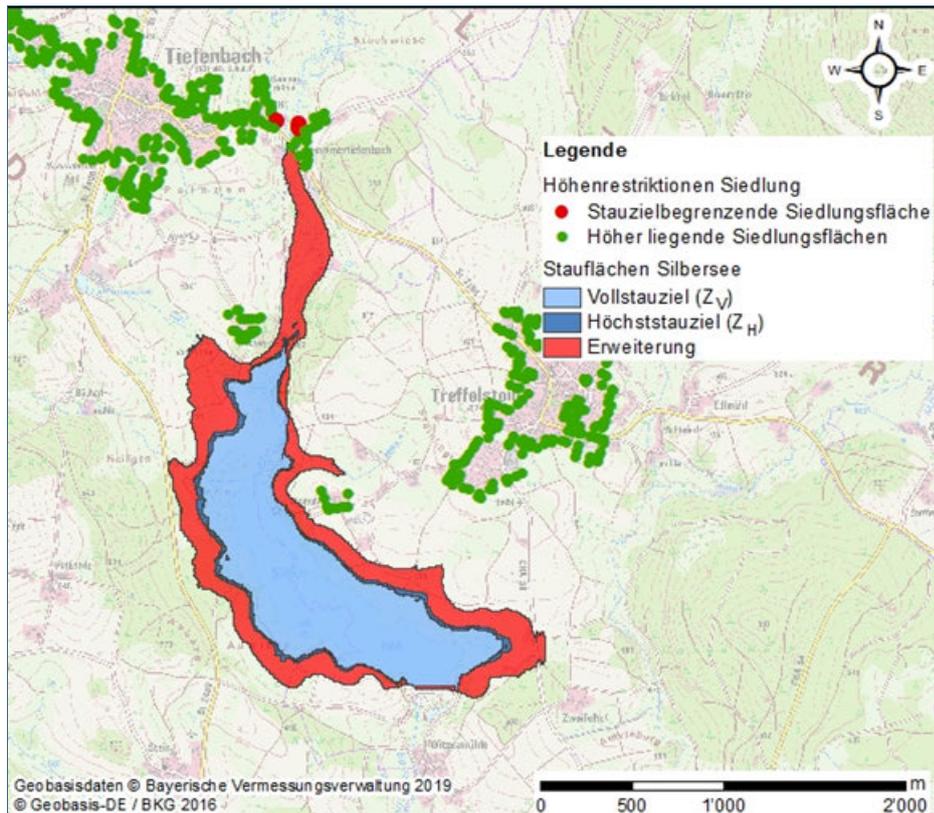


Abb. 23:
Silbersee: bei Z_V und bei Z_H eingestaute Fläche, Erweiterungsmöglichkeit (rote Fläche)

7.4.4 Eixendorfer See

Der Eixendorfer See ist der unterste Speicher des Hochwasserrückhaltesystems an der oberen Schwarzach (siehe Abb. 21).

Die Erweiterungsmöglichkeit wird wie folgt eingeschätzt:

Aus Sicht der hier angesetzten Kriterien ist eine Erweiterung über dem Hochwasserstauziel (440,9 m ü NN) um 1,1 m beziehungsweise 2,0 Mio. m³ möglich (siehe Abb. 24). Dies wäre eine Erweiterung des Stauraumes um etwa 10 %. Begrenzendes Kriterium ist der Siedlungsrand der Ortslage Rötz. Hier wurde die Stauzielbegrenzende Höhe aus dem DGM5 mit 442,0 m NHN abgegriffen.

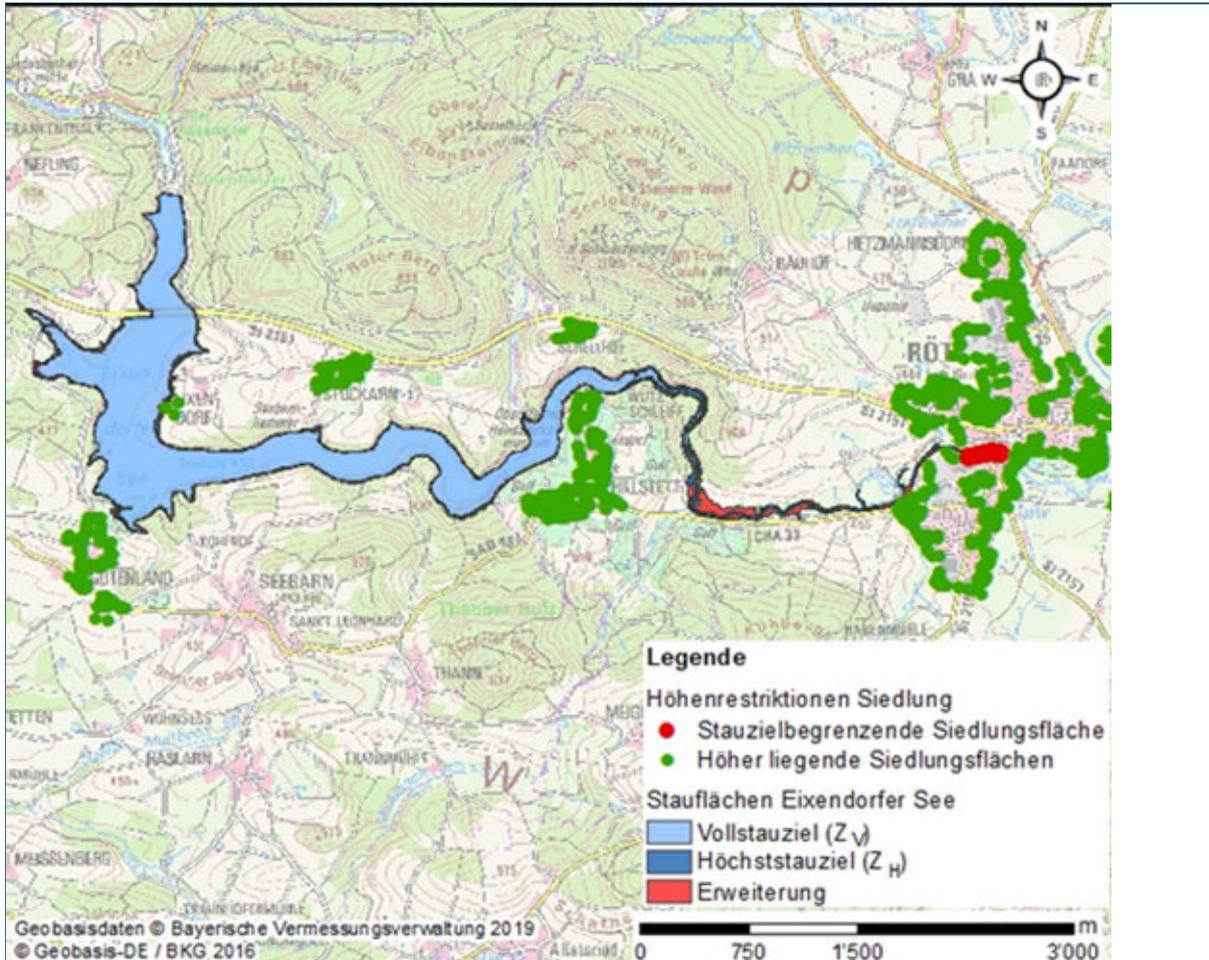


Abb. 24: Eixendorfer See: bei Z_V und bei Z_H eingestaute Fläche, Erweiterungsmöglichkeit (rote Fläche)

8 Standorte im Einzugsgebiet des Regen

8.1 Gebietsbeschreibung

Das Einzugsgebiet des Regen befindet sich im Osten des Freistaates Bayern an der Bundesgrenze zur Tschechischen Republik (Abb. 25).

Der Regen mündet in Regensburg in die Donau (bei Gewässer-km 2372). Die Gesamtfläche des Einzugsgebiets des Regen beträgt rund 2880 km²; etwa 2710 km² davon auf dem Gebiet des Freistaates Bayern. Der Regen entsteht durch den Zusammenfluss von Schwarzem Regen und Weißem Regen bei Bad Kötzting, der Schwarze Regen wiederum aus dem Zusammenfluss von Großem Regen und Kleinem Regen bei Zwiesel. Die Quelle des Großen Regen als längstem Quellfluss befindet sich in der Tschechischen Republik auf einer Höhe von rund 1050 m ü. NHN in der Nähe von Markt Eisenstein (Železná Ruda). Der Regen (mit Schwarzem Regen und Großem Regen) hat eine Gesamtlänge von ungefähr 192 km.

Der Regen entwässert den Böhmerwald und den Bayerischen Wald und fließt im Wesentlichen von Osten nach Westen. Die Topografie entspricht im Oberlauf den typischen deutschen Mittelgebirgslandschaften mit hügeligen Bergen und relativ schmalen Tälern. Im Unterlauf durchfließt er die Oberpfalz mit deutlich flacheren und niedrigeren Hügeln und breiteren Tälern. Zu seinen wichtigsten Nebenflüssen zählen der Kleine Regen, die Teisnach, der Weiße Regen und der Chamb. Die Topografie und das Gewässernetz sind in Abb. 26 visualisiert.

