

# SILVAQUA – Untersuchungsgebiete und Datengrundlage

SILVAQUA – study areas and database

*Martin Jansen, Claus Döring, Swen Hentschel, Johannes Suttmöller,  
Bernd Abrends und Henning Meesenburg*

## **Zusammenfassung**

Untersuchungsgebiet der Modellstudie SILVAQUA war das Einzugsgebiet der Oker, insbesondere die Flächen des walddreichen Teileinzugsgebiets des Harzes sowie der „Langen Bramke“. Die für den flächenbezogenen Modellierungsansatz verfügbaren Daten zum Klima, zur Geologie und zu den forstlichen Standorten werden vorgestellt. Das Teileinzugsgebiet der Oker im Harz ist von montan getöntem Klima mit kühlen Temperaturen und hohen Niederschlägen beeinflusst. Die von basenarmen Grundgesteinen geprägten Standorte sind überwiegend nährstoffarm und tiefgründig versauert. Die Bestockung in dem stark reliefierten Gelände besteht zu mehr als 80 % aus Fichtenbeständen unterschiedlichen Alters. Die Altbestände sind in der Regel mit jungen Buchen unterbaut.

**Stichworte:** Klima, Geologie, forstliche Standorte, Okereinzugsgebiet, Harz, „Lange Bramke“

## Abstract

The study area for the model study SILVAQUA was situated in the Oker River Catchment, Lower Saxony, in particular in forested areas of the Harz Mountains and “Lange Bramke” Catchment. The data available on climate, geology, soils, and forest stands for the spatial modelling approach are presented. The montane climate of Oker Catchment in the Harz Mountains is characterized by low temperatures and high precipitation. The soils are mainly acidified cambisols with low nutrient availability. Norway spruce (*Picea abies*), occurring in stands of different ages, constitutes the dominant tree species, comprising more than 80 % of the study area. A large proportion of the mature Norway spruce stands were underplanted with European beech (*Fagus sylvatica*).

**Keywords:** climate, geology, soils, Oker River Catchment, Harz Mountains, “Lange Bramke”

## 1 Einleitung, Datengrundlage und -organisation

Dem Pilotprojekt SILVAQUA wurde ein flächenbasierter Ansatz zugrunde gelegt. Damit war eine wesentliche Teilaufgabe der Aufbau und die Organisation der Daten in einem Geographischen Informationssystem (GIS). Zusätzlich wurden Messreihen klimatischer und hydrologischer Untersuchungen integriert. Für den niedersächsischen Teil des Einzugsgebiets der Oker wurde eine umfangreiche Geodatenbasis aufgebaut (s. Tab. 1).

Die Landnutzungsinformationen für den niedersächsischen Teil wurden aus dem Amtlichen Topographischen-Kartographischen Informationssystem ATKIS entnommen, für das gesamte Einzugsgebiet aus dem CORINE Land Cover des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), die im Raster- und Vektorformat vorliegen. Die detaillierten Bestandesinformationen für die Flächen des niedersächsischen Landeswaldes entstammen den Forsteinrichtungsdaten des Niedersächsischen Forstplanungsamtes (NFP).

Geologische Karten und Bodenübersichtskarten wurden vom Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) zur Verfügung gestellt. Für einen Teil der Waldflächen sind zusätzlich noch die räumlich hoch aufgelösten Informationen der niedersächsischen forstlichen Standortkartierung genutzt worden.

Für die Modellierungen des Wasser- und Stoffhaushalts sind Bodeneigenschaften wie Bodenart, Skelettgehalt, Humusform wichtige Eingangsgrößen, die nicht direkt in den Schlüsselkennziffern der forstlichen Standortkartierung enthalten sind. Daher wurden vom LBEG für die Flächendaten der forstlichen Standortkartierung mit den Methoden des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS<sup>®</sup>) Bodenprofile berechnet und dem Projekt SILVAQUA als Datenbank

zur Verfügung gestellt. Damit lagen für alle Polygone der Standortkartierung die notwendigen Eingangsdaten für die Wasser- und Stoffhaushaltsmodellierung vor.

Tabelle 1: Geodatenbasis im Projekt SILVAQUA

| Thema                           | Daten                                 | Räumliche Auflösung                       | Quelle  |
|---------------------------------|---------------------------------------|---|---|
| Landnutzung                     | ATKIS                                 | 1 : 10.000 - 1 : 25.000                   | LGN   |
|                                 | CORINE<br>Vektor/Raster               | ca. 1 : 100.000                           | DLR   |
|                                 | Forsteinrichtung                      | 1 : 10.000                                | Nds. Forstplanungsamt   |
| Geologie/<br>Boden              | Standortkartierung                    | 1 : 10.000                                | Nds. Forstplanungsamt   |
|                                 | Bodenübersichtskarte                  | 1 : 50.000                                | LBEG  |
|                                 | Geologische Karten                    | 1 : 50.000<br>1 : 25.000                  | LBEG  |
| Digitales<br>Gelände-<br>modell | SRTM                                  | ca. 80 x 80 m                             | DLR   |
|                                 | DGM50                                 | 50 x 50 m                                 | LGN   |
|                                 | DGM5                                  | 12,5 x 12,5 m                             | LGN (Lange Bramke)  |
| Hydrologie                      | Hydrogeologische<br>Übersichtskarte   | 1 : 500.000                               | LBEG  |
|                                 | Hydrogeologische<br>Übersichtskarte   | 1 : 200.000                               | LBEG  |
| Deposition                      | Feuchtdeposition                      | 1 x 1 km                                  | FAL-AOE<br>Institut für<br>Agrarökologie,<br>Bundesforschungsan-<br>stalt für Landwirtschaft,<br>Braunschweig |
|                                 | Trockendeposition                     | 1 x 1 km                                  |   |
|                                 | Stoffkonzentration<br>im Niederschlag | 1 x 1 km<br>(1990 bis 1994:<br>5 x 5 km ) |   |
| Klima                           | Stationsdaten<br>1961 - 2005          |   | Deutscher Wetterdienst  |

Digitale Geländeinformationen sind aus verschiedenen Quellen und in unterschiedlichen Maßstäben vorhanden. Für das gesamte Einzugsgebiet der Oker liegen die SRTM-Daten vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR-EOWEB) vor. Diese haben eine Raster-Auflösung von ca. 80 m. Mit einer etwas höheren räumlichen Auflösung liegen die Daten des DGM50 für den niedersächsischen Teil vor. Hoch aufgelöste DGM5-Daten sind nur für das Einzugsgebiet der „Langen Bramke“ vorhanden. Niedersächsische DGM-Daten wurden von der

Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen (LGN) zur Verfügung gestellt.

Eingangsdaten für die Abschätzung der Stoffeinträge in die Waldökosysteme sind berechnete Depositionen in 1 x 1 km-Auflösung. Für den Zeitraum 1990 - 94 liegen die Stoffkonzentrationen im 5 x 5 km-Raster vor (GAUGER et al. 2002, AHREND, in diesem Band S. 115 ff.)

## 2 Einzugsgebiet Oker

Das Einzugsgebiet der Oker umfasst ca. 1.830 km<sup>2</sup>, davon liegen 86 % in Niedersachsen und 14 % in Sachsen-Anhalt. Das Einzugsgebiet wird in neun Wasserkörpergruppen eingeteilt, die teilweise als erheblich verändert einzustufen sind (BEZIRKSREGIERUNG BRAUNSCHWEIG 2005).

Im Einzugsgebiet der Oker liegen nach den CORINE Landnutzungsdaten im Jahr 2000 ca. 50.660 ha Wald, das entspricht 28 % der Gesamtfläche (s. Tab. 2). Harz und Elm sind die größten weitgehend geschlossenen Waldgebiete mit zusammen 31.000 ha. Fast die Hälfte der Wälder sind Nadelwälder, die sich schwerpunktmäßig im Harz aus Staats- und Kommunalwaldflächen zusammensetzen (s. Abb. 1). Der Laubwaldanteil von 43 % konzentriert sich auf das Tiefland, insbesondere den Elm. Dies sind überwiegend Flächen des Kleinprivatwaldes, die von der Landwirtschaftskammer Niedersachsen betreut werden. Nur etwa 8 % der Wälder sind nach den CORINE Landnutzungsdaten im Jahr 2000 als Mischwald ausgewiesen.

Tabelle 2: *Waldverteilung im Einzugsgebiet der Oker (ausgewiesen nach CORINE, Bezugsjahr 2000)*

|                      | Gesamt | Elm   | Harz   |
|----------------------|--------|-------|--------|
| Waldfläche ges. [ha] | 50.660 | 7.100 | 23.900 |
| Laubwald [%]         | 43,0   | 79,2  | 7,7    |
| Nadelwald [%]        | 48,8   | 14,0  | 79,6   |
| Mischwald [%]        | 8,2    | 4,5   | 6,5    |

