

A.2 Geomorphologie, Geologie und Böden im Überblick*

von Gerhard Milbert

A2.1 Geologisch-geomorphologische Großlandschaften

Das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland repräsentiert einen typischen Nord-Süd verlaufender Ausschnitt aus dem geologischen Bauplan Mitteleuropas. Der stratigraphische Aufbau, der im folgenden Kapitel beschrieben wird, hat die Grundlage zur Herausbildung von charakteristischen Großlandschaften gelegt. Diese Großlandschaften bilden eine erste, übergeordnete Ebene der naturräumlichen Landschaftsgliederung. Von Norden nach Süden lassen sich folgende Großlandschaften unterscheiden (Nummern der jeweiligen Wuchsgebiete in Abbildung 1):

Norddeutsches Tiefland mit den Untereinheiten

- Nordseeinseln und Marschen
- Norddeutsches Jungmoränengebiet
- Norddeutsches Altmoränengebiet und Tieflandsbuchten

Dieses Gebiet umfasst die glazial geprägten Flachlandschaften in den Einzugsbereichen von Rhein (Maas), Ems, Weser, Elbe und Oder. Während die Küste heute noch vom Meer umgestaltet wird, sind im Inneren eiszeitliche Formenrelikte maßgebend. Die verflachte Altmoränenlandschaft der Elster- und Saale-Vereisung reicht bis zum Mittelgebirgsrand. Bewegtere Formen bewahrte die Jungmoränenlandschaft der Weichsel-Vereisung, in Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg. Typische morphologische Elemente sind Zungenbecken mit Grundmoränen, Seen, Mooren, Toteisbildungen und Drumlins sowie bogenförmig-hügelige Endmoränen. Nach Außen schließen sich die von ehemaligen Schmelzwässern aufgeschütteten Sanderflächen an, die dann in die Talsandgebiete der breiten Urstromtäler überleiten. Daneben spielen äolische Sedimente, wie Flugsande, Sandlöss und Löss eine große Rolle. Der präquartäre Untergrund kommt örtlich an die Oberfläche, z.B. dort, wo er von Aufbrüchen (Salzstöcken) des Zechsteinsalzes hochgeschleppt wurde.

Lößhügelländer mit den Untereinheiten

- Vorländer des Niedersächsischen Berglandes und des Harzes
- Thüringer Becken und Randplatten
- Vorländer der Thüringisch-Sächsischen Mittelgebirge

Am Ostrand ist der eigentlichen Mittelgebirgsschwelle eine breitere Zone von Hügelländern (Berglandschwelle) im Übergang zum Norddeutschen Tiefland vorgelagert. Deren geologischer Untergrund ist weitgehend von Löss und randlich auch noch von älteren eiszeitlichen Überschiebungen überlagert. Typische Landschaftsformen sind hier die Lößböden.

Deutsche Mittelgebirgsschwelle mit den Untereinheiten

- | | | | | | | | | | |
|--|---|---|-----------|---|-----------------------|---|----------|---|-----------------------|
| <ul style="list-style-type: none">• Rheinisches Schiefergebirge• Saar-Nahe-Bergland• Hessisches Bergland• Niedersächsisches Bergland• Harz• Thüringisch-Sächsisches Mittelgeb.• Oberpfälzisch-Bayerischer Wald | <table border="0"><tr><td>}</td><td>Westliche</td></tr><tr><td>}</td><td>Mittelgebirgsschwelle</td></tr><tr><td>}</td><td>Östliche</td></tr><tr><td>}</td><td>Mittelgebirgsschwelle</td></tr></table> | } | Westliche | } | Mittelgebirgsschwelle | } | Östliche | } | Mittelgebirgsschwelle |
| } | Westliche | | | | | | | | |
| } | Mittelgebirgsschwelle | | | | | | | | |
| } | Östliche | | | | | | | | |
| } | Mittelgebirgsschwelle | | | | | | | | |

Der Südrand des nordwestdeutschen Beckens ist aufgebogen, wobei Sedimente des Tertiärs, der Kreide und des Juras, auch Schichten der Trias an die Oberfläche kommen. Sie sind oft etwas steil gestellt und etwas gefaltet. Aus dieser Anlage sind besonders im Niedersächsischen Bergland und am Harzrand Höhenzüge hervorgegangen, die nach der Gesteinhärte zu Schichtkamm- und Schichtstufenlandschaft herausmodelliert wurden.