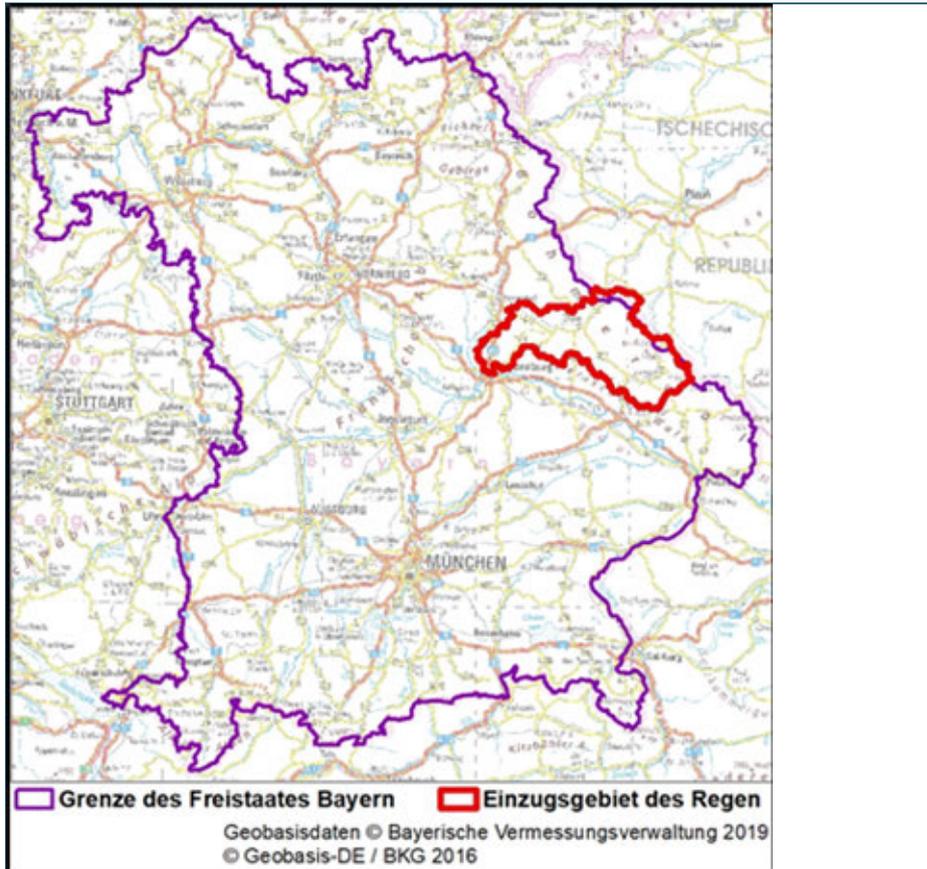


Abb. 25:
Einzugsgebiet des Regen

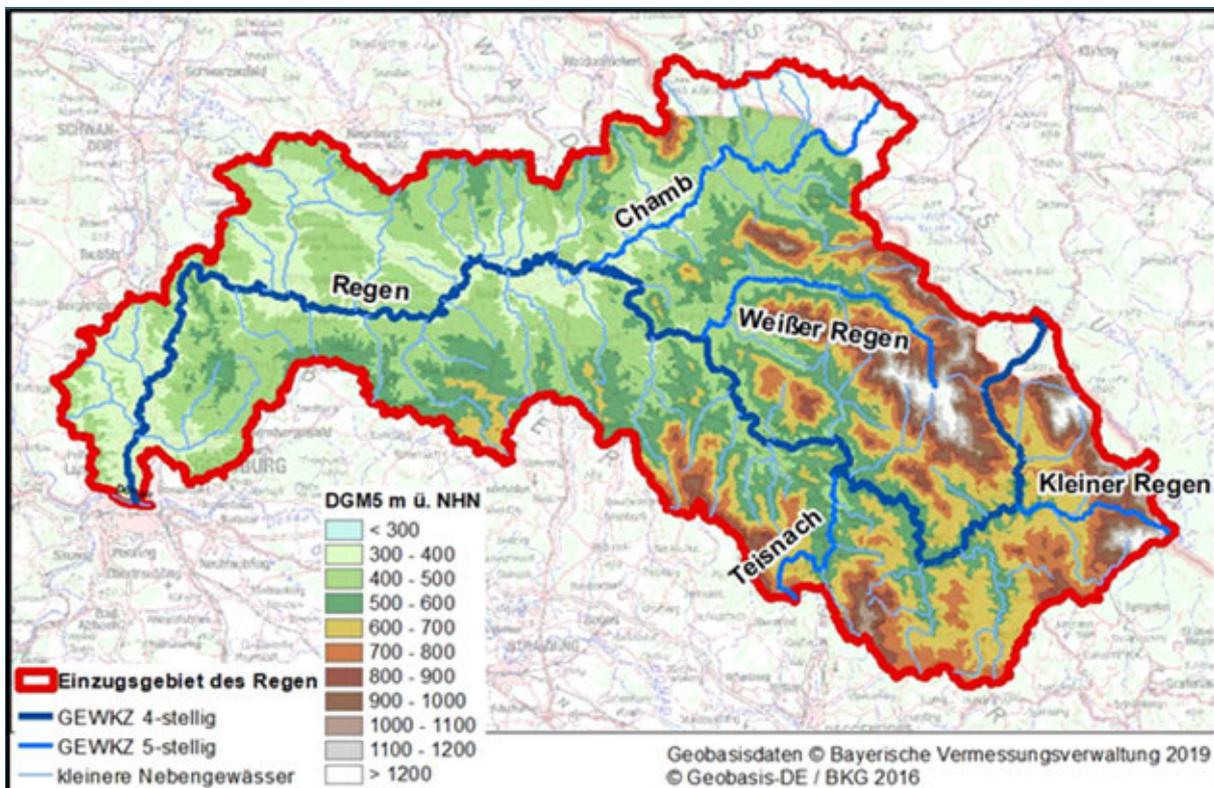


Abb. 26: Gewässernetz und DGM5 des Einzugsgebietes des Regen

8.2 Standorte im Hauptschluss

Der ermittelte Suchraum und dessen Untergliederung in Teilsegmente ist in Abb. 27 zu sehen.

Der dargestellte Suchraum weist eine Fläche von etwa 680 km² auf, und umfasst damit rund 25 % des Regeneinzugsgebietes in Bayern.

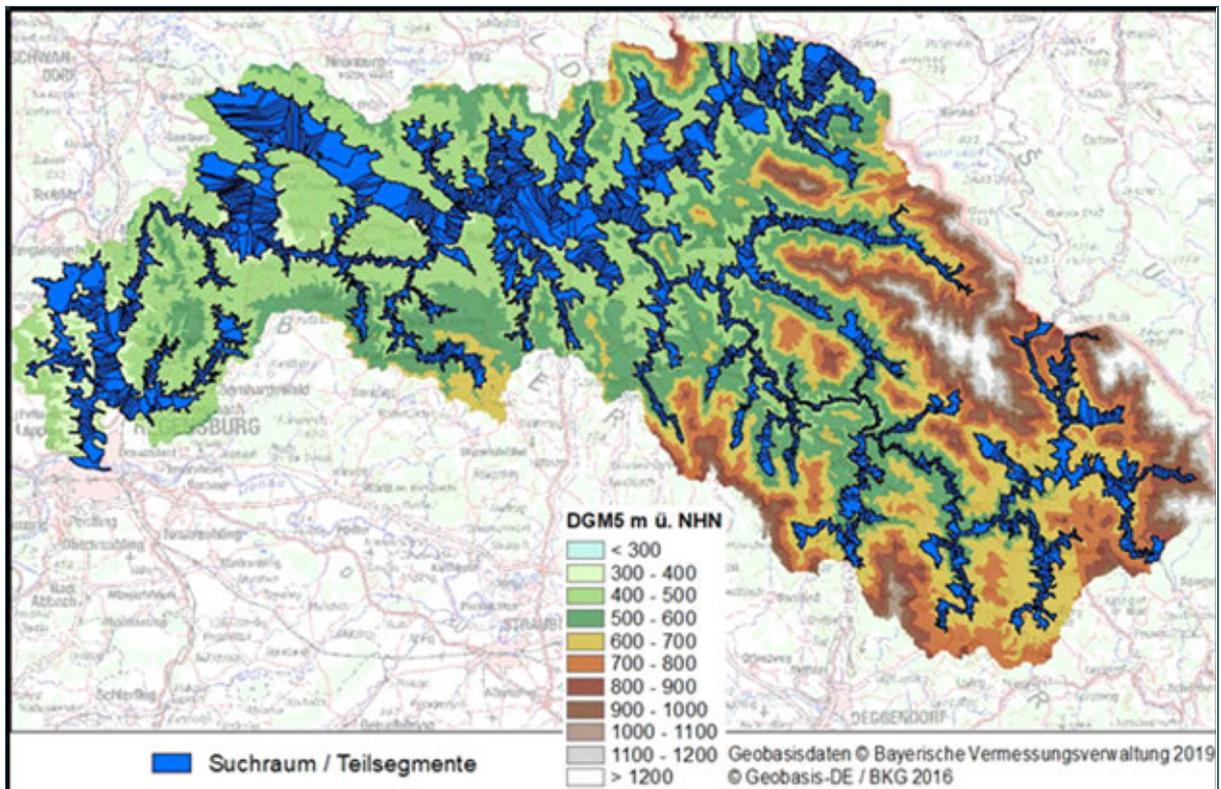


Abb. 27: Suchraum / Teilsegmente für Standortidentifizierung im Hauptschluss im Einzugsgebiet des Regen

Im Einzugsgebiet des Regen wurden insgesamt 2126 mögliche Sperrenstandorte identifiziert. Davon erreichen 632 Standorte ein Mindestrückhaltevolumen von 1 Mio. m³ bei einer Mindesteinzugsgebietsgröße von 10 km². Eine kurze Auswertung der 2126 Sperrenstandorte nach Einzugsgebietsgrößenklassen und klassifiziertem Rückhaltevolumen ist in Tab. 10 aufgeführt.

Tab. 10: Auswertung aller identifizierten möglichen Sperrenstandorte für Becken im Hauptschluss des Regen nach Einzugsgebietsgröße und maximalem Rückhaltevolumen

		maximales Rückhaltevolumen (alle Standorte)					SUMME
		< 1 Mio. m ³	1 - 2 Mio. m ³	2 - 5 Mio. m ³	5 - 10 Mio. m ³	> 10 Mio. m ³	
Einzugsgebietsgröße	10 - 50 km ²	671	172	182	77	33	1135
	50 - 100 km ²	196	39	16	5	0	256
	100 - 500 km ²	198	7	23	5	0	233
	> 500 km ²	428	10	12	30	22	502
	SUMME	1493	228	233	117	55	2126

In der Auswahl für die Wirkungsanalyse mittels hydrologischer Modellierung (LARSIM-Wasserhaushaltsmodell [5]) verblieben 161 mögliche Beckenstandorte, die die Mindestkriterien bezüglich Einzugsgebietsgröße und Rückhaltevolumen erfüllen und ohne gegenseitige Überlagerung ihrer Stauplächen realisiert werden könnten. Eine Auswertung nach Einzugsgebietsgrößenklassen und klassifiziertem (maximalem) Rückhaltevolumen für die 161 Beckenstandorte ist in Tab. 11 zu sehen. Eine detaillierte Auflistung wesentlicher Kennzahlen der Standorte der Vorauswahl ist in Anlage 1-3 zusammengestellt.

Tab. 11: Auswertung der 161 möglichen Beckenstandorte ohne gegenseitige Überlagerung im Hauptschluss des Regen nach Einzugsgebietsgröße und maximalen Rückhaltevolumen

		maximales Rückhaltevolumen (ausgewählte Standorte)				SUMME
		1 - 2 Mio. m ³	2 - 5 Mio. m ³	5 - 10 Mio. m ³	> 10 Mio. m ³	
Einzugsgebietsgröße	10 - 50 km ²	40	61	29	11	141
	50 - 100 km ²	4	4	2	0	10
	100 - 500 km ²	1	2	2	0	5
	> 500 km ²	2	0	0	3	5
	SUMME	47	67	33	14	161

Eine Karte, die die Lage aller identifizierten Standorte im Einzugsgebiet des Regen darstellt, ist in Abb. 28 zu sehen. Darin wird gezeigt, welche möglichen Speicherstandorte mehr als 1 Mio. m³ Rückhaltevolumen aufweisen und welche möglichen Beckenstandorte ohne gegenseitige Überlagerung ihrer Staufflächen verbleiben.