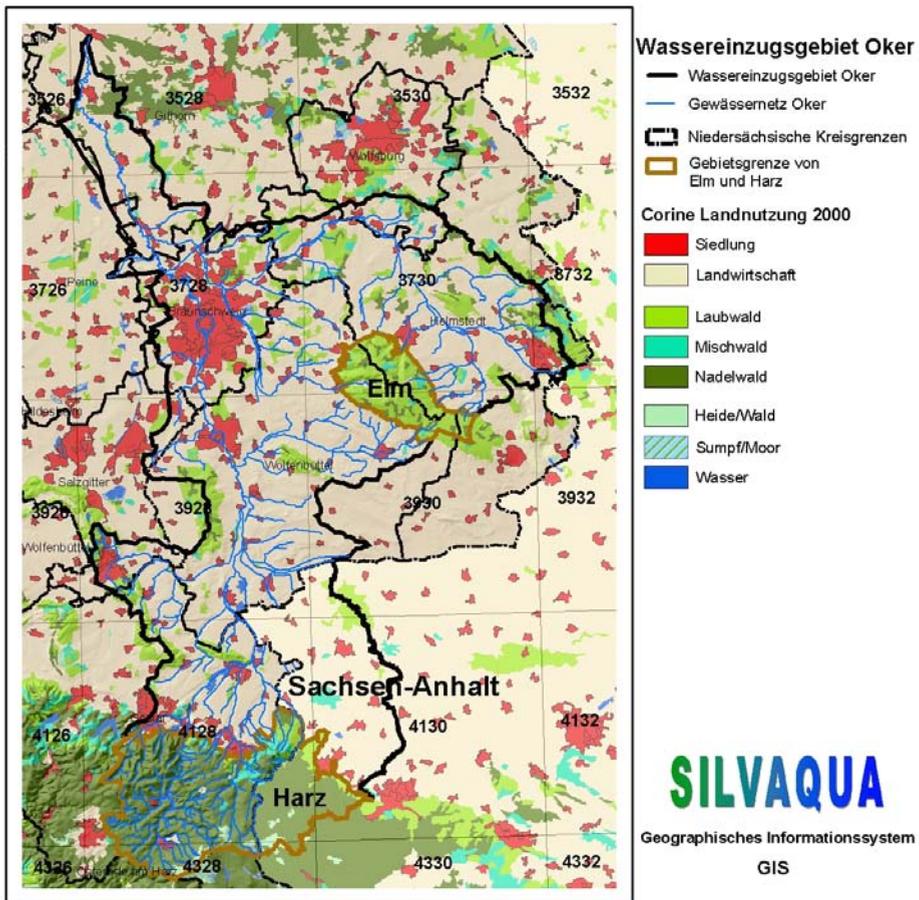


Abbildung 1: Waldflächenverteilung nach CORINE 2000 im Einzugsgebiet der Oker

## 2.1 Aktueller Gewässerzustand des Einzugsgebietes Oker

Unter dem Begriff der Gewässerstruktur werden alle räumlichen und materiellen Differenzierungen des Gewässerbettes und seines Umfeldes zusammengefasst, soweit sie hydraulisch, gewässermorphologisch und hydrobiologisch wirksam und für die ökologischen Funktionen des Gewässers und der Aue von Bedeutung sind. Die Gewässerstrukturklassen I (naturnah)-IV (stark verändert) sind ein Maß für die ökologische Qualität der Gewässerstrukturen und der ökologischen Funktionsfähigkeit der Gewässer. Maßstab der Bewertung ist der potenziell natürliche Gewässerzustand, der sich nach Einstellung vorhandener Nutzungen im und am Gewässer einstellen würde (LAWA 2000, 2003). Die Abschätzung der EG-WRRL-Zielerreichung bezüglich der Struktur beruht auf dem Anteil der beiden schlechtes-

ten Strukturklassen III und IV. Die Struktur wirkt sich damit nur bei sehr starken Defiziten negativ auf die Beurteilung aus (FGG WESER 2005).

Nur 7 % der Gewässerabschnitte mit Angaben zur Gewässergüte entfallen im gesamten Einzugsgebiet der Oker auf den Wald (niedersächsischer Teil nach CORINE 2000 Landnutzung). In den überwiegend bewaldeten Teileinzugsgebieten ist die aktuelle Gewässergüte deutlich besser als im übrigen Teil des Einzugsgebietes. Dies belegen die entsprechenden prozentualen Anteile der Gewässergüteklassen in Abhängigkeit von der Landnutzung (Tab. 3).

*Tabelle 3: Anteil [%] der Gewässergüteklassen I-IV an den Landnutzungsklassen nach CORINE 2000 im Okereinzugsgebiet (nur Niedersachsen)*

| Nutzung        | I   | I-II | II          | II-III      | III | IV  |
|----------------|-----|------|-------------|-------------|-----|-----|
| Siedlung       | 0,9 | 2,9  | 6,3         | 6,5         |     | 0,1 |
| Landwirtschaft | 0,6 | 1,7  | <b>40,1</b> | <b>29,9</b> | 1,7 | 0,4 |
| Wald           | 1,5 | 1,2  | 3,4         | 0,9         |     |     |
| Wasser         | 0,9 |      | 0,8         | 0,1         |     |     |

### 3 Okereinzugsgebiet „Teilbereich Nordharz“

Für Fragen der Modellüberprüfung, Gewässerrandgestaltung und des Stoffhaushaltes wurde ein größeres, abgrenzbares Gebiet bearbeitet, das im niedersächsischen Teil des Harzes liegt und überwiegend aus Waldflächen besteht.

Die Grenzziehung erfolgte unter der Vorgabe der Verfügbarkeit von Forsteinrichtungsinformationen im Harzteil des Okereinzugsgebietes. Damit fielen beispielsweise die Flächen in Sachsen-Anhalt und des Stadtwaldes von Goslar weg. Ausgehend von den 1 x 1 km-Geometrien der Depositionsdaten wurde ein 18 x 21 km großer Ausschnitt so gewählt, dass er die Landeswaldflächen des Harzes im Okereinzugsgebiet einschließt (vgl. Abb. 7). Das Gebiet mit einer Fläche von 378 km<sup>2</sup> ist nach den CORINE 2000-Daten zu 80 % bewaldet, davon sind 80 % Nadelwald.

#### 3.1 Klima

Das Klima des Untersuchungsgebietes ist entsprechend der Lage überwiegend montan geprägt. Ganzjährig dominieren Westwindwetterlagen, so dass längere Trockenperioden ausgesprochen selten auftreten. Die mittlere Jahressumme des Niederschlags weist eine deutliche Abhängigkeit von der Orographie auf. Im nördlichen Harzvorland wurden an der Station Bad Harzburg während der Klimanormalperiode von 1961 bis 1990 im Jahresmittel rund 780 mm Niederschlag gemessen. Mit zunehmender Geländehöhe steigt die mittlere Jahresniederschlags-

summe auf deutlich über 1.000 mm an (Station: Braunlage 1.230 mm) und erreicht auf dem Brocken im langjährigen Mittel (1961 - 1990) mit 1.770 mm ihr Maximum. Die Abbildung 2 zeigt exemplarisch die räumliche Verteilung der mittleren jährlichen Niederschlagssumme für die Jahre 1996 bis 2005.

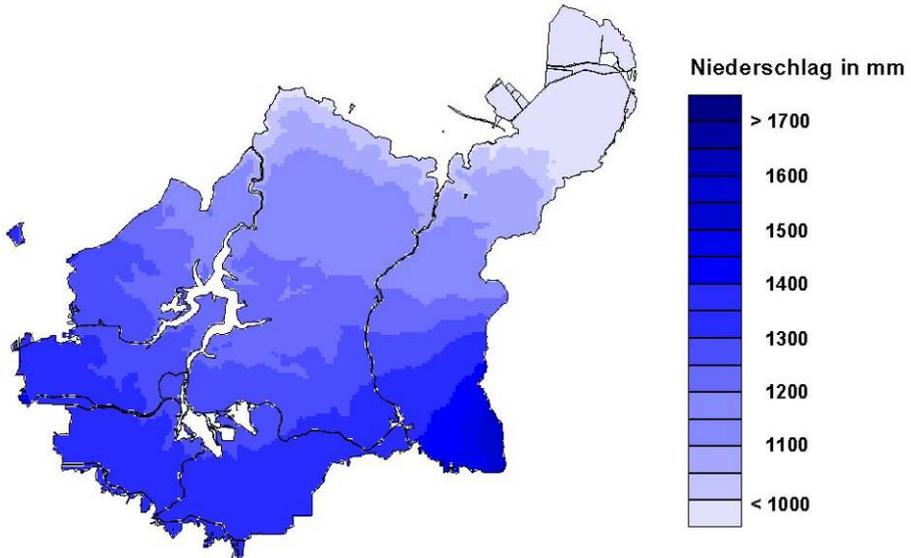


Abbildung 2: Niederschlagsverteilung im Untersuchungsgebiet (mittlere Jahressumme 1996 - 2005)

Die Temperatur weist ebenso wie der Niederschlag eine eindeutige Höhenabhängigkeit auf. Die Jahresmitteltemperatur der Klimanormalperiode 1961 - 1990 liegt in der kollinen Höhenstufe des Harzvorlandes bei ca. 8,5 °C. Die mittleren Lagen des Harzes (montane Höhenstufe) sind mit rund 6,0 °C Jahresmitteltemperatur bereits deutlich kühler. In der hochmontanen Höhenstufe nimmt die Jahresmitteltemperatur bis auf knapp 3 °C in den exponierten Lagen des Brockens ab.

### 3.2 Geologie

Die geologischen Ausgangssubstrate im Harz sind als Material der Bodenbildung sowohl für den Stoff- als auch für den Wasserhaushalt der Wälder von zentraler Bedeutung. Hierbei ist insbesondere die chemische und physikalische Charakterisierung aufgrund ihrer Mineralogie und Petrologie von Interesse.

Der Harz wird in den Ober-, Mittel- und Unterharz gegliedert (s. Abb. 3). Die Grenzen bilden die markanten Störungslinien der Acker- und der Tanner-Hauptstörung. Die Gebiete des Oberharzes sind im Zuge der Gebirgsbildung am höchsten aufgestiegen, im nördlichen Harzvorland sind die jüngeren Sedimentgesteine durch eine gerichtete Hebung stark aufgedrückt und aufgeschoben. Die

Hochlagen des Oberharzes werden vom mächtigen Brockengranit noch einmal um ca. 200 m überragt.

Das Okereinzugsgebiet „Teilbereich Nordharz“ liegt mit den bewaldeten Flächen überwiegend am nordöstlichen Rand des Oberharzes.