In der hessischen Zwischenzone, dem Einzugsgebiet der

oberen Weser sowie von Leine, Werra und Fulda ist das Schichtengebäude in ein Mosaik von Kleinschollen zerstückelt. Es gibt zahlreiche kleinere Becken mit Tertiärfüllungen. Dennoch herrscht der Buntsandstein auf der Fläche vor. Basalte und begleitende Tuffe häufen sich. Im Vogelsberg wie in der Rhön überwiegen sie. Beide bilden zentral herausgehobene Bergländer, die von den Rändern her zertalt werden.

Den variszischen Westrahen bildet das Rheinische Schiefergebirge mit seinen Randzonen, ein geschlossen wirkender Block aus flachwelligen Rumpfflächen, gegliedert durch steil eingeschnittene, den Rhein und der Weser tributäre Täler, die den tektonischen Hauptrichtungen folgen. Am Ostsäum dominiert die rheinische Nord-Süd-Komponente. Nicht allein die Rumpfflächenbildung und die Hebung, sondern auch Gesteinsunterschiede prägen die Landschaft (tertiäre und quartäre Vulkanite im Westerwald, Siebengebirge und Eifel; Härtingszüge aus Quarzit; Verkarstung in Riffkalken).

In der südlichen Randzone gegen die Trierer Bucht greifen Rumpfflächen nach Süden in das aus permokarbonischen Sedimenten und Eruptivgesteinen bestehende Saar-Nahe-Bergland hinein. Im Norden ist die Einbruchzone der Nieder-rheinischen Bucht schärfer abgehoben, doch an ihrer Ostflanke biegt die Rumpfflächentreppe weit nach Norden ab.

Der Harz ist ein variszisches Rumpfgebirge, das Spuren pleistozäner Verfirnung und kleiner Kargletscher trägt. Ihm folgen gegen Süden die Ausläufer des Thüringer Waldes. Nach Ost schließen sich die Thüringisch-Sächsischen Mittelgebirge vom Vogtland über das Erzgebirge bis zum Lausitzer Bergland an. Nach Süden hin weichen die eingangs erwähnten Randbergländer der Böhmisches Scholle mit Oberpfälzer- und Bayrischem Wald nach Süd-Ost zurück und machen ein breites Zwischenfeld bis zum Odenwald und Schwarzwald im Westen frei.

Mesozoisches Schichtstufenland mit Randgebieten und Oberreinem Tiefland mit den Untereinheiten

- Südwestdeutsches Stufenland
- Süddeutsches Stufenland
- Schwarzwald
- Oberrheinisches Tiefland
- Pfälzerwald
- Saarländisch-Pfälzisches Muschelkalkgebiet und Gutland

Im Einzugsgebiet des Mains und des Neckars, ebenso wie im nördlichen Einzugsgebiet der Donau, ist ein tektonisch relativ ruhiger Raum entstanden. Am Ostrand des bis 5 km tiefen tektonischen Einbruchs des Oberrheintalgrabens, der heute noch Aufschüttungs-Senke ist, erfolgte die entscheidende Anhebung des kristallinen variszischen Untergrunds, im Süden am stärksten, nach Norden nachlassend. Von hier aus fällt die hauptsächlich von mesozoischen Sedimenten bedeckte permische Rumpffläche nach Südosten ein. Die Sedimentdecke wurde nach ihren Härteunterschieden als Schichtstufenlandschaft herauspräpariert, die einem großen Fächer gleicht. Sein Griff liegt dort, wo die Schichten am steilsten einfallen, im Klettgau am Südostrand des Schwarzwaldes. Die volle Entfaltung des Fächers setzt am Nordostrand des Odenwaldes ein. Seine wichtigsten Glieder sind: Buntsandsteinflächen, Gäuflächen des Muschelkalkes und Lettenkeupers, Keuperhügelland, Albvorland aus Lias und Dogger und die Schwäbisch-Fränkische Alb, die an der Donau unter die Voralpensenke abtaucht. Im Osten wird das Schichtstufenland vom Kristallin der Böhmisches Scholle begrenzt. Westlich des Oberrheinischen Tieflandes setzt sich die mesozoische Schichtstufenlandschaft mit Pfälzerwald, Saarländisch-Pfälzischem Muschelkalkgebiet und Gutland über das Lothringer Plateau bis ins Pariser Becken fort.

* In Anlehnung an Henningsen u. Katzung 2002.