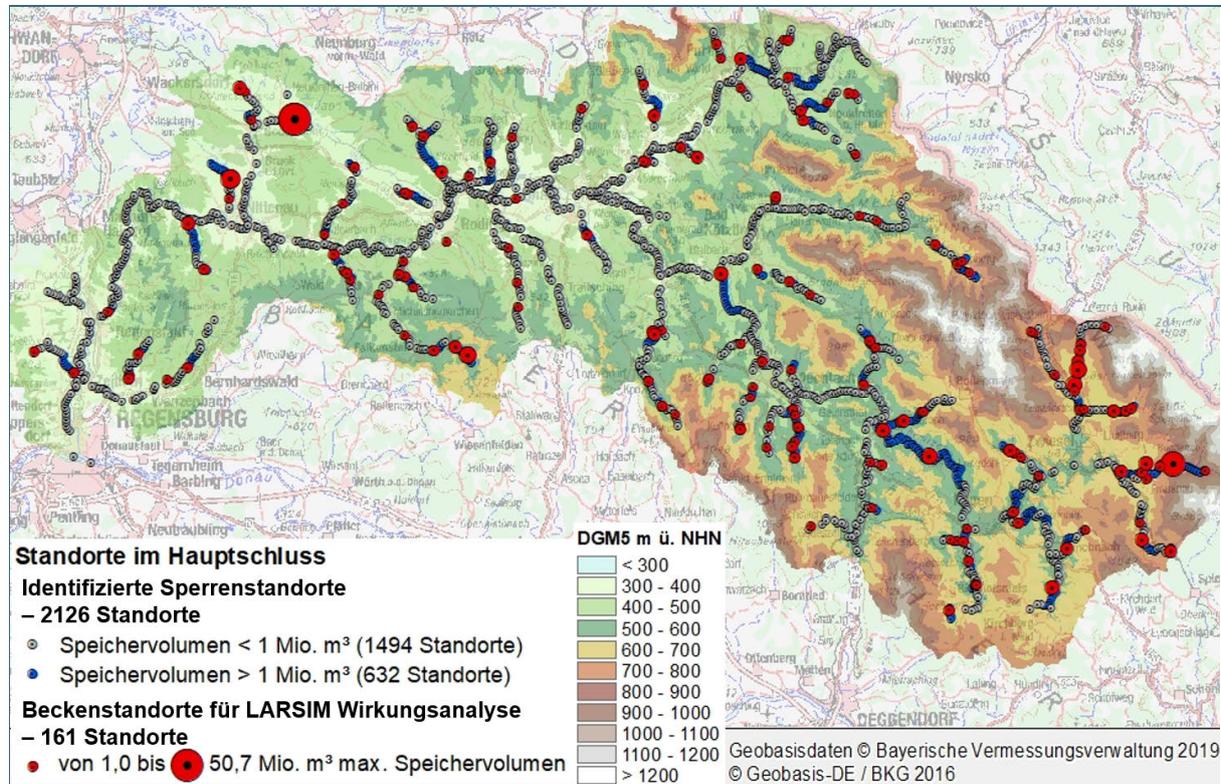


Abb. 28: Karte aller identifizierten Standorte im Hauptschluss im Einzugsgebiet des Regen

8.3 Standorte im Nebenschluss

Im Einzugsgebiet des Regen konnten keine Standorte für Hochwasserrückhaltepotenziale im Nebenschluss identifiziert werden. Aus den Grundlagendaten zu den bestehenden Hochwasserschutzanlagen konnten insgesamt 111 Objekte innerhalb des Einzugsgebietes des Regen extrahiert werden:

- Deiche: 62 Objekte
- Hochwasserschutzwände: 26 Objekte
- Mobile Hochwasserschutzsysteme: 23 Objekte

In Abb. 29 ist die räumliche Lage dieser Objekte zu sehen. Die Darstellung zeigt, dass die einzelnen Objekte nur kurze Linienzüge repräsentieren und nur im Verbund eine Hochwasserschutzanlage bilden. Damit wurden insgesamt 13 Schutzbereiche erkannt. In allen 13 Schutzbereichen sind keine ausreichend großen Flächen zwischen Hochwasserschutzanlage und Bebauung vorhanden, um das Mindestrückhaltevolumen von 1 Mio. m³ zu erreichen.

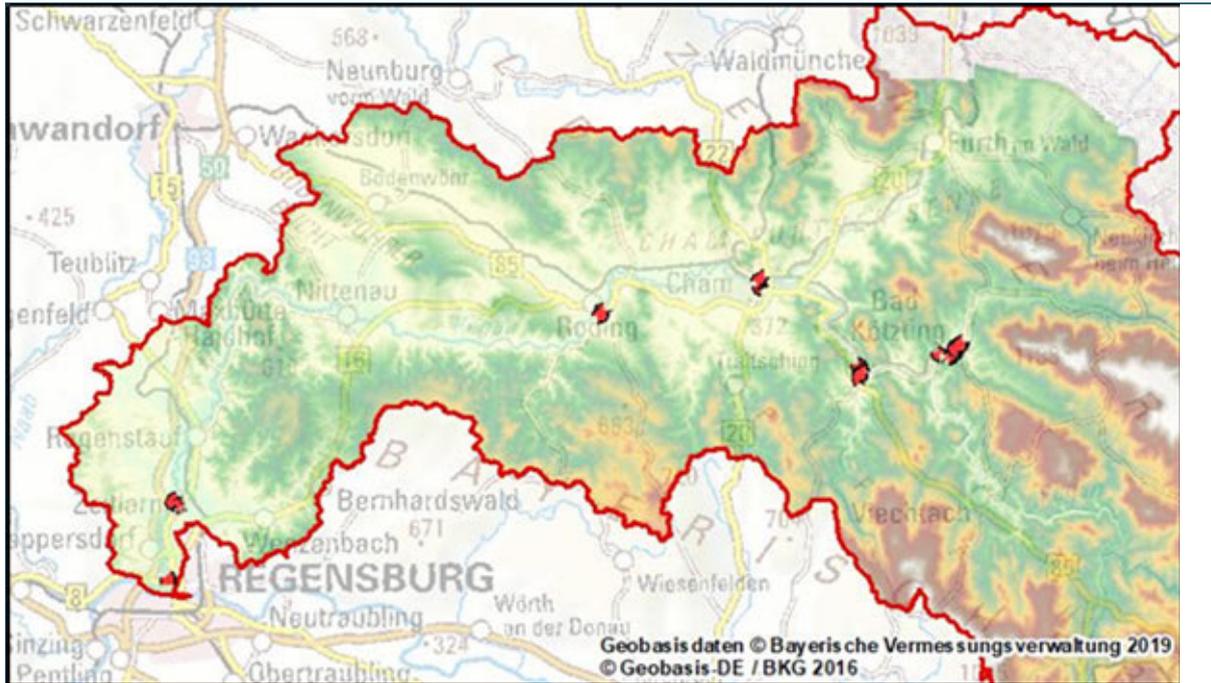


Abb. 29: Bestand an Hochwasserschutzanlagen im Einzugsgebiet des Regen

8.4 Erweiterung von bestehenden Talsperren

Im Einzugsgebiet des Regen war eine Erweiterungsmöglichkeit der Talsperre Drachensee zu prüfen. Der Drachensee liegt am Oberlauf des Chamb, einem Nebengewässer des Regen, direkt oberstrom beziehungsweise östlich der Ortslage Furth im Wald (siehe Abb. 30).

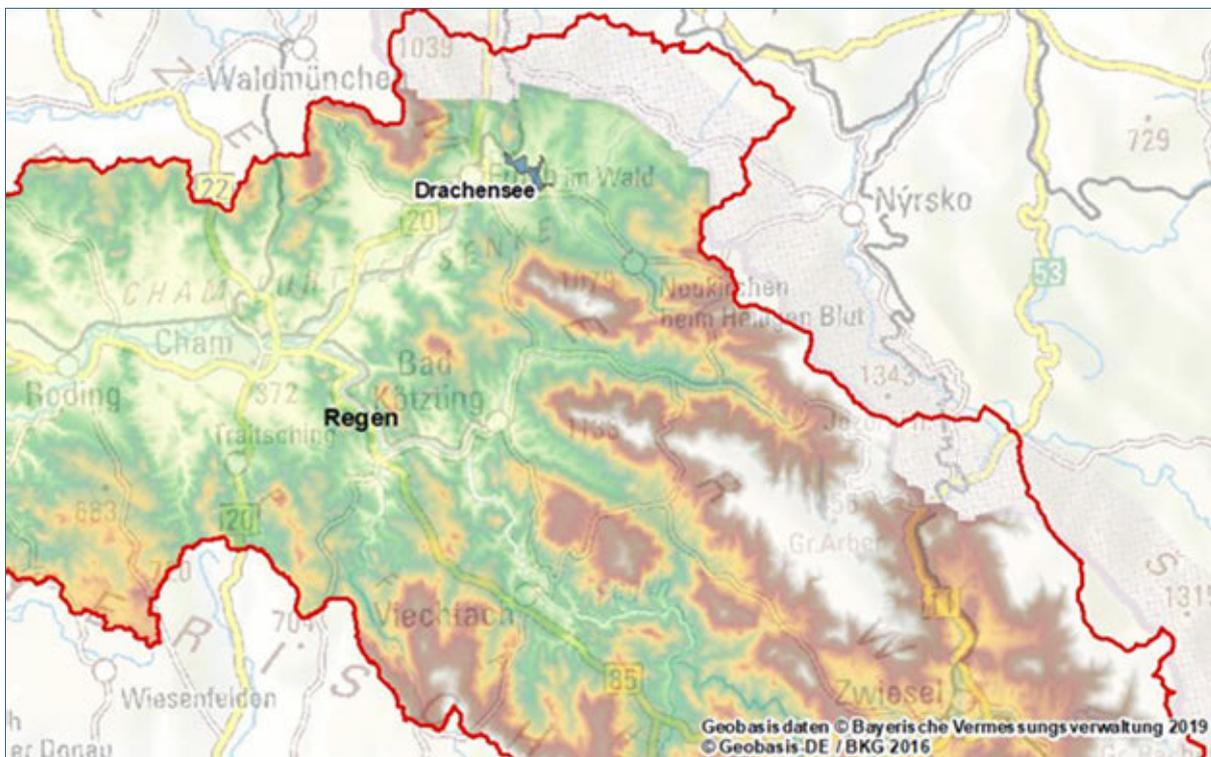


Abb. 30: Lage des Drachensees im Einzugsgebiet des Regen

Die Erweiterungsmöglichkeit wird wie folgt eingeschätzt:

Aus Sicht der hier verwendeten Kriterien ist eine Erweiterung über das Hochwasserstauziel hinaus (409,0 m ü NN) nicht möglich. Eine Siedlung größer als ein Hektar grenzt unmittelbar an die bereits jetzt beim Höchststauziel beanspruchte Fläche. In Abb. 31 ist diese mit der roten Ellipse umrandet. Diese Siedlung besteht aus einem kleinen Gewerbebetrieb inklusive Cafébetrieb und Wohnhäusern. Bis zu der Kreisstraße CHA 4, die zwischen Drachensee und dieser Siedlungsfläche liegt, ist noch mindestens 1 m Freibord über dem Hochwasserstauziel gegeben, allerdings liegen die Flächen dahinter wieder etwas niedriger.