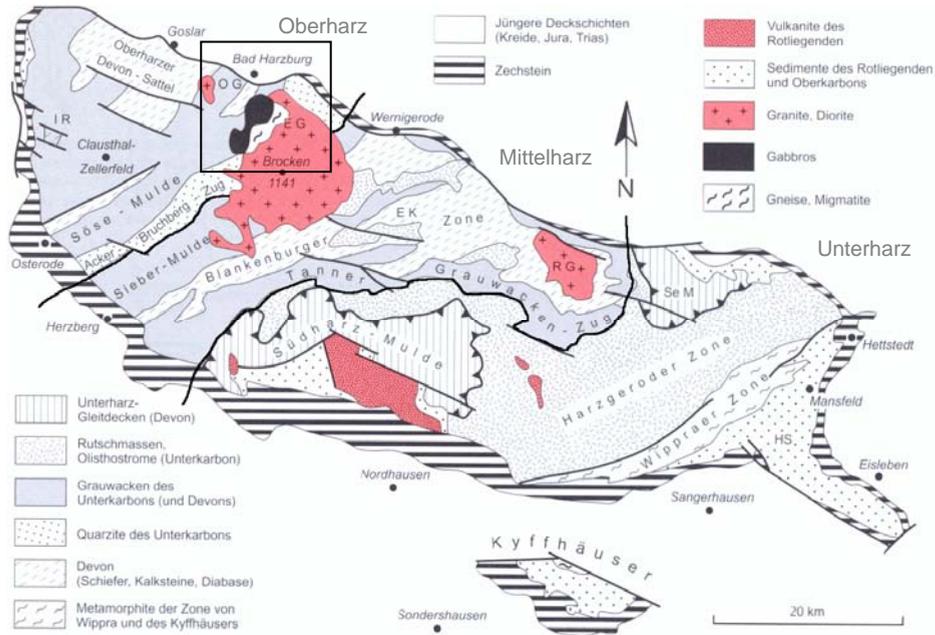


Abbildung 3: Geologische Gliederung des Harzes (n. HENNINGSEN u. KATZUNG 2006, *veränd.*, EG = Eckergneis, EK = Elbingeröder Komplex, HS = Hornburger Sattel, IR = Iberg-Riff, OG = Oker-Granit, RG = Ramberg-Granit, SeM = Selk-Mulde). Der Kasten zeigt die Lage des Teileinzugsgebietes „Nordharz“.

Der Oberharz wird flächenmäßig vom Oberharzer Devonsattel und der Clausthaler Kulmfaltenzone bestimmt. Der Oberharzer Devonsattel besteht im Osten aus dem unterdevonischen Kahlebergsandstein, im Westen treten oberdevonische Schiefer und Kalke auf. Die Clausthaler Kulmfaltenzone wird geprägt von in erzgebirgischer Richtung gefalteten Wechsellagerungen von Kulm-Grauwacken und -Tonschiefern. Im Wesentlichen senkrecht zur Kontur des Harzes streichen die schmalen Bänder des Oberharzer Diabaszugs, der Sösemulde und des Ackerbruchbergzugs (der die südöstliche Grenze des Oberharzes bildet) in SW-NO-Richtung. Inselartig treten die Plutonite des Oker- (OG) und Brockengranits und der Gabbro bei Bad Harzburg hervor. Zwischen dem Brockengranit und dem Gabbro liegt der Eckergneis (EG).

Im Harz finden sich größere Vorkommen magmatischer Tiefengesteine. Am bedeutendsten ist der aus basenarmen Schmelzen aufgestiegene Brockengranit, der

hauptsächlich aus Biotitgranit besteht. Noch ungeklärt ist, ob der Okergranit ein gesondertes Vorkommen oder Teil des Brockengranits ist. Der Ramberggranit ist ein gesondertes Tiefengesteinsvorkommen (HENNIGSEN u. KATZUNG 2006). Im Kontaktbereich des Brockens sind auch basenreiche Schmelzen aufgestiegen und bilden den Harzburger Gabbro. Er tritt in zwei verschiedenen Fazies auf: dem noritischen Komplex und dem nördlich davon gelegenen Gabbrokomplex. Der Aufstieg der Tiefengesteine wird auf die Wende zwischen Karbon und Perm datiert. Erst im Zuge der späteren Erosion der Deckschichten traten sie an die Oberfläche.

Neben den Granitintrusionen kam es zur Zeit des Mittel- bis Oberdevon auch zu basenreichen Ergüssen. Beispiele dafür sind der ca. 1 km breite Oberharzer Diabaszug oder der Grünschieferzug der Wippraer Zone im Unterharz. Aber auch im Oberharzer Devonsattel und der Clausthaler Kulmfaltenzonen finden sich immer wieder diabasische Intrusionen und Tufflagen.

Im Verlauf der Auffaltung und Hebung des Harzes kam es nicht nur zum Aufstieg von Magma sondern auch zur Bildung hydrothermaler Quellen, die im Meer zu Erzausfällungen führten. Später wurden die Erzschlämme verdichtet und unter dem Druck der aufliegenden Gesteine umkristallisiert. Der Harz ist bekannt für seine reichen Erzlagerstätten, die über 1.000 Jahre eine große wirtschaftliche Bedeutung für die Harzregion hatten. Allein aus dem Rammelsberg bei Goslar wurden 30 Mio. Tonnen Eisenerze gefördert, hauptsächlich Schwefel-, Blei-, Zink-, Grau-, Braun- und Kupfererze. Wirtschaftlich bedeutend waren aber auch die Roteisensteinlager im Oberharzer Diabaszug, die zur Eisenverhüttung genutzt wurden (MOHR 1998).

Die vielfältigen Erzvorkommen im Harz sind von besonderer Bedeutung für die Gewässerqualität. Sie führen vielerorts zu erhöhten Schwermetallgehalten in Sedimenten und in Fließgewässern sowie im Grundwasser.

Die Abbildung 4 zeigt für den „Teilbereich Nordharz“ des Okereinzugsgebietes die wichtigsten stratigraphischen und petrographischen Einheiten der Deckschichten nach der Geologischen Karte 1 : 25.000. Im Nordwesten finden sich Bereiche des Oberharzer Devonsattels und der Clausthaler Kulmfaltenzone. Im Süden werden der Diabaszug und der Ackerbruchbergzug angeschnitten.

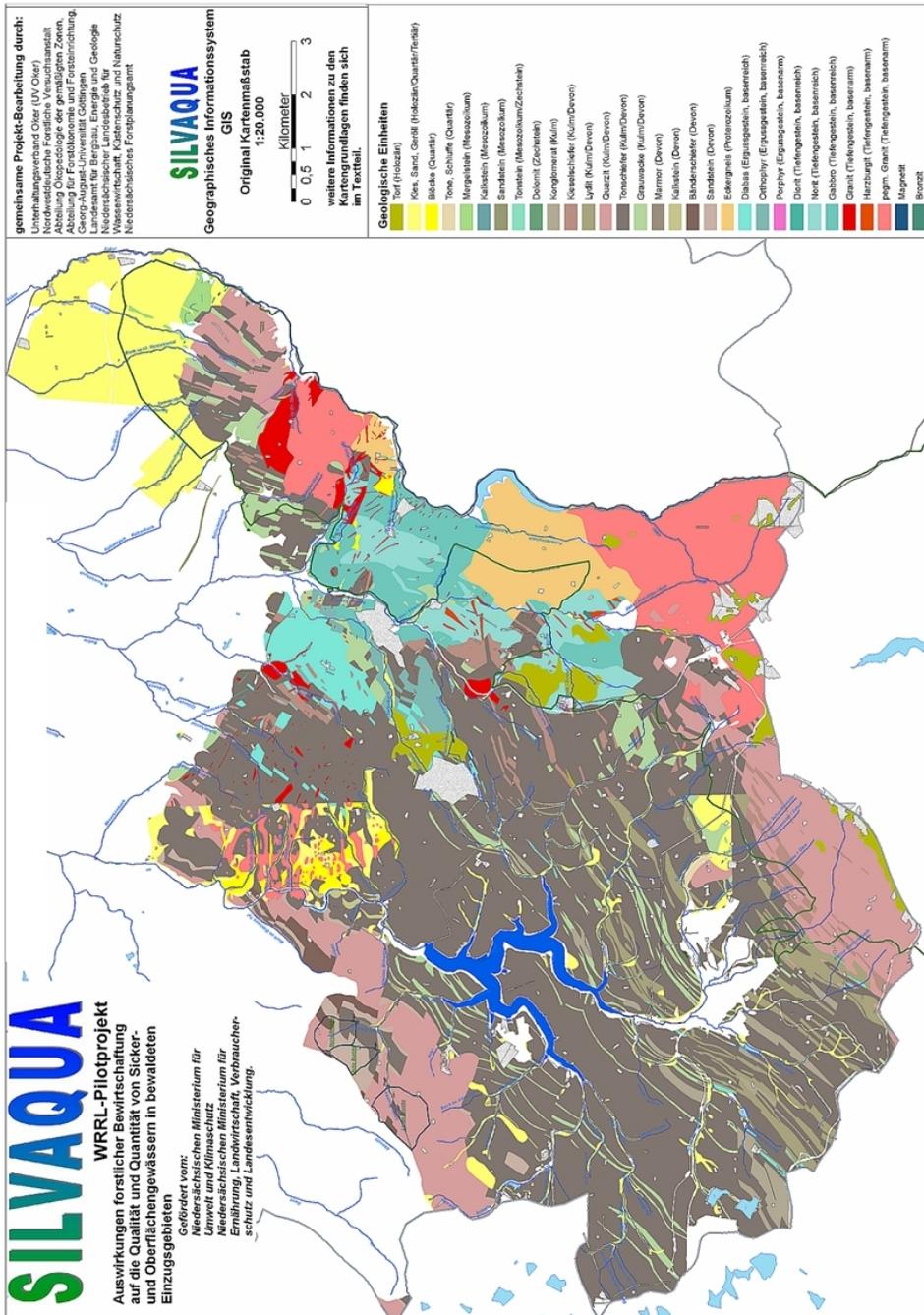


Abbildung 4: Geologische Einheiten der Deckschichten im bewaldeten Teil des Okereinzugsgebietes „Teilbereich Nordbarz“

Das bewaldete Gesamtgebiet umfasst ca. 15.300 ha, wobei mehr als die Hälfte der Fläche auf devonische Tonschiefer (43 %) und Quarzite (11 %) entfällt. Der größte Teil der Quarzitvorkommen ist im Norden dem Oberharzer Devonsattel und im Süden dem Ackerbruchbergzug zuzuordnen. Die großen Gebiete der Tonschiefer werden als Folge der variskischen Auffaltung von in SW-NO-Richtung ausgerichteten Bändern aus Grauwacke, Kiesel- und Bänderschiefer sowie in geringerem Ausmaß von Diabasvorkommen durchzogen. Im Osten schneidet das Untersuchungsgebiet in zwei Bereichen die Granite des Brockens an. Diese nehmen 9 % (2.302 ha) des Untersuchungsgebiets ein und sind größtenteils als mikropegmatische Granite klassifiziert. Der Okergranit als drittes Granitvorkommen befindet sich im Norden des Untersuchungsgebiets. Er ist in Abbildung 4 nicht als zusammenhängendes Gebiet dargestellt, sondern vielmehr von quartären Blockhalden und Ablagerungen überlagert.