Deutsches Alpenvorland

In der von Donau und Alpennordrand begrenzten Voralpensenke (= Alpenvorland) lagern 3-4 km mächtige Sedimente des Mesozoikums und Tertiärs. Diese Schichten werden großflächig von pleistozänen fluviatilen und glazialen Formen überlagert, die weitgehend den Formen im Norddeutschen Tiefland entsprechen.

Deutsche Alpen

Ein relativ schmaler Anteil an den nördliche Kalkalpen bildet die Südgrenze der Bundesrepublik Deutschland. Vor allem im Jungtertiär stiegen die Decken aus alttertiären, kreidezeitlichen sowie mesozoischen Sedimenten bis zur heutigen Höhe empor und wurden von Flüssen zerfurcht. Es entstand ein geomorphologischer Stockwerksbau in dessen Gipfflur noch die Reste einer alten Rumpffläche erkennbar sind.

A.2.2 Geologischer Bau

Nördlich der Alpen zeigen die Gesteine eine Dreigliederung in Grundgebirge, Deckgebirge und quartäre Lockersedimente. Das Grundgebirge besteht überwiegend aus stark gefalteten bis geschieferten, überwiegend metamorphen sedimentären oder vulkanischen Gesteinen, in die Tiefengesteine eingedrungen sind. Das Grundgebirge umfasst überwiegend Gesteine vom Präkambrium bis zum Oberkarbon.

Das Grundgebirge wird diskordant von weniger deformierten Gesteinen, dem Deckgebirge, überlagert. Das Deckgebirge umfasst Gesteine etwa vom Oberkarbon bis zum Tertiär. Die quartären Lockersedimente sind in den Hauptgebieten der pleistozänen Vereisung im Norddeutschen Tiefland und im Alpenvorland in größerer Mächtigkeit verbreitet.

Die Gesteine des Grund- und des Deckgebirges sind durch Verwerfungen, Aufschiebungen und Überschiebungen in zahlreiche Schollen zerlegt. Vier Verwerfungsrichtungen werden unterschieden. Die südwest-nordöstliche verlaufende erzgebirgische Richtung (Erzgebirge u.a. Mittelgebirge), die westnordwest-ostsüdöstliche herzynische Richtung (Harz), die nordnordwest-südsüdöstlich verlaufende eggische Richtung (Eggegebirge) und die nordnordost-südsüdwestlich verlaufende rheinische Richtung (Oberrheingraben, westliche Salzstöcke).

Die Mittelgebirge bestehen teilweise aus magmatischen und metamorphen Gesteinen des älteren Grundgebirges (Schwarzwald), teilweise aus gefalteten und geschieferten Sedimentgesteinen des jüngeren Grundgebirges. Andere Bereiche der Mittelgebirge sind aus Deckgebirge aufgebaut, wie Teile des Odenwaldes aus Buntsandstein, der Thüringer Wald aus Sedimenten des Rotliegenden oder der Vogelsberg aus jüngeren Basaltgesteinen.

In der Kreide- und Tertiärzeit schoben sich vom damaligen Nordrand Afrikas Gesteinspakete mehrere hundert Kilometer nach Norden über andere Gesteine. Anschließend wurden sie bis in die Gegenwart herausgehoben. Hierzu gehören auch die Nördlichen Kalkalpen.

Erdbeben treten vor allem dort auf, wo Krustenbewegungen bis heute fortwirken. Hauptbebengebiete sind die Kölner Bucht und der Oberrheingraben, hier finden Senkungen von bis zu 1 mm/J statt. Von Stuttgart bis zum Bodensee verläuft eine weitere Erdbebenzone durch die Schwäbische Alb.

A.2.2.1 Erdaltertum (Präkambrium bis Perm)

Kristalline Gebiete

Zu den Kristallingebieten zählen Bereiche, die überwiegend aus magmatischen (Plutonite wie Granit und Gabbro) und metamorphen Gesteinen (wie Marmor und Gneis) des Erdaltertums und aus älteren Gesteinen (Präkambrium) aufgebaut sind. Hierzu gehören der Schwarzwald (WGb 73), der kristalline Odenwald (WBz 64.2) und der Vorspessart (63.1), der Bayerische Wald (WGb 79), der Böhmer Wald, der Oberpfälzer Wald

(WGb 58) und das Fichtelgebirge (WBz 57.3), das Erzgebirge (WGb 56), die Münchberger Masse, das Ruhlaer Kristallin und das Granulitgebirge nördlich von Chemnitz. Im Westen setzen sich die Kristallingebiete in den Vogesen, im Osten im Riesengebirge fort. Meist haben sich aus den periglazial aufgearbeiteten Decklagen dieser Gesteine Ranker, Braunerden und Posole gebildet. Im Bereich erosionsgeschützter alter Verwitterungsreste sind Pseudogleye und Stagnogleye sowie kleinflächig Moore entstanden. Für den Waldbau ist vor allem der Wasserhaushalt dieser überwiegend basenarmen Böden wichtig. Die nutzbare Wasserspeicherkapazität kann je nach Grobbodengehalt und Mächtigkeit der durchwurzelbaren Verwitterungsdecken stark schwanken.