Außerdem befindet sich im Bereich der Stauwurzel eine Kläranlage. Interpoliert man die Höhen des DGM5 auf den Flächenumring der Kläranlage, wie sie im Basis-DLM abgebildet ist, werden Höhen identifiziert, die etwas niedriger liegen als das bestehende Hochwasserstauziel. Diese Stellen sind in Abb. 31 als rote Punkte hervorgehoben.

Es gibt somit im Einzugsgebiet des Regen an den hier untersuchten Talsperren keine Möglichkeit für eine Erweiterung, die in den weiteren Untersuchungen zu berücksichtigen wäre.

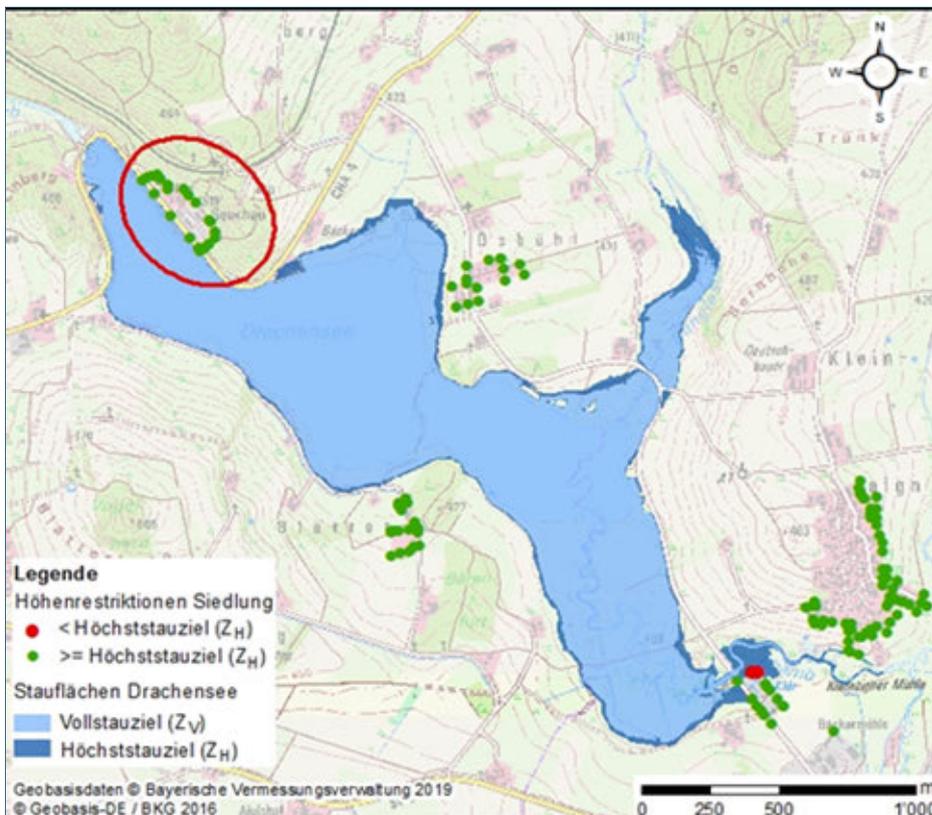


Abb. 31:
Drachensee: bei Vollstau
und bei Z_H eingestaute
Fläche, die Erweiterungsmöglichkeiten begren-
zende Siedlung (rot ein-
gekreist)

9 Berücksichtigung einer Vorfüllung

Im Rahmen der Standortsuche wurden die potenziellen Rückhaltevolumina auf Basis der im DGM5 hinterlegten Geländehöhen berechnet. Im Hochwasserfall tritt jedoch das Szenario auf, dass Gewässer bereits über die Ufer treten und sich somit ein gewisser Wasserkörper im potenziellen Stauraum befindet, bevor die Scheitelkappung durch ein Hochwasserrückhaltebecken beginnt. Dieses Volumen kann als „natürliches Retentionsvolumen“ verstanden werden.

Baut man nun ein Hochwasserrückhaltebecken, wird ein zusätzliches Retentionsvolumen geschaffen. Für die Wirkungsanalysen mittels hydrologischer Modellierung [5] sind genau diese zusätzlichen Retentionsvolumina entscheidend, die im Hochwasserfall über dem natürlichen Wasserspiegel zur Verfügung stehen.

Ziel dieser Teiluntersuchung war es, die mögliche Vorfüllung, die durch den natürlichen Hochwasserabfluss auftritt, im Stauraum von ausgewählten Hochwasserrückhaltebecken zu ermitteln, damit sie in den hydrologischen Wirkungsanalysen [5] berücksichtigt werden konnten. Eine Berücksichtigung bei allen Becken war nicht möglich, da nicht für alle Standorte die dafür erforderlichen Grundlagendaten verfügbar waren.

Zur Berücksichtigung der Vorfüllung wurden die Ergebnisse von hydronumerischen 2D-Berechnungen für 100-jährliche Hochwasserereignisse herangezogen. Es wurden die berechneten Wasserspiegellagen aus den 2D-Modellen exportiert und anschließend im GIS der Volumenkörper zwischen DGM5 und diesen Wasserspiegellagen berechnet. Dieses Volumen wird von dem in der Studie auf Basis des DGM5 ermittelten maximalen Rückhaltevolumen abgezogen.

Diese Analyse wurde für 39 Standorte durchgeführt, die sich in einer Voranalyse im Wasserhaushaltsmodell [5] als für die Wirkungsanalyse geeignet erwiesen und für die die entsprechenden notwendigen Datengrundlagen verfügbar waren.

9.1 Methodik

Das methodische Vorgehen wird mit den folgenden Stichpunkten kurz erläutert:

- Ermitteln der überstauten Fläche bei maximalem Wasserstand (Stauziel, aus Standortsuche) als georeferenzierte Polygone für die relevanten potenziellen HRB-Standorte durch Verschneidung des Wasserstandes mit dem DGM
- Verschneiden der mittels 2D-Modell berechneten Wasserstände mit der ermittelten Staufläche. Dabei können im Stauwurzelbereich die Wasserstände der Hochwassersimulation höher liegen als das Stauziel des potenziellen HRB. Für den Abzug einer Vorfüllung von dem in der Studie ermittelten Rückhaltevolumen darf nur das natürliche Retentionsvolumen, das unter dem Stauziel liegt, subtrahiert werden.
- Berechnung des Volumens des Wasserkörpers der Vorfüllung (natürliches Retentionsvolumen unterhalb des Stauziels) und Abzug vom bisher angesetzten Rückhaltevolumen eines potenziellen HRB.

9.2 Ergebnisse

In Tab. 12 sind die Ergebnisse in kurzer Form zusammengestellt. Bei drei Standorten reicht das verbliebene Rückhaltevolumen nach Subtraktion einer potenziellen Vorfüllung nicht mehr aus, um das Mindestkriterium von 1 Mio. m³ zu erfüllen. Bei den beiden Standorten am Regen ist das Ergebnis sehr eindeutig. Der Standort im EZG der Naab verfehlt das Ziel nur knapp. Hier könnte man aufgrund von Daten-, Berechnungs- und Annahmengenauigkeiten eine Weiterbetrachtung des Standortes in Betracht ziehen.

Tab. 12: Ergebnisse der Vorfüllungsberechnung

EZG	ID	Rückhaltevolumen Studie	Volumen Vorfüllung	Anteil Vorfüllung	Verbleibendes Volumen
		Mio. m ³	Mio. m ³	%	Mio. m ³
Regen	1984	1,4	1,2	82,7	0,2
Regen	1372	1,2	0,9	77,4	0,3
Naab	1581	2,2	1,3	57,9	0,9
Naab	529	1,8	0,6	34,0	1,2
Naab	3154	4,1	1,3	31,1	2,8
Naab	936	3,0	0,9	31,0	2,1
Naab	1594	1,8	0,5	26,9	1,3
Lech	1498	2,0	0,5	23,2	1,5
Naab	1048	1,8	0,4	23,2	1,4
Lech	346	9,7	2,0	20,8	7,7
Lech	1267	5,3	0,9	17,5	4,4
Naab	4007	2,1	0,3	14,8	1,8
Lech	1005	2,3	0,3	14,1	2,0
Regen	275	5,6	0,7	13,3	4,8
Naab	3978	1,9	0,2	10,9	1,7
Naab	4430	2,5	0,3	10,9	2,2
Lech	1157	3,5	0,4	10,0	3,2
Naab	3319	1,9	0,2	9,9	1,7
Naab	2347	3,1	0,3	9,5	2,8
Regen	405	16,4	1,5	9,4	14,8
Lech	1606	3,9	0,3	8,3	3,6
Lech	1258	2,0	0,1	7,3	1,9
Regen	490	12,6	0,9	6,9	11,7
Naab	2425	7,4	0,5	6,7	6,9
Regen	840	1,2	0,1	6,5	1,1
Lech	1629	2,0	0,1	6,4	1,9
Lech	374	3,9	0,2	5,6	3,7
Naab	2799	2,9	0,1	4,1	2,8
Naab	4420	2,2	0,1	2,9	2,1
Lech	560	4,4	0,1	2,2	4,3
Naab	2421	9,0	0,2	1,9	8,8
Regen	834	1,7	0,0	1,9	1,7
Lech	1728	10,6	0,1	1,3	10,5
Lech	1043	17,8	0,2	1,2	17,6