Die zwei Bereiche des Brockengranits sind durch Vorkommen des Harzburger Gabbros und der Eckergneisscholle getrennt. Dabei nehmen Gabbro 6 % und Eckergneis 3 % des Untersuchungsgebiets ein. Beide Gesteine sind stellenweise von Bändern basenarmer Tiefengesteine (Granit, Harzburgit) durchzogen. Der Harzburger Gabbro ist teilweise noch von Sedimenten des Kulms und Devons überdeckt.

Vor allem in den Bereichen der wenig durchlässigen Tiefengesteine bildeten sich im Holozän ausgedehnte Hochmoore, die einen Anteil von ca. 2 % einnehmen.

Der nordöstliche Teil des Untersuchungsgebiets liegt bereits im Harzvorland und ist geprägt durch Schotterflächen, die hauptsächlich aus holozänen und quartären Ablagerungen hervorgegangen sind. Weitere Ablagerungen dieser Art sowie Fließerden begleiten die größeren Täler des gesamten Harzes und machen im Untersuchungsgebiet eine Fläche von 1.679 ha (11 %) aus.

### 3.3 Forstliche Standortseigenschaften

Für den im Nordharz gelegenen Teil des Okereinzugsgebiets liegen für knapp 16.000 ha Landeswaldfläche die Standortdaten digital vor. Im niedersächsischen Verfahren der forstlichen Standortskartierung werden 3 Standortsfaktoren verschlüsselt:

- Bodenfeuchte und Geländeform
- Nährstoffversorgung
- Geologisches Ausgangssubstrat und Lagerungsverhältnisse

Die Standortverhältnisse wechseln in Abhängigkeit von Relief und dem Ausgangsgestein z. T. recht kleinräumig. Die mittlere Flächengröße von Einheiten der Standortskarte beträgt im Untersuchungsgebiet 0,84 ha. Dies unterstreicht den hohen Detaillierungsgrad dieses Kartierverfahrens.

Bei der Klassifikation nach Bodenfeuchte und Geländeform nehmen die Sonn- und Schatthänge zusammen ca. 65 % ein (s. Tab. 4). Tendenziell besonders trockene Standorte wie Kämmen, Kuppen und schmale Rücken besitzen lediglich einen Anteil von unter 2 %. Dagegen sind von Wasserüberschuss gekennzeichnete Standorte wie Moore, Stauwasserstandorte und Tallagen mit ca. 17 % vertreten. Der Anteil der Berglandmoore ist mit 6,7 % sehr hoch. Die Moore liegen überwiegend in der ober- und hochmontanen Stufe des Harzes.

Tabelle 4: Fläche [ha] und Flächenanteile [%] von Wasserhaushaltstypengruppen im Okereinzugsgebiet „Teilbereich Nordharz“ klassifiziert nach der niedersächsischen forstlichen Standortskartierung

| Bodenfeuchte und Geländeform                  | Fläche [ha] | Fläche [%] |
|---|-------------|------------|
| Schluchten und Täler                          | 428         | 2,7        |
| Täler und Hangfüße                            | 6.576       | 4,2        |
| ebene Lagen, Plateaus, breite Rücken          | 2.556       | 16,2       |
| Stauwasserstandorte, eben bis schwach geneigt | 537         | 3,4        |
| Berglandmoore                                 | 1.052       | 6,7        |
| Schatthänge                                   | 5.787       | 36,6       |
| Sonnhänge                                     | 4.476       | 28,3       |
| Kämme, Kuppen, schmale Rücken                 | 269         | 1,7        |
| Steilabstürze                                 | 36          | 0,2        |
| Gesamt  | 15.798      | 100        |

Auf über 64 % der Fläche sind die Standorte mäßig nährstoffversorgt; eine gute und sehr gute Nährstoffversorgung findet sich nur auf rund 6,4 % der kartierten Fläche (s. Tab. 5). Dies sind vor allem basenreiche Ausgangssubstrate und Kalkstandorte (s. Abb. 5).

Tabelle 5: Flächenanteile [%] von Nährstoffeinschätzungen im Okereinzugsgebiet „Teilbereich Nordharz“ klassifiziert nach der niedersächsischen forstlichen Standortskartierung (- : schlechter als Hauptstufe, + : besser als Hauptstufe)

| Nährstoffziffer | -    | Hauptstufe | +    | Summe |
|-----------------|------|------------|------|-------|
| 1 sehr schwach  |      | 0,7        | 0,6  | 1,3   |
| 2 schwach       | 3,1  | 4,0        | 5,4  | 12,5  |
| 3 mäßig         | 16,7 | 34,1       | 13,3 | 64,1  |
| 4 ziemlich gut  | 5,0  | 6,3        | 4,5  | 15,8  |
| 5 gut           | 2,4  | 3,1        | 0,7  | 6,2   |
| 6 sehr gut      |      | 0,1        |      | 0,1   |

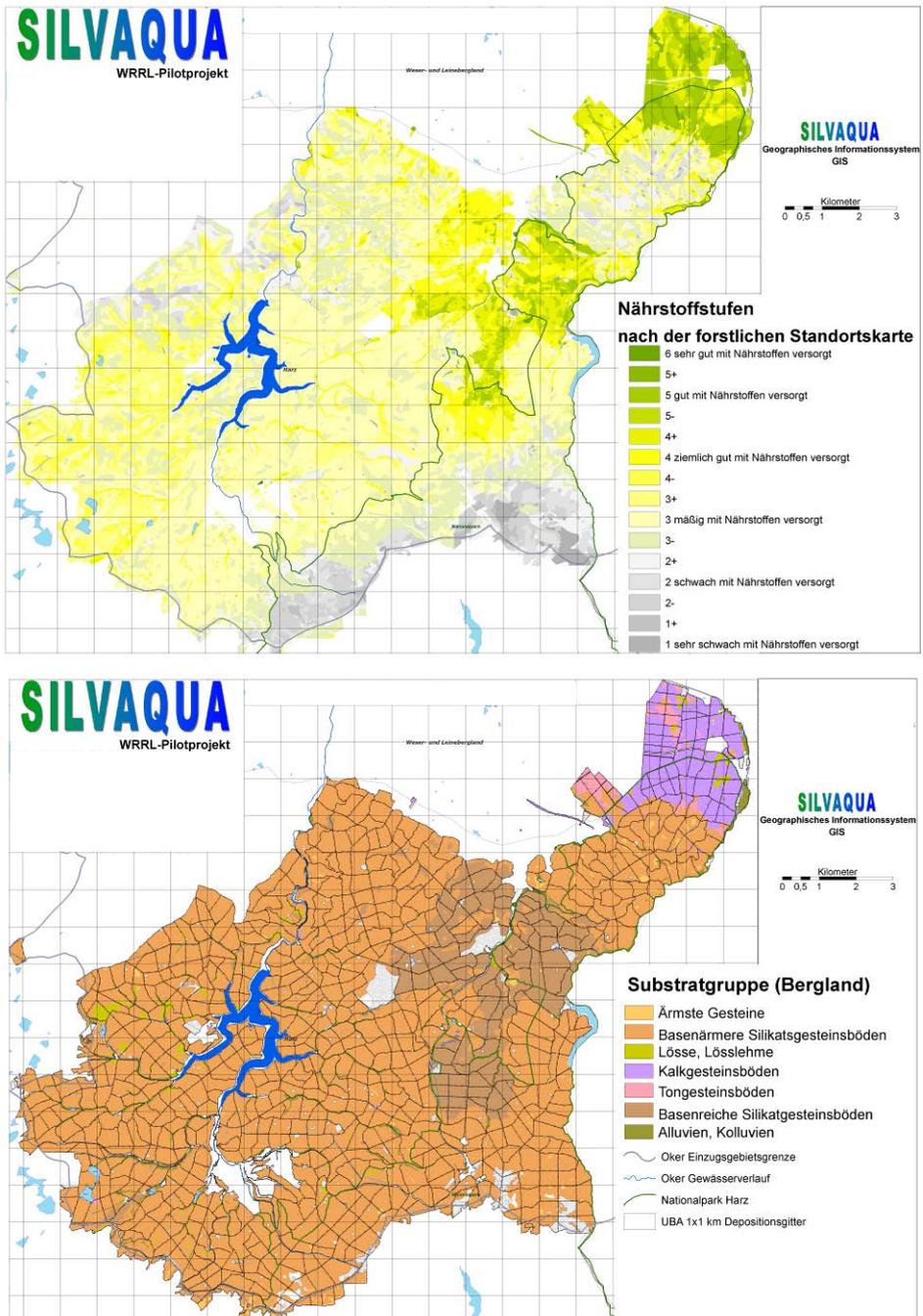


Abbildung 5: Die Nährstoffstufen (oben) und Substratgruppen (unten) nach der niedersächsischen forstlichen Standortskartierung im Okereinzugsgebiet „Teilbereich Nordharz“

Bei den Ausgangssubstraten für die Bodenbildung ist flächenhaft besonders bedeutsam das Vorkommen von zweischichtigen Böden mit bis zu 30 cm mächtigen lehmig-sandigen Decken über basenarmen Silikatgestein (Substrat 2, Lagerung 2) und die stärker schluffig-lehmigen Decken mit 30 bis 70 cm Mächtigkeit (Substrat 2, Lagerung 3), die zusammen 75 % der Fläche einnehmen (s. Tab. 6). Geologisch entspricht dies den Bodenbildungen auf den lößüberlagerten devonischen und karbonischen Ausgangssubstraten wie Grauwacken, Tonschiefern und Quarziten. Kalkgesteine machen nur ca. 4,5 % der Flächen aus, basenreiche Standorte wie Diabase und Gabbro ca. 12 %.