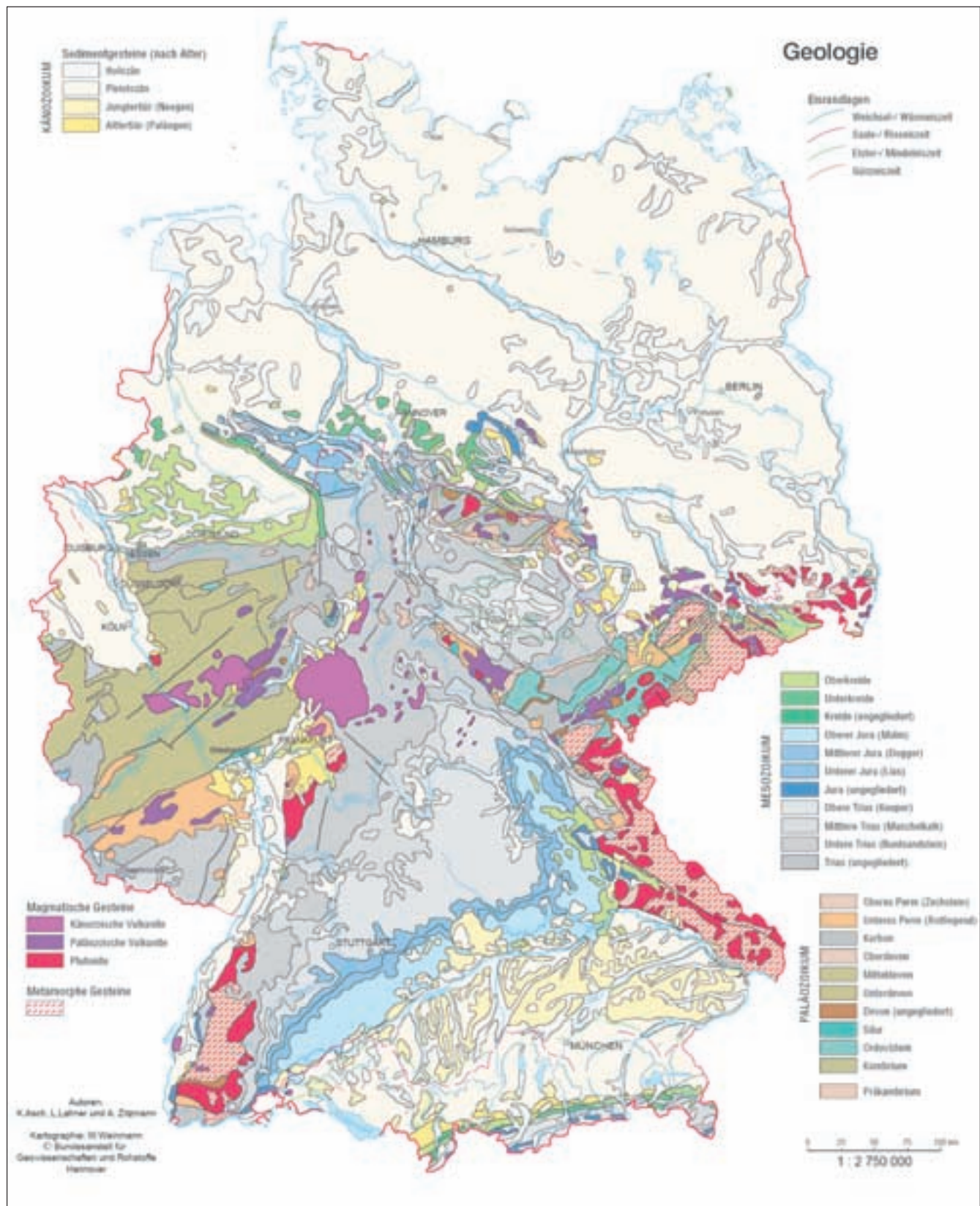
Mittelgebirge aus gefalteten und geschieferten Gesteinen des Erdaltertums und aus älteren Gesteinen