EZG	ID	Rückhaltevolumen Studie	Volumen Vorfüllung	Anteil Vorfüllung	Verbleibendes Volumen
		Mio. m ³	Mio. m ³	%	Mio. m ³
Lech	1759	12,4	0,1	1,0	12,3
Regen	163	3,8	0,0	0,7	3,7
Lech	1967	12,7	0,1	0,7	12,6
Lech	925	2,2	0,01	0,3	2,2
Lech	279	4,8	0,01	0,2	4,8

10 Plausibilitätsprüfung ausgewählter Standorte

Die Identifikation der möglichen Rückhaltepotenziale erfolgte, wie oben beschrieben (Kapitel 4), zum Großteil automatisiert. Bei der Vielzahl der identifizierten Standorte ist es nicht möglich, für alle eine Einzelfallprüfung durchzuführen. Eine genauere Betrachtung und Plausibilisierung erfolgte daher nur für die Standorte, die für die weitergehenden Wirkungsnachweise mittels eines LARSIM-Wasserhaushaltsmodells [5] in Frage kamen. Zwei dieser Standorte liegen kurz unterstrom bestehender Talsperren. Für diese wurde geprüft, ob das Mindestvolumen von 1 Mio. m³ tatsächlich zurückgehalten werden kann. Im Standortsuche-Screening wurden die vorhandenen Dammbauwerke nicht als Höhenrestriktionen berücksichtigt. Wenn man dies tut und einen Einstau der Staubauwerke durch neu identifizierte HRB von unterstrom nicht zulässt (entsprechend der Vorgehensweise bei Staustufen an Lech und Wertach, siehe Kapitel 4.1 und 4.2.3), könnten die geforderten 1 Mio. m³ nicht zurückgehalten werden. Die entsprechenden Nachweise werden im Folgenden erläutert. Analog dem Vorgehen an den Staustufen wurden zur Bestimmung der begrenzenden Höhenrestriktion Wasserspiegellagen aus hydraulischen Simulationen der Hochwassergefahrenflächenermittlung verwendet.

10.1 Standort 1182 Regen

Dieser Standort liegt rund 800 m stromabwärts des Staudamms des Drachensees. Der Abgriff der relevanten Wasserspiegellagen bei HQ₁₀₀ wurde stromabwärts des Tosbeckens der Talsperre vorgenommen.

Die Wasserspiegellage beträgt dort 399,7 m NHN. Fügt man diesen Wasserstand als Höhenrestriktion für den Standort ein, beträgt das Rückhaltevolumen nur noch rund 0,2 Mio. m³.

Höhenrestriktion Standortsuche: 408,9 m NHN

Volumen Standortsuche: 7.6 Mio. m³

Höhenrestriktion WSPL 2D-Hydr.: 399,7 m NHN

Volumen WSPL 2D-Hydr.: 0,2 Mio. m³

10.2 Standort 2792 Naab

Dieser Standort liegt rund 2.700 m stromabwärts des Staudamms des Eixendorfer Sees.

Die Wasserspiegellage bei HQ_{100} beträgt unterhalb der Talsperre in etwa 417,3 m NHN. Fügt man diesen Wasserstand als Höhenrestriktion für den Standort ein, beträgt das Rückhaltevolumen nur noch rund 0,3 Mio. m³.

Höhenrestriktion Standortsuche: 433,9 m NHN

Volumen Standortsuche: 9,0 Mio. m³

Höhenrestriktion WSPL 2D-Hydr.: 417,3 m NHN

Volumen WSPL 2D-Hydr.: 0,3 Mio. m³

11 Zusammenfassung

Große Hochwasserrückhaltebecken (HRB) spielen eine wesentliche Rolle, um für gefährdete Ortslagen einen angemessenen Hochwasserschutz gewährleisten zu können. Von großen Hochwasserrückhaltebecken (gemäß DIN 19700-12) wird gesprochen, wenn sie ein maximales Stauvolumen von mindestens 1 Mio. m³ aufweisen. Diese Becken werden üblicherweise mit steuerbaren Elementen für die Regelung der Abgabe ausgerüstet, so dass sie eine Hochwasserwelle gezielt kappen können.

Die vorliegende Studie verfolgte das Ziel, das Potenzial für zusätzlichen Rückhalteraum in großen Hochwasserrückhaltebecken in den Einzugsgebieten der drei wesentlichen Nebengewässer der Donau in Bayern bis Regensburg, dem Lech, der Naab und dem Regen, zu identifizieren. Dabei wurde nach Rückhalteraum in HRB im Hauptschluss, in HRB im Nebenschluss und durch Erhöhung von bestehenden Talsperren gesucht.

Für die Suche nach Standorten für HRB im Hauptschluss wurden entlang der Gewässer außerhalb von Ortslagen und Stauhaltungsdämmen alle 250 m potenzielle Sperrenstandorte definiert. Auf Grundlage digital verfügbarer topographischer Karten und eines digitalen Geländemodells (DGM5) wurde geprüft, welche Höhenrestriktionen in den potenziellen Stauräumen vorhanden sind. Als Höhenrestriktionen wurden hier Siedlungsränder und übergeordnete Verkehrswege (Bundesstraßen, Autobahnen, Eisenbahnlinien) betrachtet. Sind in einem Stauraum keine Höhenrestriktionen vorhanden, wurde ein maximaler Wasserstand von 30 m zugelassen. Im Anschluss wurde das Stauvolumen ermittelt, welches bis zum Erreichen der Höhenrestriktion beziehungsweise bis zum maximal zulässigen Wasserstand zurückgehalten werden kann.

Die auf diese Weise gefundenen Standorte mit einem Stauvolumen von mehr als 1 Mio. m³ können sich gegenseitig überlagern. Ist dies der Fall, wurde der Standort mit dem größten Rückhaltevolumen ausgewählt und die anderen verworfen.

Für HRB im Nebenschluss wurden die Flächen hinter bestehenden Hochwasserschutzanlagen und Stauhaltungsdämmen betrachtet. Hier wurde aufgrund von Erfahrungen bei vergleichbaren Untersuchungen ein maximaler Wasserstand von 13 m zugelassen. Darüber hinaus galten die gleichen Restriktionen wie bei Becken im Hauptschluss.

Bei bestehenden Talsperren wurde zudem untersucht, ob eine Erhöhung des Stauraumes möglich ist. Dazu wurden Höhenrestriktionen im erweiterten Stauraum identifiziert und das Stauvolumen bis zum Erreichen dieser Höhenrestriktion ermittelt.

Eine Zusammenstellung der auf diese Weise gefundenen Standorte zeigt Tab. 13.

Tab. 13: Zusammenstellung der identifizierten möglichen Standorte mit einem Rückhaltevolumen von mehr als 1 Mio. m³ für die LARSIM-Wirkungsanalysen

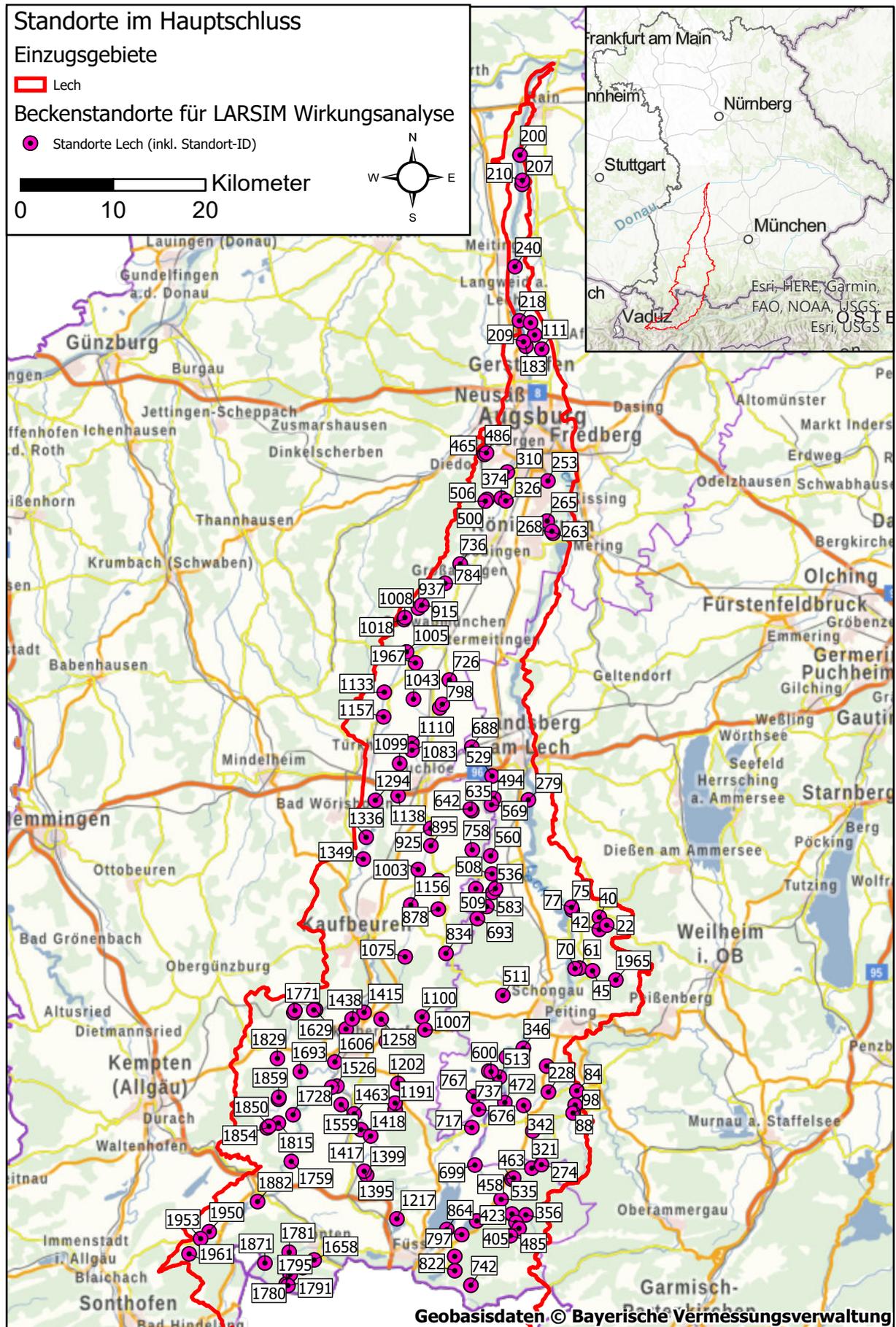
	Lech	Naab	Regen
HRB im Hauptschluss ¹	154	347	161
HRB im Nebenschluss	23	1	-
Erweiterung best. TS	1	3	-

¹ Größte HRB selektiert bei sich überlagernden Standorten

Diese Standorte wurden im Anschluss an ein drittes Büro übergeben zwecks Durchführung weitergehender Wirkungsnachweise mittels eines LARSIM-Wasserhaushaltsmodells [5]. In Abstimmung mit diesen weiteren Analysen wurden für relevante Standorte zusätzliche Auswertungen vorgenommen. Für Becken, die sich in einer Voranalyse im Wasserhaushaltsmodell als für die Wirkungsanalyse geeignet erwiesen haben, wurde zusätzlich eine Vorfüllung ermittelt, wenn dies aufgrund der Datelage möglich war (Verfügbarkeit Wasserspiegellagen aus 2D-Modellen). Bei drei dieser Standorte zeigte sich, dass nach Berücksichtigung einer Vorfüllung kein Rückhaltevolumen von mindestens 1 Mio. m³ zur Verfügung steht. Die übrigen 36 betrachteten Standorte weisen auch nach Abzug einer Vorfüllung ein Rückhaltevolumen von mehr als 1 Mio. m³ auf. Zudem wurde bei für die Wirkungsanalyse geeigneten Standorten eine Plausibilisierung durchgeführt. Bei zwei Standorten unterhalb bestehender Talsperren zeigte sich, dass diese ohne Einstau der bestehenden Staubauwerke das geforderte Mindestvolumen von 1 Mio. m³ nicht erreichen.