Tabelle 6: *Flächenanteile [%] von Substrat- und Lagerungskennziffern im Okereinzugsgebiet „Teilbereich Nordharz“ klassifiziert nach der niedersächsischen forstlichen Standortskartierung*

| Substrat                      | Lagerung |      |      |     |   |     | Summe |
|-------------------------------|----------|------|------|-----|---|-----|-------|
|                               | 1        | 2    | 3    | 4   | 5 | 6   |       |
| 1 Feinbodenärmste Decken      | 0,5      | 0,3  | 0,1  |     |   |     | 0,9   |
| 2 Basenarme Silikatgesteine   | 3,5      | 41,2 | 33,9 | 0,6 |   |     | 79,2  |
| 3 Löss                        | 0,9      |      |      |     |   |     | 0,9   |
| 4 Kalkgesteine, Keuper-Mergel |          | 0,1  | 2,0  | 0,9 |   | 1,7 | 4,7   |
| 5 Tongesteine                 |          |      | 0,8  |     |   |     | 0,8   |
| 6 Basenreiche Silikatgesteine | 0,1      | 1,8  | 9,6  |     |   |     | 11,5  |
| 7 Kolluvionen und Alluvionen  | 0,8      | 1,3  |      |     |   |     | 2,1   |

### 3.4 Die Fließgewässer im Okereinzugsgebiet „Teilbereich Nordharz“

CLARKE et al. (2008) heben in ihrem Review die Vielzahl aktueller Studien und Untersuchungen hervor, die die Bedeutung der Quellgebiete, Quellflüsse und Oberläufe auf das gesamte Gewässersystem herausstreichen. Die Waldgewässer im Nordharz haben für das Einzugsgebiet der Oker eine große Bedeutung. Der „Teilbereich Nordharz“ nimmt zwar nur einen Flächenanteil von 10 % des gesamten Okereinzugsgebiets ein, doch befinden sich hier 29,1 % der Fließgewässer mit einer Gesamtlänge von 302,6 km (Datengrundlage Gewässernetz NLWKN). Davon wiederum befinden sich 190,5 km im Landeswald, die sich auf insgesamt 92 Gewässer verteilen. 41 dieser Gewässer verlaufen vollständig im Wald, 67 Gewässer mit mindestens 90 % ihrer Gesamtlänge und nur bei 8 Gewässern liegen weniger als 50 % der Gesamtlänge im Landeswald. Wenn man noch die Gewässerabschnitte aus dem Bereich des Stadtförstes Goslar und der übrigen Waldflächen hinzunehmen würde, wäre der Anteil von Waldgewässern deutlich höher. Drei größere Fließgewässer führen aus dem Gebiet heraus: Oker, Ecker und Radau.

Im Teilbereich Nordharz des Okereinzugsgebiets liegen nur für wenige Gewässerabschnitte Daten zur Gewässerqualität vor. Wie in Abbildung 6 ersicht-

lich, verlaufen im Wald im Wesentlichen die silikatisch geprägten Mittelgebirgsbäche. Erst ab dem Zusammenfluss mit der Romke wird die Oker vom Bach zum Fluss. Im Nordosten wird die Ecker durch die kalkhaltigen, basenreichen Böden und Gesteine so stark überprägt, dass sie hier zum Typ der karbonatischen Fließgewässer gehört.

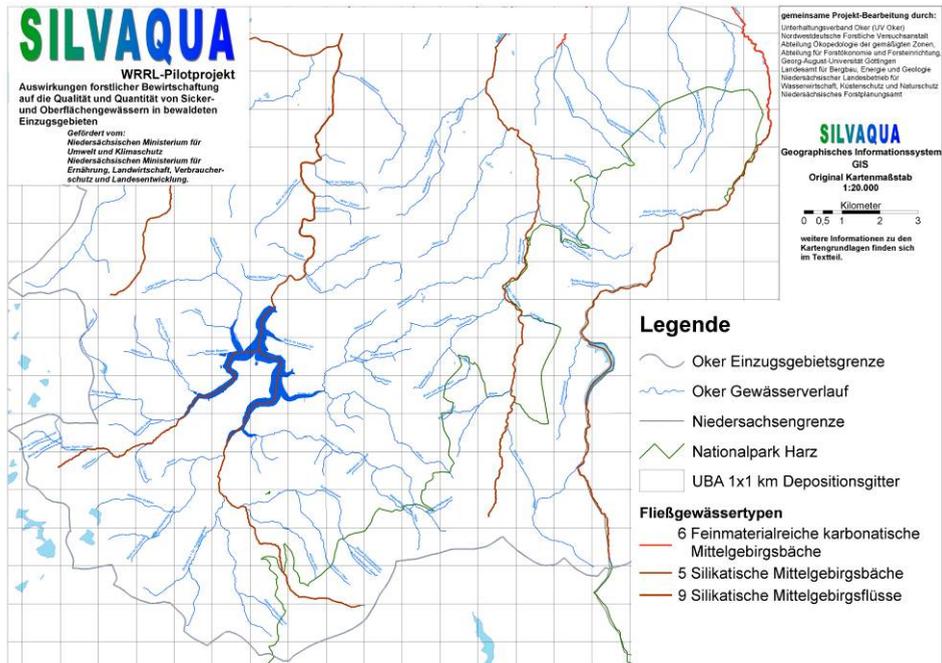


Abbildung 6: Fließgewässertypen im Okereinzugsgebiet „Teilbereich Nordharz“. Für die blau eingezeichneten Gewässer liegen keine Daten zum Gewässertyp und zur Qualität vor.

### 3.5 Die Wälder im Okereinzugsgebiet „Teilbereich Nordharz“

Die Waldfläche im Okereinzugsgebiet „Teilbereich Nordharz“, für die die Waldentwicklung simuliert wurde, umfasst 15.359 Hektar des niedersächsischen Landeswaldes. Diese verteilen sich auf 4.001 forstliche Betriebsflächen (Bestände), die zu den Niedersächsischen Forstämtern Clausthal (10.584 ha) und Riefensbeek (ca. 137 ha) sowie zum Nationalpark Harz (4.638 ha) gehören. Die durchschnittliche Flächengröße der Bestände beträgt ca. 3,8 ha.

Das Untersuchungsgebiet „Nordharz“ gehört zu den forstlichen Wuchsgebieten<sup>1</sup> Harz und Berglandschwelle und gliedert sich in die in Abbildung 7 dargestellten forstlichen Wuchsbezirke<sup>2</sup> (GAUER u. ALDINGER 2005). Mehr als die Hälfte der Waldflächen befindet sich im Wuchsbezirk Montaner Mittel- und Oberharz, der sich über die Höhenstufe von 475-700 m ü. NN erstreckt. Die Wuchsbezirke Unterer und Mittlerer Harzrand (300-475 m ü. NN) sowie Harzhochlagen / Hochharz (ober- und hochmontane Höhenstufe > 650 / 700 m ü. NN) sind mit etwa den gleichen Anteilen von ca. 20 % an der Fläche des Untersuchungsgebiets beteiligt.

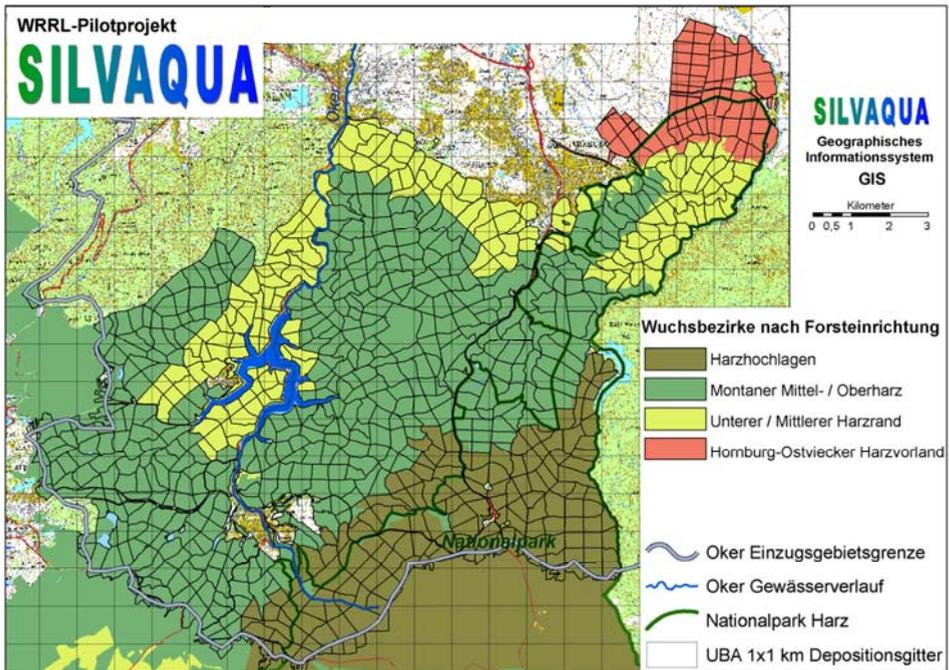


Abbildung 7: Forstliche Wuchsbezirke im Okereinzugsgebiet „Teilbereich Nordharz“ (nach Forsteinrichtungsdaten)

- <sup>1</sup> Wuchsgebiet: „Großlandschaft, die sich durch ihren geomorphologischen Aufbau (Gesteinscharakter und Geländeausformung), Klima und Landschaftsgeschichte von anderen Großlandschaften deutlich unterscheidet und im Inneren ähnliche Züge aufweist. Die Wuchsgebiete fallen häufig mit geographisch bzw. vegetationsökologisch definierten Großlandschaften zusammen. Sie setzen sich in der Regel aus mehreren Wuchsbezirken zusammen“ (ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG 2003).
- <sup>2</sup> Wuchsbezirk: „Landschaftsbereich mit einem noch einheitlicheren physiogeographischen Charakter innerhalb eines Wuchsgebietes. Dominierende Abgrenzungskriterien können Klima, Ausgangssubstrate, Topographie, Vegetation oder Landschaftsgeschichte sein, wobei als Hauptmerkmal für die Abgrenzung vielfach das Großklima im Vordergrund steht. Klimatisch nicht einheitliche Wuchsbezirke können weiter untergliedert werden, z. B. vertikal in Höhenstufen oder regional in Teilwuchsbezirke. Wuchsbezirke bilden häufig den Rahmen für die lokalen Standortstypengliederungen“ (ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG 2003).