In mehreren Mittelgebirgen Deutschlands stehen vor allem Ton-, Schluff- und Sandsteine sowie Quarzite an, die bis zum Ende der Karbonzeit in Sedimentbecken abgelagert worden sind. Sie sind stets gefaltet und meist geschiefert, ohne eine nennenswerte Metamorphose erfahren zu haben. Häufig sind Diabase und Keratophyre eingeschaltet, die ebenfalls deformiert wurden. Zusätzlich treten Tiefengesteine im Harz (WGb 36), im Vogtland (WGb 54), bei Dresden und im Lausitzer Bergland (WGb 28) zutage. Zu den Mittelgebirgen des Erdaltertums gehören das Rheinische Schiefergebirge (Eifel [WGb (44, 45)], Hunsrück (WGb 66), Westerwald (WGb 47), Taunus (WGb 48), Bergisches Land (WGb 41), Sauerland (WGb 40) mit Teilen des Saarlandes, der Harz (WGb 19), das Thüringisch-Fränkisch-Vogtländische Schiefergebirge (WBz 53.3, WGb 54), das Schiefergebirge der Elbzone und des Lausitzer Berglandes (WGb 28). Im Westen schließen sich die Ardennen (Belgien) an das Rheinische Schiefergebirge an. Das mit kristallinen Gesteinen durchsetzte Lausitzer Bergland setzt sich südostwärts nach Schlesien und den Sudeten (Polen, Tschechien) fort. Basenreiche bis basenarme, flach- bis mittelgründige Braunerden mit geringer bis hoher nutzbarer Wasserspeicherkapazität überwiegen auf den Verwitterungs- und Umlagerungsdecken der paläozoischen Mittelgebirge. Bei toniger Ausbildung von Verwitterungsresten herrschen in muldigen Lagen und Verebnungen wechselfeuchte Pseudogleye vor. In Bereichen mit Kalk- und Mergelsteinen entstehen basenreiche lehmige bis tonige Braunerden sowie in Erosionslagen Rendzinen und Pararendzinen.

Landschaften des Rotliegenden und Zechsteingebiete

In Südwestdeutschland, Süddeutschland und im südlichen Ostdeutschland kommen unterschiedlich große Bereiche vor, die durch oberflächennah anstehende Gesteine des Rotliegenden (älteres Perm) und des höheren Oberkarbons geprägt sind. Dies sind vor allem braune bis violettrote Konglomerate, Sandsteine, Arkosen und Tonsteine. Hierzu gehören das Saar-Nahe-Becken (WGb 70) und Bereiche im östlichen Pfälzerwald (WGb 72), der Eifelrand zwischen Trier und Wittlich (57.1), Bereiche um Darmstadt, in der östlichen Wetterau (WBz 49.2) und im Schwarzwald, in der Oberpfalz (WGb 56) und am Frankenwald (57.1). Nach Osten schließen sich weitere Mittelgebirge und Hügelländer mit permischen vulkanischen Gesteinen und Sedimentgesteinen an. Dies sind der Thüringer Wald (WGb 53), das Nordwestsächsische Hügelland und das Hallesche Porphyrgbiet, die Vorerzgebirgssenkung (WGb 55), die Döhlender Senke und das Meißener Vulkanitgebiet (WBz 37.14), der Ostharzrand (WBz 36.10), der Kyffhäuser (WBz 35.5) sowie der Flechtinger Höhenzug nordwestlich von Magdeburg.

Häufig werden die Mittelgebirge von einem schmalen Saum aus Karbonat- und Sulfatgesteinen sowie Tonsteinen des Zechsteins umrahmt. Diese grenzen die Bergländer mit Gesteinen des Erdaltertums zu Landschaften mit Gesteinen des Erdmittelalters ab. Gesteine des Zechsteins treten vor allem in Nordhessen (WGb 39), Südniedersachsen und Thüringen auf. Oberflächennah vorhandene Vorkommen von Steinsalz, Kalisalz und Anhydriten wurden im Laufe der Zeit ausgelaugt. Erdfälle, Dolinen und Auslaugungssenken sind deshalb typisch



für Zechsteingebiete. Die Leitböden dieser sandig-lehmig bis schluffig-tonig verwitternden Gesteine sind Braunerden, Parabraunerden (bei höherem Lössanteil in den Fließerden), Podsole (quarzitische Gesteine), Pseudogleye und Pelosole. Je nach Alter der Verwitterung, Mineralbestand und Feinbodenanteil können der Nährstoff- und Wasserhaushalt sehr unterschiedlich sind.