12 Anlagen

Anlage 1-1



Anlage 1-1: Standorte im Hauptschluss im Einzugsgebiet des Lech

Standort ID	Einzugsgebiet km ²	maximale Wassertiefe m	maximales Speichervolumen Mio. m ³
22	14.0	13.2	10.8
40	21.9	8.8	1.2
42	14.0	9.5	5.6
45	26.3	30.0	127.2
61	30.1	30.0	6.3
70	31.5	30.0	3.1
75	28.8	30.0	2.4
77	28.8	30.0	1.0
84	24.5	30.0	5.1
88	23.1	23.0	12.2
98	17.0	15.8	17.0
111	24.4	3.9	4.4
129	24.4	3.0	4.4
170	24.4	5.8	14.4
183	19.7	7.7	3.1
200	16.5	5.0	2.6
207	14.2	4.5	2.6
209	19.7	12.5	3.9
210	14.2	5.3	4.6
218	10.3	14.4	14.7
228	32.3	20.9	15.2
231	24.4	2.2	3.7
240	24.4	13.8	33.8
253	130.6	0.0	1.2
263	12.8	2.4	4.6
265	105.8	2.7	6.6
268	12.8	2.5	2.4
274	11.1	30.0	23.7
279	103.0	21.1	4.8
284	10.2	8.9	4.0
308	10.5	30.0	5.9
310	1029.7	4.4	1.4
321	13.0	30.0	3.2
326	193.9	5.8	1.9
342	38.8	22.7	11.3
346	1858.9	12.8	9.7
356	16.9	30.0	2.1
374	1027.4	7.1	3.9
405	21.4	30.0	1.1
423	22.6	30.0	1.5
450	47.4	30.0	3.7
458	21.4	26.4	35.4
461	15.2	27.8	1.7
463	21.6	20.0	23.9
465	11.6	30.0	12.7
472	61.2	22.9	6.2
485	19.9	30.0	3.3
486	11.6	30.0	12.6
494	18.4	30.0	6.7
500	13.8	11.4	21.2
506	13.8	14.0	27.8
508	17.7	18.1	7.6
509	23.3	21.2	10.7
511	30.8	7.0	5.8

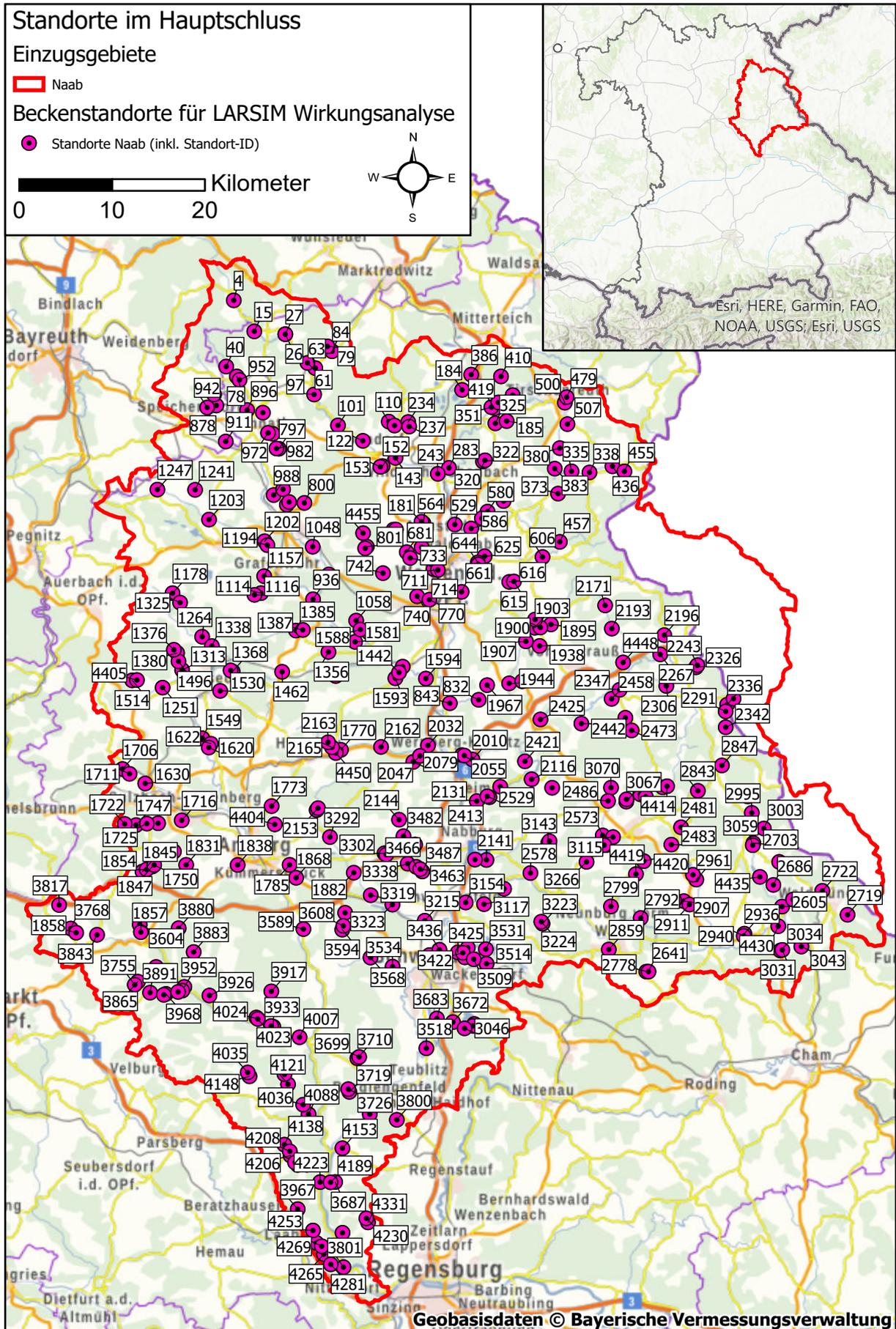
Anlage 1-1: Standorte im Hauptschluss im Einzugsgebiet des Lech

Standort ID	Einzugsgebiet km ²	maximale Wassertiefe m	maximales Speichervolumen Mio. m ³
513	10.6	30.0	2.5
529	18.4	6.3	8.7
535	50.5	30.0	1.8
536	23.3	16.0	5.2
560	79.8	4.9	4.4
569	18.4	30.0	8.9
583	19.9	30.0	12.1
600	10.6	30.0	15.8
635	21.2	14.3	4.3
642	21.2	15.9	5.1
676	20.2	12.4	6.1
688	65.4	5.1	1.7
693	19.9	30.0	13.2
699	83.4	18.3	1.1
706	13.1	10.9	1.3
717	21.2	21.3	4.8
726	74.7	8.0	3.2
733	11.4	6.6	7.9
736	1007.3	5.6	1.0
737	10.6	25.9	13.1
742	10.7	30.0	3.7
758	10.2	16.1	17.2
767	10.5	15.6	8.5
781	12.5	12.5	3.6
784	1007.3	4.3	2.5
797	22.7	0.6	3.6
798	12.5	9.2	2.1
822	18.3	30.0	1.6
832	10.7	14.4	25.6
834	50.7	10.2	1.5
840	20.4	14.0	2.6
864	51.5	5.4	1.3
876	63.4	4.6	1.9
878	62.4	5.4	1.2
895	72.2	7.6	1.7
915	15.5	8.4	4.4
925	129.4	6.0	2.2
937	15.5	4.8	2.6
1003	42.5	4.1	2.0
1005	707.9	7.0	2.3
1007	21.4	7.9	1.3
1008	11.6	4.3	4.4
1018	11.6	3.4	2.9
1043	239.2	6.9	17.8
1075	18.0	6.3	7.1
1083	214.0	3.2	3.5
1099	63.9	2.0	1.1
1100	22.9	2.6	3.0
1110	214.0	3.8	3.4
1133	15.5	9.5	1.6
1138	55.3	3.5	3.0
1156	27.5	3.1	1.2
1157	675.5	6.4	3.5
1164	18.6	30.0	50.4

Anlage 1-1: Standorte im Hauptschluss im Einzugsgebiet des Lech

Standort ID	Einzugsgebiet km ²	maximale Wassertiefe m	maximales Speichervolumen Mio. m ³
1191	17.5	30.0	42.2
1202	44.2	5.1	3.2
1217	27.3	3.4	1.7
1258	86.2	5.5	2.0
1267	75.4	9.1	5.3
1294	651.7	1.1	2.0
1336	11.2	4.1	1.7
1349	623.2	4.6	6.7
1395	11.0	30.0	44.8
1399	11.0	30.0	39.9
1415	334.1	2.7	1.1
1417	40.6	8.7	13.5
1418	28.2	6.9	1.4
1438	10.8	7.7	3.0
1463	70.9	14.5	7.4
1498	312.2	8.1	2.0
1526	82.2	11.4	1.4
1559	13.9	8.5	1.1
1564	24.5	30.0	5.8
1606	299.5	8.5	3.9
1626	10.8	25.6	93.3
1629	93.4	4.2	2.0
1658	29.6	30.0	4.1
1693	172.1	30.0	26.5
1721	27.7	30.0	2.5
1728	139.8	30.0	10.6
1747	58.8	12.2	12.6
1759	125.7	30.0	12.4
1771	58.8	11.2	9.7
1780	22.7	30.0	4.0
1781	104.9	30.0	5.2
1791	15.4	30.0	4.5
1795	20.4	30.0	4.1
1815	13.3	21.7	2.6
1829	25.7	18.4	10.3
1850	13.3	30.0	28.9
1854	13.3	29.4	21.6
1856	11.5	30.0	57.8
1859	11.5	30.0	65.4
1871	94.4	30.0	3.2
1882	92.6	24.0	19.4
1950	16.4	30.0	4.5
1953	15.4	30.0	2.6
1961	10.4	30.0	1.9
1965	12.7	26.5	46.4
1967	244.9	8.0	12.7