Die derzeitige Waldfläche ist überwiegend von Fichtenwäldern geprägt, als natürliche Waldgesellschaften werden Buchenwaldgesellschaften verschiedener Ausprägung angenommen. Mit steigender Höhe nimmt die Konkurrenzkraft der Buche gegenüber der Fichte ab, so dass je nach Standortseigenschaften (Ausgangsgestein), Höhe und Exposition alle Durchdringungsstufen dieser beiden Baumarten zu erwarten sind. Die Übergangsstufe der montanen Buchenwälder zu hochmontanen Fichtenwäldern ist – in Abhängigkeit vom lokalen Kleinklima und anderen standörtlichen Bedingungen – oberhalb von ca. 650 bis ca. 850 m ü. NN anzusiedeln.

Auf ca. einem Viertel der Waldfläche des Untersuchungsgebietes wurde der im Rahmen des LÖWE<sup>3</sup>-Leitbildes angestrebte Umbau zu stabilen Mischwäldern – insbesondere durch die gezielte Erhöhung des Laubbaumanteils – bereits eingeleitet. Hier sind vor allem großflächige Buchenvoranbauten in älteren Fichtenreinbeständen zu nennen, die das Waldentwicklungsziel dieser Bestände für die Zukunft vorgeben.

Die Beschreibung der Baumartenzusammensetzung im Untersuchungsgebiet basiert auf der Forsteinrichtung der Niedersächsischen Landesforsten aus dem Jahre 2003. Die Baumarten wurden zu Baumartengruppen aggregiert, z. B. die Baumarten Stieleiche und Traubeneiche zur Baumartengruppe Eiche.

Abbildung 8 zeigt, dass die Fichte mit 82 % im gesamten Nordharz dominiert. Die Buche ist vor allem auf den kollinen Standorten am Harzrand mit lediglich 10 % der Waldfläche zu finden. Alle anderen Baumarten sind nur mit 8 % vertreten. Der Anteil der Fichte am gesamten Holzvorrat ist mit 87 % (3,9 Mio. m<sup>3</sup>) noch größer als ihr Flächenanteil, da die Bestände der Gruppe „sonstige Baumarten“ überwiegend jung und vorratsarm sind und nur 3 % des Gesamterdbolzvolumens ausmachen.

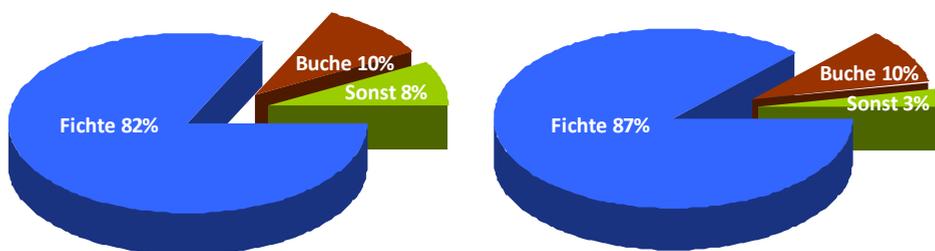


Abbildung 8: Flächenanteile (links) und Derbolzvolumenanteile (rechts) der Baumarten im Untersuchungsgebiet „Nordharz“

<sup>3</sup> LÖWE: Das Programm zur "Langfristigen ökologischen Wald-Entwicklung" wurde im August 1991 als Programm der Landesregierung Niedersachsen beschlossen (NIEDERSÄCHSISCHE LANDESFORSTVERWALTUNG 1991). Kern dieses Programms sind 13 Grundsätze, die die Bewirtschaftung der Niedersächsischen Landesforsten nach ökologischen Gesichtspunkten ausrichten.

Die räumliche Verteilung der Baumarten im Untersuchungsgebiet (s. Abb. 9) zeigt deutlich die flächenhafte Dominanz der Fichte. Ein großer Teil der Altbestände wurde in den letzten 30 Jahren mit Buchen unterpflanzt, was in der Karte noch nicht zur Geltung kommt, da die Hauptbaumart immer noch die ältere Fichte ist. Mit fortschreitender Endnutzung der Fichtenaltbestände werden sich die Bestandestypen und die Baumartenzusammensetzung im Harz stark verändern, wie es auch in den Simulationen der Bestandesentwicklung dargestellt wird (HENTSCHEL, in diesem Band).

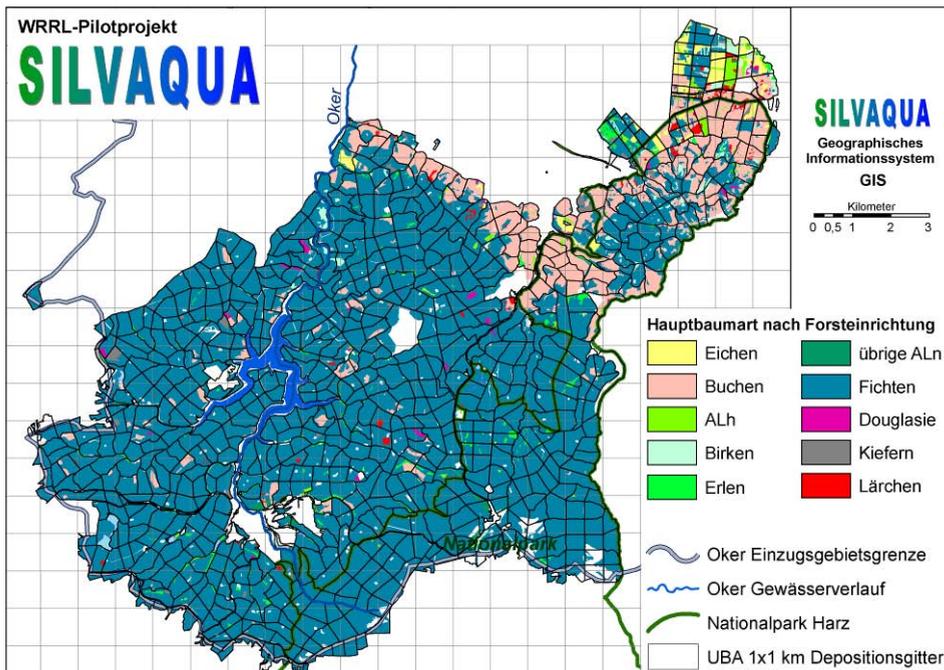


Abbildung 9: Räumliche Verteilung der Hauptbaumarten gemäß der Forsteinrichtung von 2003

#### 4 Teileinzugsgebiete „Lange Bramke“, „Dicke Bramke“ und „Steile Bramke“

Für die Modellanpassungen und -anwendungen auf lokaler Ebene wurden drei gut untersuchte Teileinzugsgebiete im Gebiet der „Großen Bramke“ herangezogen. Das Teileinzugsgebiet „Lange Bramke“ ist 76 ha groß und liegt am Oberlauf der Oker im Westen des Teilbereiches „Nordharzes“ (s. Abb. 10). Es verläuft annähernd in Ost-West-Richtung mit der Talöffnung nach Osten, so dass es gegen die Luftmassen aus der westlichen Hauptwindrichtung geschützt ist. Nach der Exposition kann das Einzugsgebiet in nord- und südexponierte Hänge sowie den Kammbereich gegliedert werden, die jeweils ca. 1/3 der Fläche einnehmen (s. Abb.

11). Die „Lange Bramke“ reicht von ca. 700 m im westlichen Kambereich bis zum Pegel bei 540 m ü. NN. Aufgrund der großen Höhenunterschiede treten verbreitet Hangneigungen von rund 15 % auf, wobei der nordexponierte Hang mit durchschnittlich 12 % gegenüber dem Südhang mit 18 % Hangneigung deutlich flacher ist. Das mittlere Gefälle im Talgrund beträgt 11 % (SCHMIDT 1997).