A.2.2.2 Landschaften des Erdmittelalters (Trias-, Jura- und Kreidezeit)

Buntsandstein-Landschaften

In der Trias wurden während der Buntsandsteinzeit (vor 250 Mill. Jahren) in einem großflächigen Becken in Mitteleuropa überwiegend sandige Sedimente abgesetzt. Deren Reste treten heute noch in meist horizontaler Lagerung zwischen Hannover und Basel sowie an der Saar (WBz 70.1), im Pfälzer Wald (WGb 72), kleinflächig in der Eifel (WBz 44.7) sowie an den Rändern des Thüringer Beckens (WBz 33.2, 33.4, 35.2, 35.7, 52.1, 52.4) als Unterer, Mittlerer und Oberer Buntsandstein zutage. Der Untere Buntsandstein ist häufig stark tonig ausgebildet. Der Mittlere Buntsandstein besteht vor allem aus festem Sandstein mit kiesigem Bindemittel und bildet häufig Stufen oder Steilhänge. Größere Verbreitung hat vor allem der Mittlere Buntsandstein im Schwarzwald (WGb 73), im Spessart (63.2) und im Odenwald (WBz 64.7), in der Rhön (WGb 51), im Solling (WBz 37.2) und in Teilbereichen des Wesergebirges (WBz 17.4). Westlich des Oberrheingrabens setzen sich die Buntsandsteingebiete über die Pfalz (WGb 72) und das Saarland (WBz 17.4) nach Lothringen fort. Die Gesteine der Buntsandsteinzeit verwittern überwiegend sandig bis schwach lehmig. Je nach Quarzanteil und Nutzungsgeschichte entstehen basenarme bis sehr basenarme Braunerden bis Podsol-Braunerden mit überwiegend mittlerer Wasserspeicherkapazität. Mergelig-tonige Verwitterungsbildungen (Oberer Buntsandstein, Röt) entwickelten sich zu nährstoffreichen wechselfeuchten Pseudogleyen bis staufrischen Pseudogley-Braunerden.

Süddeutsches Schichtstufenland

Der größte Teil Schwabens, Frankens und Südwest-Thüringens wird von flach nach Osten bis Südosten einfallenden Sedimentgesteinen der Muschelkalk-, Keuper-, Jura- und Kreidezeit bedeckt, die als Folge der Verwitterung eine typische Schichtstufenlandschaft entwickelt haben. Deshalb werden die Gesteine vom Schwarzwaldrand und dem Kraichgau (WGb 75.4) im Westen nach Osten zur Fränkischen Alb (WGb 61, 65) hin immer jünger (Buntsandstein bis Oberkreide). Die Gesteine des Muschelkalks sind überwiegend graue Kalksteine und Mergelkalksteine, untergeordnet auch Dolomite und Tonsteine. Häufig sind sie lößbedeckt. Große Flächenanteile nehmen Tonsteine und Mergelkalksteine der Keuperzeit ein, in die einzelne Sandsteinschichten zwischengeschaltet sind. Die an Versteinerungen reichen Sedimente der Jurazeit sind überwiegend dunkle Tonsteine (Schwarzer Jura), sandig-tonige Sedimente (Dogger) sowie Steilstufen bildende Kalksteine (Malm). Am Ostrand des Schichtstufenlandes treten an der Oberfläche tonig-sandige Sedimente der Kreidezeit auf. Fast spiegelbildlich findet sich die gleiche Abfolge der Gesteine von der Pfalz über Lothringen und das Saarland nach Westen einfallend. Tertiärzeitlicher Vulkanismus führte bei Urach in der Schwäbischen Alb (WGb 76) sowie von Coburg bis nach Thüringen zu zahlreichen Tuffschloten und Basaltvorkommen. Am Südostrand, zwischen Schwäbischer und Fränkischer Alb befindet sich das Nördlinger Ries (WBz 61.9), ein Meteoriten-Krater vom ca. 20 km Durchmesser, der mit tertiärzeitlichen See-Sedimenten gefüllt ist. Aus den karbonatischen Gesteinen sind bevorzugt frische bis wechselfeuchte basenreiche lehmig-tonige Pararendzinen, Braunerden, Parabraunerden (Lößdecken) und Pseudogleye entstanden. Im Verbreitungsgebiet der überwiegend karbonatfreien Sand-, Schluff- und Tonsteine haben sich basenarme bis basenreiche frische bis wechselfeuchte Braunerden, Pseudogleye und Pelosole entwickelt.