Anlage 1-2



Anlage 1-2: Standorte im Hauptschluss im Einzugsgebiet der Naab

Standort ID	Einzugsgebiet km ²	maximale Wassertiefe m	maximales Speichervolumen Mio. m ³
4	11.2	11.8	1.1
15	37.2	22.7	3.2
26	46.8	16.5	1.4
27	21.2	26.4	3.2
40	12.6	30.0	3.8
61	88.6	10.7	2.0
63	29.5	15.6	5.3
78	14.9	14.9	2.6
79	10.9	30.0	6.1
84	13.6	17.8	2.8
97	130.3	11.4	1.8
101	153.1	9.5	2.1
110	12.3	30.0	5.4
122	168.1	6.5	1.0
143	10.6	23.9	2.2
152	10.6	30.0	4.1
153	10.6	30.0	4.4
181	16.9	29.3	4.9
184	14.9	12.1	6.0
185	14.4	30.0	37.6
230	12.3	30.0	11.2
234	22.2	15.7	4.4
237	22.2	26.2	6.5
243	278.2	7.7	1.7
283	290.7	29.3	18.1
320	10.3	26.6	14.1
322	10.3	30.0	8.8
325	16.5	30.0	35.0
335	54.0	30.0	23.6
338	48.8	19.8	5.5
351	22.0	4.8	1.4
353	22.1	14.3	18.6
363	22.0	25.5	95.2
373	10.8	30.0	4.3
380	17.7	26.8	13.4
383	75.6	25.7	13.1
386	16.2	11.4	2.1
410	15.0	16.6	33.9
414	153.7	7.9	7.8
419	204.5	12.4	42.4
436	11.1	26.8	8.0
455	11.9	8.8	1.3
457	11.8	24.5	8.1
479	10.0	14.4	2.9
500	120.5	6.8	2.0
507	108.8	5.3	2.6
529	608.5	7.2	1.8
564	17.2	30.0	4.0
570	17.3	23.7	8.1
580	38.6	19.3	2.7
586	49.7	30.0	9.7
588	45.8	30.0	11.5
606	29.8	18.6	2.9
615	11.2	30.0	10.7

Anlage 1-2: Standorte im Hauptschluss im Einzugsgebiet der Naab

Standort ID	Einzugsgebiet km ²	maximale Wassertiefe m	maximales Speichervolumen Mio. m ³
616	11.6	30.0	9.1
625	60.5	20.3	7.4
627	27.6	30.0	15.1
644	28.1	30.0	12.3
661	778.5	2.3	1.5
669	11.8	15.1	6.7
679	20.9	30.0	7.9
681	24.0	19.8	18.6
702	22.8	7.0	4.9
704	23.0	7.2	4.7
711	33.1	6.8	1.5
714	32.9	13.0	8.4
728	12.6	20.6	11.0
733	27.6	21.4	23.6
740	40.1	17.1	49.7
742	29.9	9.3	1.2
752	12.6	18.2	7.0
770	40.1	22.0	67.3
783	12.2	6.8	2.5
790	13.6	16.6	5.3
797	17.6	21.4	18.3
800	10.2	21.4	2.9
801	13.6	14.2	4.0
832	109.3	13.1	4.4
843	148.4	5.1	1.0
878	24.7	13.0	7.4
896	18.5	24.4	13.5
903	11.0	12.2	6.9
911	29.4	3.0	1.4
936	310.0	4.8	3.0
937	16.8	30.0	28.0
941	17.0	29.7	56.7
942	18.6	25.6	27.0
952	14.9	21.1	7.3
955	26.4	8.2	1.9
972	11.0	15.4	7.5
982	17.6	23.3	19.8
988	18.4	30.0	20.3
990	10.2	16.5	1.7
1007	10.2	30.0	11.1
1048	272.7	3.4	1.8
1058	15.0	14.1	39.2
1068	290.5	1.7	1.4
1114	36.5	29.9	313.5
1116	36.5	29.9	365.7
1157	49.2	18.1	38.1
1178	15.7	30.0	28.2
1194	23.4	4.9	1.7
1202	89.0	4.4	1.9
1203	67.1	6.5	3.5
1241	10.7	26.9	28.7
1247	21.9	12.8	2.6
1251	18.5	9.7	3.9
1264	35.5	30.0	52.8

Anlage 1-2: Standorte im Hauptschluss im Einzugsgebiet der Naab

Standort ID	Einzugsgebiet km ²	maximale Wassertiefe m	maximales Speichervolumen Mio. m ³
1313	19.3	14.9	18.0
1325	15.7	30.0	41.7
1338	35.5	29.5	86.6
1356	35.9	11.9	8.4
1367	98.7	8.6	18.5
1368	98.7	8.3	17.5
1376	26.8	30.0	178.0
1380	29.2	18.5	72.2
1385	21.3	8.9	12.5
1387	21.3	10.6	17.9
1434	15.1	2.9	1.2
1442	14.8	30.0	50.6
1451	52.3	3.4	1.1
1462	11.2	7.3	2.3
1496	10.4	30.0	68.4
1514	11.9	19.6	2.3
1530	14.4	11.1	2.0
1549	13.8	10.2	2.2
1581	565.1	2.7	2.2
1588	15.0	17.1	48.6
1593	14.8	26.4	45.1
1594	721.5	2.9	1.8
1620	12.2	25.2	10.4
1622	12.2	18.1	6.6
1630	14.7	11.2	2.6
1706	14.7	20.6	3.4
1711	14.7	27.6	9.6
1716	14.5	11.1	2.6
1722	12.2	30.0	4.0
1725	12.2	30.0	9.5
1727	12.2	12.9	2.9
1747	12.2	18.8	3.6
1750	10.4	10.0	1.1
1770	37.9	0.0	7.4
1773	10.2	10.4	1.1
1785	32.7	7.3	1.1
1826	35.5	29.5	15.1
1831	35.5	30.0	13.0
1838	56.8	7.6	2.7
1845	10.4	20.8	3.4
1847	10.4	30.0	1.5
1854	10.4	28.4	6.2
1857	24.3	29.9	7.2
1858	22.5	30.0	14.7
1868	12.5	1.7	1.9
1882	60.3	12.4	6.1
1895	13.7	20.7	2.4
1900	13.7	30.0	14.5
1903	29.8	10.7	4.8
1907	37.3	7.3	1.0
1938	14.2	15.2	4.9
1944	63.0	19.9	3.3
1967	27.7	18.2	11.2
1985	26.9	26.0	2.8

Anlage 1-2: Standorte im Hauptschluss im Einzugsgebiet der Naab

Standort ID	Einzugsgebiet km ²	maximale Wassertiefe m	maximales Speichervolumen Mio. m ³
2010	10.4	18.2	3.2
2032	92.3	10.4	13.4
2047	21.5	18.4	31.6
2055	19.5	14.1	1.5
2059	10.4	30.0	7.2
2063	18.9	22.0	2.2
2079	21.5	16.2	16.3
2116	26.6	29.4	4.8
2131	593.9	5.7	1.2
2141	11.6	30.0	5.0
2144	10.9	22.7	2.6
2153	10.6	30.0	11.1
2162	82.0	6.3	1.2
2163	15.7	30.0	37.4
2165	17.2	30.0	36.4
2171	68.0	17.5	1.6
2193	81.3	20.0	5.2
2196	12.7	20.9	4.6
2243	166.3	2.4	1.2
2267	23.1	10.3	3.1
2291	15.9	30.0	24.6
2306	32.4	9.6	2.6
2326	10.0	30.0	27.3
2334	20.0	-1.0	1.1
2336	15.9	22.2	14.3
2342	11.1	30.0	8.3
2347	415.5	8.2	3.1
2413	10.2	30.0	2.0
2421	526.0	30.0	9.0
2425	505.5	24.8	7.4
2442	10.6	30.0	4.2
2458	31.9	23.7	4.8
2472	25.7	21.2	3.7
2473	14.7	21.7	2.0
2481	45.7	16.8	10.4
2483	57.3	7.7	2.6
2486	17.6	22.2	1.1
2529	10.2	30.0	1.9
2535	575.8	7.3	1.0
2562	11.6	30.0	13.1
2573	71.8	15.0	2.6
2578	32.2	15.6	3.5
2605	86.0	9.9	10.4
2611	115.9	5.9	1.5
2641	13.6	30.0	15.5
2686	22.8	7.8	2.7
2700	12.4	12.2	2.2
2703	50.7	19.7	19.4
2719	15.2	22.6	2.6
2722	69.6	15.0	3.1
2778	13.6	30.0	14.5
2792	423.0	29.8	9.0
2799	93.7	25.6	2.9
2843	29.4	30.0	2.4

Anlage 1-2: Standorte im Hauptschluss im Einzugsgebiet der Naab

Standort ID	Einzugsgebiet km ²	maximale Wassertiefe m	maximales Speichervolumen Mio. m ³
2847	15.5	16.7	1.6
2850	10.5	30.0	5.3
2859	38.2	15.4	2.6
2903	10.6	7.7	5.0
2907	16.3	15.6	4.1
2911	16.3	12.8	2.7
2936	13.5	15.5	9.4
2940	13.5	16.5	11.6
2961	22.6	9.6	5.5
2995	21.5	30.0	9.1
3003	21.9	30.0	13.6
3031	12.9	12.7	1.8
3034	12.1	11.5	3.2
3043	10.6	5.1	1.3
3046	17.8	-6.1	1.8
3059	50.7	20.9	20.7
3067	37.9	30.0	6.4
3070	13.0	30.0	7.5
3080	16.9	24.3	11.3
3081	26.5	14.5	1.2
3082	27.2	22.5	3.2
3092	36.1	28.6	11.2
3106	15.7	30.0	2.6
3108	15.7	30.0	2.8
3115	15.7	25.6	1.3
3117	11.8	5.7	1.8
3137	15.1	30.0	8.3
3143	15.1	30.0	7.4
3154	836.4	3.6	4.1
3206	30.1	15.7	2.0
3215	100.1	3.4	1.6
3223	17.1	30.0	10.5
3224	17.1	30.0	11.1
3266	107.3	11.3	1.5
3292	12.9	16.6	1.1
3300	10.6	30.0	11.0
3302	10.1	30.0	4.7
3308	10.1	30.0	5.3
3319	72.6	4.8	1.9
3323	76.6	3.6	1.7
3338	14.0	9.1	2.1
3388	11.5	3.7	2.8
3400	19.4	30.0	74.5
3422	11.5	7.7	2.1
3425	31.9	8.0	4.9
3436	48.8	3.5	1.4
3441	10.7	2.4	1.2
3463	14.9	13.4	3.7
3466	14.9	16.8	7.3
3482	16.4	14.4	1.9
3483	23.4	7.8	3.0
3487	49.1	7.0	4.9
3509	10.3	18.9	12.4
3514	10.3	11.2	2.1