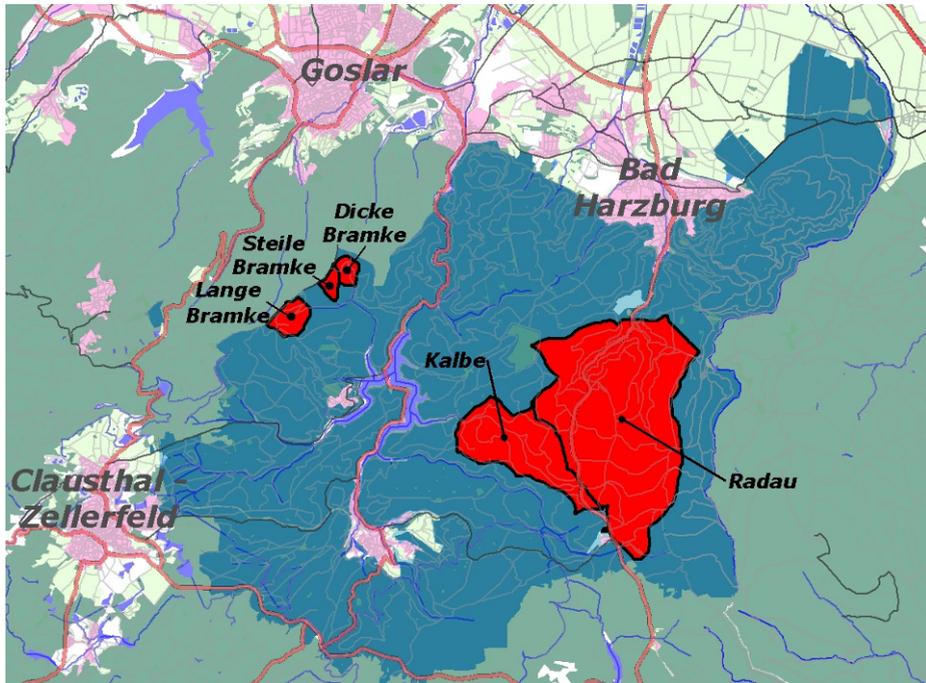


Abbildung 10: Lage ausgewählter Teileinzugsgebiete im Untersuchungsgebiet „Teilbereich Nordharz“. Die Einzugsgebiete der Kalbe und der Radau wurden zur Kalibrierung des hydrologischen Modells herangezogen (s. SUTMÖLLER u. MEESENBURG, in diesem Band).

Die geologischen Ausgangssubstrate im Teileinzugsgebiet der „Langen Bramke“ bilden quarz- und illitreiche Sandsteine und Tonschiefer des Unterdevons. Skelettreiche Hangschuttdecken werden von schluffig-lehmigen Fließerden unterschiedlicher Mächtigkeiten überlagert. Auf Grundlage der forstlichen Standortskartierung können drei unterschiedliche Bodeneinheiten ausgeschieden werden, die sich in ihrer Substratzusammensetzung unterscheiden (s. Abb. 11). Der Großteil des Einzugsgebietes wird durch geringmächtige (bis 30 cm) lehmig-sandige oder schluffig-lehmige Decken eingenommen. Weiterhin treten 30-70 cm mächtige schluffig-lehmige Decken oder stark schluffgeprägte Fließerden auf. Mächtige Kolluvien (über 70 cm), die meist schluffig und häufig mit sandigen oder kiesigen Zwischenlagen durchsetzt sind, sind nur im Talbereich der „Langen Bramke“ zu finden. Die Wasserdurchlässigkeiten können flächendeckend als hoch eingestuft werden. Die gesättigte hydraulische Leitfähigkeit variiert im Oberboden zwischen  $1 \times 10^{-3}$  m/s

und  $5 \times 10^{-4}$  m/s. In tieferen Bodenschichten werden  $5 \times 10^{-4}$  m/s bis  $1 \times 10^{-4}$  m/s erreicht, bevor beim Übergang in den Verwitterungshorizont mit zunehmendem Skelettgehalt wieder höhere Durchlässigkeiten auftreten (DEUTSCHMANN 1987).

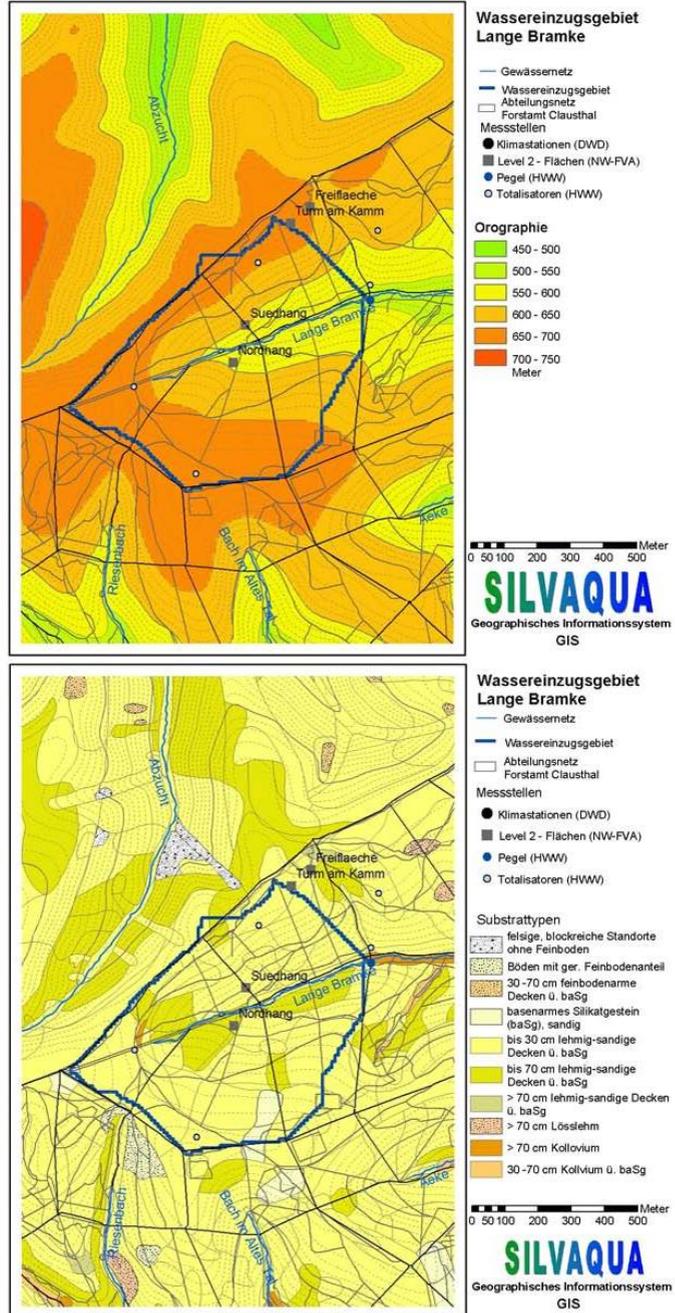


Abbildung 11:  
Orographie und Substrattypen im Teileinzugsgebiet der „Langen Bramke“

Das Gebiet der „Langen Bramke“ liegt in der montanen bis obermontanen Stufe des Harzes. Die Abbildung 12 zeigt die modellierte potenziell natürliche Vegetation im Einzugsgebiet (JANSEN et al. 2002). Der Hainsimsen-Buchenwald als ärmerer Ausprägung der Buchenwälder ist auf mehr als 99 % der Standorte zu finden. Dabei nimmt die frischere Ausprägung ca. 45 % ein, während die trockenere Variante lediglich 8 % der Flächen einnimmt. Nur auf kleinen, eng begrenzten Standorten ist es zu feucht für die Buche.

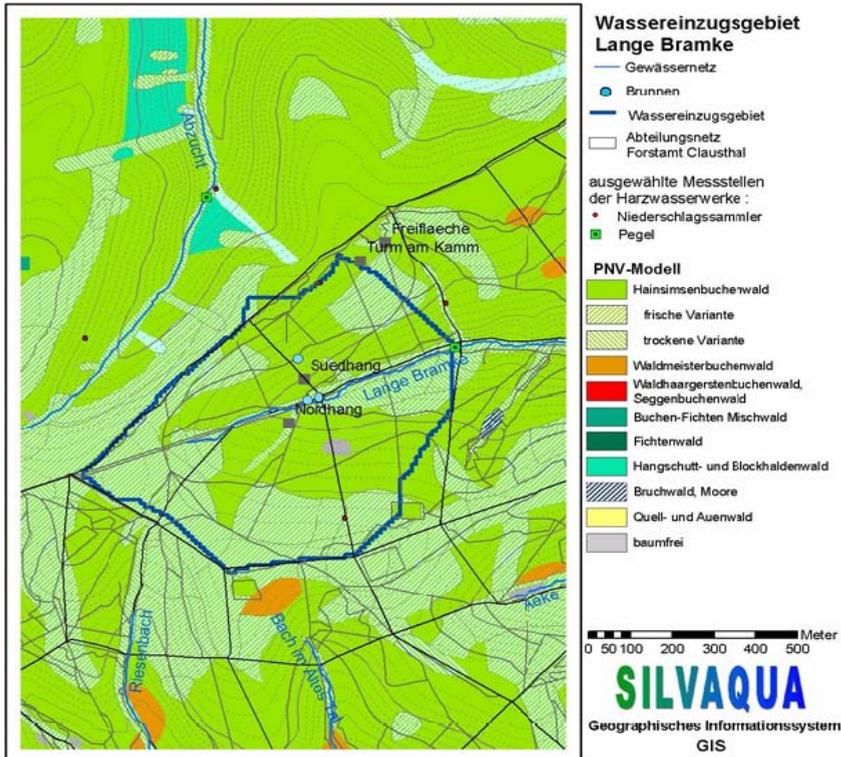


Abbildung 12: Potenziell natürliche Waldgesellschaften im Teileinzugsgebiet der „Langen Bramke“

Die aktuelle Bestockung weicht deutlich vom naturnahen Zustand ab (s. Abb. 13). Auf 96 % der Fläche im Teileinzugsgebiet sind Fichtenreinbestände zu finden mit einem Alter von derzeit ca. 58 Jahren. Eine West-Ost verlaufende ca. 20 m breite Schneise und kleinere Bereiche entlang der „Langen Bramke“ und auf dem Nordhang bilden die einzigen waldfreien Flächen des Teileinzugsgebietes (s. Abb. 13). Der Vorbestand aus 120-jähriger Fichte wurde im Jahr 1947 im Rahmen von sogenannten Reparationsmaßnahmen kahl geschlagen. Seit 1949 wurde wieder aufgeforstet und bis in die Mitte der 50er-Jahre nachgebessert. Die lückigen Bestände, die teilweise eine dichte Grasschicht aufwiesen, wurden bis in die 60er-Jahre als Viehweide genutzt.