Thüringer Becken

Zwischen Harz, Thüringer Wald und Thüringischem Schiefergebirge im Norden, Südwesten und Süden bis zur Leipziger Tieflandsbucht im Osten erstreckt sich das Thüringer Becken (WGb 34). Umrandet von Sedimenten der Buntsandsteinzeit treten hier großflächig Gesteine des Muschelkalks und des Keupers auf. Diese werden großflächig von Löß und in Talbereichen von kaltzeitlichen Flussablagerungen überdeckt. Aus den überwiegend karbonatfreien Sand-, Schluff- und Tonsteinen haben sich basenarme bis mäßig basenreiche frische bis wechselfeuchte Braunerden, Parabraunerden (Lößdecken), Pseudogleye und Pelosole entwickelt. Gebiete mit Sedimenten des Erdmittelalters am Südrand des Norddeutschen Tieflandes

Münsterländer Kreide-Becken

In einer Mächtigkeit von fast 2.000 m lagern im Münsterland (WGb 16) Gesteine des Erdmittelalters vom Buntsandstein im tieferen Untergrund bis zu den Sedimenten der Oberkreide an der Oberfläche bzw. unter quartärer Bedeckung. Nach Westen hin werden diese Sedimente in der Niederrheinischen Bucht von tertiären und quartären Sedimenten überlagert. Im Nordosten und Osten ist der Rand des Kreidebeckens aufgebogen und teilweise überkippt. Die steiler gestellten Schichten aus Kalk- und Mergelsteinen der Oberkreide und Sandsteinen der Unterkreide bilden die parallel verlaufenden Käme des Teutoburger Waldes (WBz 17.1) und des südlich anschließenden Egge-Gebirges (WBz 17.3). Die kreidezeitlichen Sedimente werden großflächig von eiszeitlichen Sedimenten überdeckt. Hierzu gehören vor allem saalezeitliche Schmelzwassersande und Geschiebemergel und -lehme, weichselzeitliche Flugsande, Sandlöße und Löße sowie weichselzeitliche Flussablagerungen. Typisch sind die Leitböden der Altmoränenlandschaften mit einem engräumigen Wechsel im Nährstoff- und Wasserhaushalt: Braunerde/Podsol/Pseudogley/Gley/Nieder- und Hochmoor.

Leine- und Wesergebiet

Wiehen- und Wesergebiet (WGb 17), die Bückeberge, Süntel, Osterwald, Deister, Ith, Hils, Sackwald und Hildesheimer Wald mit zwischengeschalteten Senken grenzen südlich und südwestlich von Hannover die Gesteine der Trias (überwiegend Buntsandstein) zur norddeutschen Tiefebene hin ab. Im Süden sind sie umrahmt von Sedimenten des Buntsandsteins. Die Festgesteine sind örtlich stark durch Salzauftrieb in Schollen zerstückelt oder verformt worden. An der Oberfläche stehen vor allem Sedimente der Jura- und Unter- und Oberkreidezeit an, die in den Senken, Talflanken und Tälern häufig von quartären Sedimenten wie Geschiebelehm, Talsanden und Löß überdeckt sind. Diese Gebiete gehören zu den Bodenlandschaften aus nicht metamorphen Sedimentgesteinen unterschiedlicher Körnung im Wechsel mit Löß. Leitböden sind: mäßig frische bis frische Parabraunerden, Ranker und Rendzinen, Braunerden und wechselfeuchte Pseudogleye.

Nördliches Harzvorland (WGb 19)

Nördlich des Harzes, bis zur Linie Hannover-Magdeburg schließt sich in einem weiten Becken mit einzelnen Hügelzügen eine weitere Landschaft aus Gesteinen des Erdmittelalters an. Diese sind am Nordrand des Harzes zum Teil steil aufgerichtet. Es überwiegen tonig-kalkige Gesteine, Kalksteine und Sandsteine der Muschelkalk-, Keuper- und Kreidezeit, die großflächig von Löß sowie örtlich von tertiärzeitlichen Sanden und Tonen überdeckt werden. Leitböden sind: mäßig frische bis frische, basenarme bis basenreiche Parabraunerden, Ranker, Rendzinen und Pararendzinen, Braunerden und wechselfeuchte Pseudogleye.