Anlage 1-2: Standorte im Hauptschluss im Einzugsgebiet der Naab

Standort ID	Einzugsgebiet km ²	maximale Wassertiefe m	maximales Speichervolumen Mio. m ³
3517	15.9	-1.6	7.7
3518	11.6	3.0	2.4
3521	15.9	-1.7	2.3
3531	18.4	30.0	58.3
3534	22.6	9.2	2.1
3568	18.7	7.3	1.4
3589	29.8	11.3	1.1
3594	11.5	30.0	6.1
3604	24.3	30.0	5.2
3608	11.5	30.0	22.3
3611	11.5	16.2	3.8
3672	35.8	3.5	2.5
3683	15.5	0.6	1.5
3687	15.7	25.4	5.2
3699	40.7	30.0	24.7
3710	40.7	30.0	19.8
3719	40.7	30.0	13.9
3726	40.7	30.0	16.8
3755	10.4	30.0	7.9
3768	22.5	30.0	8.4
3791	13.2	14.7	11.8
3800	13.2	7.9	3.6
3801	28.0	30.0	2.9
3814	36.3	30.0	10.4
3817	22.5	9.7	2.5
3843	34.7	12.4	1.2
3865	12.2	30.0	6.1
3873	25.4	16.8	1.4
3880	35.4	21.3	5.7
3883	35.4	30.0	21.5
3887	36.3	17.9	1.6
3891	36.3	29.4	7.2
3917	21.1	30.0	13.2
3926	48.2	9.4	1.0
3933	26.2	23.3	3.3
3937	37.0	30.0	9.8
3952	137.3	19.0	8.1
3966	23.7	30.0	3.4
3967	10.3	12.5	14.7
3968	36.3	22.1	2.5
3978	284.8	5.9	1.9
4007	326.9	7.0	2.1
4023	12.3	30.0	3.0
4024	12.3	30.0	3.4
4035	51.8	30.0	9.9
4036	27.8	30.0	10.4
4088	27.8	30.0	5.8
4120	11.0	30.0	11.8
4121	27.8	30.0	6.0
4138	10.6	19.1	1.8
4148	51.8	30.0	8.3
4153	15.2	5.0	1.3
4189	15.7	30.0	6.3
4206	10.6	30.0	6.3

Anlage 1-2: Standorte im Hauptschluss im Einzugsgebiet der Naab

Standort ID	Einzugsgebiet km ²	maximale Wassertiefe m	maximales Speichervolumen Mio. m ³
4208	10.6	29.3	8.0
4209	10.6	30.0	3.6
4210	23.7	30.0	1.4
4223	23.7	30.0	3.8
4230	14.3	30.0	8.0
4251	24.8	21.9	2.4
4253	16.9	7.2	1.5
4265	24.8	30.0	3.8
4269	24.8	30.0	4.4
4281	24.8	29.3	5.0
4324	14.3	27.7	3.0
4331	14.3	20.4	5.1
4368	13.9	12.0	8.8
4404	16.0	11.5	1.1
4405	11.9	26.2	3.3
4414	16.9	26.4	14.0
4419	73.5	13.8	1.6
4420	69.4	14.7	2.2
4430	246.2	4.5	2.5
4435	73.9	18.1	12.8
4448	97.0	8.6	1.1
4450	29.2	2.9	21.1
4455	10.5	30.0	24.3

Anlage 1-3: Standorte im Hauptschluss im Einzugsgebiet des Regen

Standort ID	Einzugsgebiet km ²	maximale Wassertiefe m	maximales Speichervolumen Mio. m ³
9	12.9	30.0	1.5
24	15.2	30.0	5.3
28	15.1	30.0	3.6
32	33.3	26.0	5.0
34	33.3	30.0	15.2
37	23.2	30.0	18.7
39	17.9	30.0	8.9
43	15.4	30.0	4.2
46	23.2	30.0	6.0
50	23.8	30.0	8.5
51	23.9	23.1	4.9
58	37.7	13.9	1.0
70	10.7	30.0	8.3
90	22.6	17.6	1.6
93	16.9	30.0	12.1
122	30.1	13.0	2.0
129	25.6	12.7	1.1
133	24.3	17.3	5.2
135	11.8	17.2	8.8
139	11.0	30.0	1.7
151	30.6	30.0	33.0
156	31.0	30.0	2.5
163	32.9	30.0	3.8
171	13.5	30.0	6.7
173	11.0	30.0	14.5
178	50.5	27.5	8.9
181	10.5	30.0	1.9
182	10.2	30.0	2.1
194	72.7	15.3	1.2
211	120.7	12.9	3.6
225	10.8	30.0	1.6
234	15.9	30.0	8.5
248	38.2	30.0	14.2
275	353.0	12.8	5.6
310	88.7	15.1	5.8
322	39.6	13.3	2.6
324	39.3	13.0	1.2
333	13.6	29.3	7.0
338	10.7	18.9	3.2
351	56.7	17.3	2.6
356	13.4	30.0	3.0
358	13.0	30.0	1.7
360	13.0	11.9	1.2
364	79.1	13.2	2.0
405	570.4	25.2	16.4
442	10.7	10.9	1.8
459	11.3	12.1	1.8
475	10.5	26.5	4.9
479	11.6	18.9	2.2
490	628.4	29.8	12.6
529	35.7	30.0	2.4
530	35.7	30.0	2.6
537	42.3	29.4	7.8
538	42.3	30.0	7.4

Anlage 1-3: Standorte im Hauptschluss im Einzugsgebiet des Regen

Standort ID	Einzugsgebiet km ²	maximale Wassertiefe m	maximales Speichervolumen Mio. m ³
554	27.3	13.9	1.0
569	66.0	30.0	2.5
601	13.4	30.0	1.8
611	27.4	15.2	3.1
614	16.7	15.4	3.7
625	11.9	30.0	3.3
627	12.4	30.0	3.5
635	12.9	30.0	1.9
636	10.0	27.7	5.5
640	10.6	25.4	1.6
641	10.0	30.0	6.7
645	30.3	23.8	3.6
659	22.5	10.8	1.4
660	17.5	12.9	1.5
690	25.9	27.0	2.6
697	18.8	30.0	1.7
699	18.2	30.0	1.4
707	10.8	24.1	2.8
709	10.8	30.0	5.0
713	20.2	20.9	2.1
727	10.9	30.0	4.2
728	10.9	30.0	3.2
766	997.4	17.9	13.2
774	21.2	11.2	1.6
782	29.8	16.1	2.7
791	38.4	24.7	4.9
803	19.1	30.0	1.6
808	24.0	30.0	2.5
812	10.1	30.0	1.5
821	50.7	23.7	3.6
834	89.1	12.0	1.7
840	108.9	7.5	1.2
868	10.4	30.0	3.4
872	10.1	30.0	4.8
921	11.9	30.0	2.1
925	15.1	26.8	2.3
926	15.1	30.0	3.8
936	48.2	30.0	7.5
941	48.1	30.0	8.0
943	25.7	17.9	2.6
960	10.5	28.6	2.1
1081	101.9	6.7	2.9
1084	11.2	15.2	1.7
1086	11.2	21.7	3.8
1094	15.6	9.6	1.5
1100	20.5	19.2	5.9
1105	10.8	17.8	1.6
1118	40.4	19.8	6.1
1134	12.1	14.3	4.2
1139	13.0	9.6	1.9
1182	220.2	8.4	7.6
1185	21.9	22.7	2.4
1190	16.2	24.7	2.5
1198	23.1	7.4	1.1

Anlage 1-3: Standorte im Hauptschluss im Einzugsgebiet des Regen

Standort ID	Einzugsgebiet km ²	maximale Wassertiefe m	maximales Speichervolumen Mio. m ³
1206	14.2	22.3	9.0
1214	18.5	10.5	4.8
1257	11.0	5.8	3.3
1258	11.0	7.2	3.5
1267	43.4	9.1	8.6
1284	21.2	13.4	4.6
1309	12.6	16.2	1.5
1352	22.1	14.3	6.7
1372	1904.6	2.1	1.2
1394	21.0	21.5	2.5
1408	31.6	10.3	1.1
1410	44.5	9.1	1.6
1473	15.0	10.3	2.3
1512	10.2	12.3	1.5
1527	20.2	13.4	4.0
1547	15.4	17.0	3.9
1557	14.0	22.9	2.9
1564	43.7	17.4	8.3
1606	18.0	6.0	3.7
1607	14.3	6.8	4.2
1616	10.7	15.4	1.5
1627	15.4	30.0	1.4
1631	18.2	30.0	3.1
1633	18.2	30.0	3.5
1635	82.0	10.6	1.2
1642	11.9	15.3	1.4
1648	14.1	30.0	4.3
1649	14.8	29.6	2.1
1659	22.0	30.0	5.0
1704	21.4	5.2	3.1
1710	33.5	9.8	1.9
1717	43.6	10.6	2.1
1734	15.1	26.7	19.4
1739	15.1	16.4	8.6
1744	19.8	30.0	5.0
1755	34.4	18.0	1.5
1771	55.9	12.3	1.6
1808	11.7	30.0	5.7
1824	26.3	25.2	10.2
1844	23.3	7.6	1.2
1850	18.1	14.3	24.8
1887	38.4	5.2	1.7
1900	14.9	7.7	2.4
1901	12.6	13.6	10.8
1902	12.7	30.0	50.7
1984	2650.4	2.2	1.4
2023	12.6	22.0	4.7
2024	17.5	24.2	5.2
2028	17.5	26.4	4.5
2048	28.8	18.1	4.5
2054	36.6	26.7	1.4
2108	11.8	21.7	3.5
2113	36.5	15.2	3.1