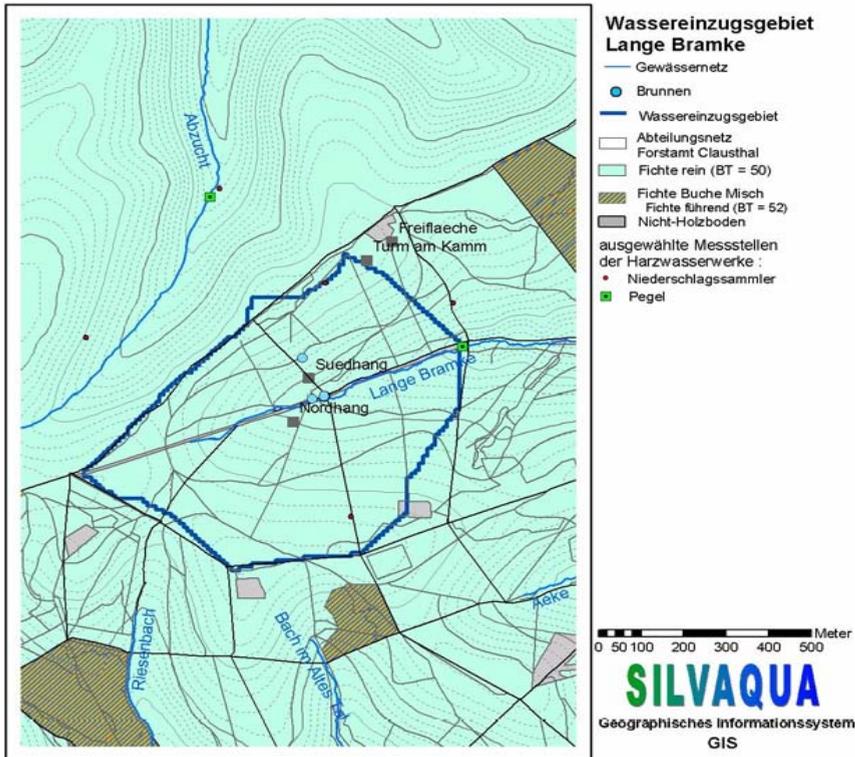


Abbildung 13: Bestandestypen im Teileinzugsgebiet der „Langen Bramke“

Die aktuellen Bewirtschaftungsrichtlinien des LÖWE-Programms der Niedersächsischen Landesforsten sehen für das Gebiet zukünftig eine naturnähere Bestockung mit Mischbeständen aus Buchen und Fichten vor. Auf den mäßig frischen Standorten ist eine Beteiligung der Douglasie möglich.

Die großflächigen Kahlhiebe im Jahre 1947 waren der Anlass für die Einrichtung eines Untersuchungsgebietes in der „Langen Bramke“. Der Schwerpunkt der Forschungen lag zunächst auf Fragen der Erosion und Niederschlags-Abfluss-Beziehungen. In den 70er-Jahren traten bei der Fichte verstärkt Waldschadenssymptome auf, die zu einer Erweiterung der Untersuchungen auf den Stoffhaushalt von Waldökosystemen führten. Seit 1992 ist die „Lange Bramke“ Teil des Niedersächsischen Boden-Dauerbeobachtungsprogramms und seit 1994 im Level II-Programm der EU.

Wegen seiner Lage im Einzugsgebiet der Oker und seiner Bedeutung als langjähriges Untersuchungsgebiet mit einer Fülle von Messreihen und Detailuntersuchungen, diente das Teileinzugsgebiet „Lange Bramke“ als Grundlage für die Anpassung der Modelle.

Für die Überprüfung bzw. Validierung der im Gebiet der „Langen Bramke“ entwickelten Methoden und Modelle wurden andere Einzugsgebiete mit möglichst vergleichbarer Datenbasis benötigt. Dafür wurde auf die vorhandenen Datenbestände für die Teileinzugsgebiete „Dicke Bramke“ (0,32 km<sup>2</sup>) und „Steile Bramke“ (0,38 km<sup>2</sup>) zurückgegriffen (s. Abb. 14), die 1951/52 als Untersuchungsflächen eingerichtet wurden. Die „Steile Bramke“ wurde im Mai 1989 mit einer hohen Dosisierung von 16 t/ha gekalkt.

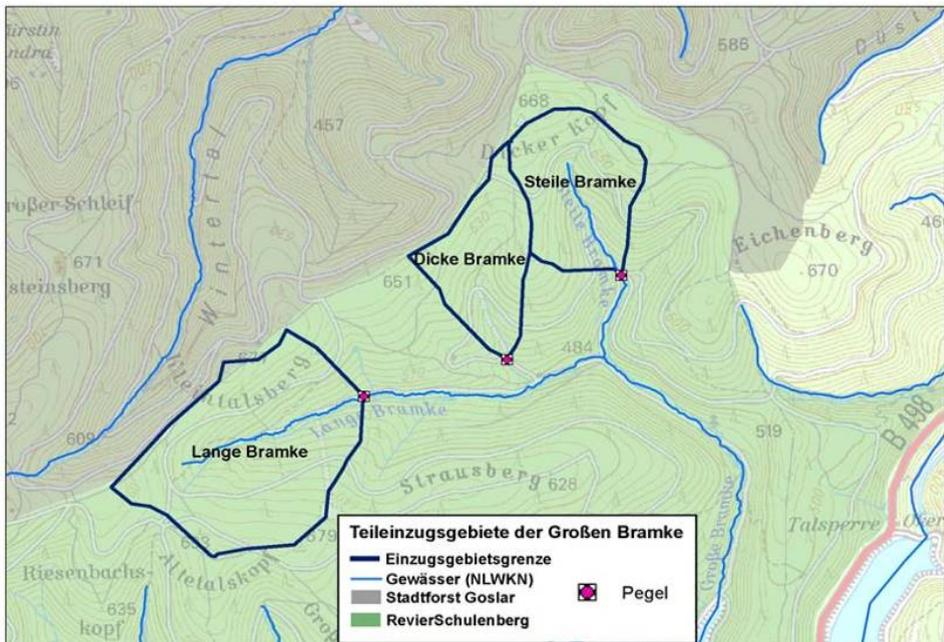


Abbildung 14: Lage der drei Pegel und der zugehörigen Teileinzugsgebiete „Lange Bramke“, „Dicke Bramke“ und „Steile Bramke“

## Literatur

- ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG (2003): Forstliche Standortsaufnahme. 6. Auflage. IHW-Verlag, Eching bei München
- BEZIRKSREGIERUNG BRAUNSCHWEIG (2005): Bestandsaufnahme zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Oberflächengewässer. Bearbeitungsgebiet Oker. EG-WRRL C-Bericht Oberflächengewässer 2005, 25 S.
- CLARKE, A.; NALLY, R. M.; BOND, N. u. LAKE, P. S. (2008): Macroinvertebrate diversity in headwater streams: a review. *Freshwater Biology*, 53, (9), 1707-1721
- DEUTSCHMANN, G. (1987): Bodenhydrologische Eigenschaften der Waldstandorte der Oberharzer Untersuchungsgebiete auf der Grundlage der forstlichen Standortskartierung. Diplomarbeit am Inst. f. Geographie, Braunschweig, unveröffentlicht

- FGG WESER (2005): Bewirtschaftungsplan Flussgebietseinheit Weser - 2005 Bestandsaufnahme. Teil A: Flussgebiet Weser. Flussgebietsgemeinschaft Weser, Hildesheim, 68 S.
- GAUER, J. u. ALDINGER, E. (Hrsg.) (2005): Waldökologische Naturräume Deutschlands - Forstliche Wuchsgebiete und Wuchsbezirke mit Karte 1:1.000.000. Mitt. Verein Forstl. Standortskunde u. Forstpflanzenzüchtung Nr. 43
- GAUGER, T.; ANSHELM, F.; SCHUSTER, H.; DRAAIJERS, G. P. J.; BLEEKER, A.; ERISMAN, J. W.; VERMEULEN, A. T. u. NAGEL, H.-D. (2002): Kartierung ökosystembezogener Langzeittrends atmosphärischer Stoffeinträge und Luftschadstoffkonzentrationen in Deutschland und deren Vergleich mit Critical Loads und Critical Levels. Forschungsvorhaben im Auftrag des BMU/UBA, FE-Nr. 299 42 210., Institut für Navigation, Univ. Stuttgart. 207 S.
- HENNIGSEN, D. u. KATZUNG, G. (2006): Einführung in die Geologie Deutschlands. Elsevier, Spektrum Akademischer Verlag. München.
- JANSEN, M.; JUDAS, M. u. SABOROWSKI, J. (2002): Spatial Modelling in Forest Ecology and Management. Springer. Berlin, Heidelberg, New York, 225 S.
- LAWA (2000): Forderungen der Wasserwirtschaft für eine fortschrittliche Gewässerschutzpolitik. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 8 S.
- LAWA (2003): LAWA-Arbeitshilfe zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 111 + Anhang, 113 S.
- MOHR, K. (1998): Harz, Westlicher Teil. Sammlung Geologischer Führer, Bd. 58. Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart
- NIEDERSÄCHSISCHE LANDESFORSTVERWALTUNG (1991): Langfristige Ökologische Waldentwicklung in den Landesforsten. Programm der Landesregierung, Niedersächsische Landesregierung Hannover, 49 S.
- SCHMIDT, S. (1997): Zusammenhang von Wasser- und Stoffhaushalt in der Langen Bramke – Vergleich unterschiedlicher zeitlicher und räumlicher Maßstäbe. Berichte des Forschungszentrum Waldökosysteme, Reihe A, Bd. 146

Korrespondierender Autor:

Dr. Martin Jansen

Georg-August-Universität Göttingen

Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie

Abteilung für Ökopedologie der gemäßigten Zonen

Büsgenweg 2

D-37077 Göttingen

E-Mail: [mjansen@gwdg.de](mailto:mjansen@gwdg.de)

URL: [www.uni-goettingen.de/de/team/81318.html](http://www.uni-goettingen.de/de/team/81318.html)