Elbsandsteingebirge (WGb 29)

Das Elbsandsteingebirge und Bereiche im Zittauer Gebirge bestehen aus marinem feinkörnigem Sandstein der älteren Oberkreidezeit. Durch Verwitterung entstanden die markanten Tafelberge, freistehende Felstürme und steil eingeschnittenen Täler der Sächsischen Schweiz, die sich in südöstlicher Richtung nach Tschechien fortsetzen.

A.2.2.3 Landschaften der Erdneuzeit (Tertiär und Quartär)

Tertiäre Hebungsgebiete (Deutsche Alpen)

Die Deutschen Alpen (WGb 82) als schmaler Streifen der Nördlichen Kalkalpen bestehen aus Gesteinen, die im alpidischen Ablagerungsraum entstanden sind. Nach ihrer Sedimentation wurden die Gesteine erst intensiv verfaltet und dann im Verlauf der Kollision zwischen der Europäischen Platte und der Afrika nördlich vorgelagerten Adria-Platte in der Kreide- und Tertiärzeit über jüngere Gesteine nach Norden geschoben. Seit dem Jungtertiär bis heute werden die Alpen (bis 1 mm/Jahr) herausgehoben. Kreidezeitliche kalkige und sandige Sedimente des Helvetikums bilden die Voralpenberge (WBz 82.2; 82.3). Südlich schließt sich die Flyschzone aus tonig-mergeligen bis sandig-kalkigen Bänken der Kreidezeit an, die sich zu mächtig hohen bewaldeten Bergen mit weichen Formen am Alpenrand entwickelt haben.

Die schroffen stark herausgehobenen Felsen der eigentlichen Kalkalpen (WBz 82.6) bestehen überwiegend aus sandigen und kalkigen Sedimentgesteinen der Unteren und Mittleren Trias bis zum Jura. Hierzu gehören der Wetterstein-Kalk (Zugspitze und Wendelstein, Teile des Kaisergebirges), der Hauptdolomit und der Dachstein-Kalk. Südlich schließen sich die Zentralalpen mit Gesteinen des Altpaläozoikums an. Typisch ist in den Hochlagen ein engräumiger Wechsel von meist flachgründigen lehmig-steinigen bis grusigen Böden unterschiedlicher Wasser- und Nährstoffversorgung. Hierzu gehören: Gesteinsrohböden, Skelett- und Fels-Humusböden, Festgesteins- und Lockersyroseme, Ranker, Pararendzinen und Rendzinen sowie grobbodenreichen Braunerden. Mit zunehmender Höhe verlieren die Bodeneigenschaften gegenüber den kleinklimatischen Einflüssen an Gewicht.

Senkungsgebiete der Tertiär-Zeit

In der Tertiärzeit entstanden eine Reihe von Senken, die mit marinen und fluviatilen tonig-sandigen und seltener kalkigen Sedimenten gefüllt wurden und die häufig Braunkohlen-Flöze enthalten. In den meisten Fällen werden diese von quartären fluviatilen oder äolischen Sedimenten überlagert. Zu diesen Senken gehören: das Bayerische Molasse-Becken, der Oberrhein-Graben, das Mainzer Becken, die Niederrheinische Bucht, die nordhessischen und südniedersächsischen Senken, das Thüringer Becken, das nördliche und östliche Harzvorland, die Leipziger Tieflandsbucht, die Nieder- und die Oberlausitz sowie einzelne kleinflächige Senkungsgebiete.

Bayerisches Molasse-Becken

Das Bayerische Molasse-Becken (WGb 81, WBz 82.1, 82.2) ist Teil eines Schutttroges am Nordrand der Alpen, der aus bis zu 5.000 m mächtigen Meerwasser- und Süßwassersedimenten aufgebaut ist. Dieser setzt sich im Schweizer Mittelland und nach Niederösterreich zum Wiener Becken hin fort. Die tertiären tonig-sandigen, selten kalkigen und zum Teil verfestigten Sedimente werden von bis zu 150 m mächtigen eiszeitlichen Ablagerungen überdeckt. Alpengletscher haben im Verlauf ihrer Vorstöße nach Norden bis zur Mitte des Molassebeckens großflächig Moränen und Schotterkörper hinterlassen (Würm-, Riss-, Mindel- und Günz-Vereisung). Zu den Zeugnissen der Kaltzeiten zählen auch die zahlreichen Seen des Alpenvorlandes. Nördlich der Eisablagerungen schließen sich großflächig Löß- und Lösslehmfächen bis zur Donau an.

Oberrhein-Graben

Der ca. 300 km lange und 35 km breite Oberrhein-Graben (WGb 65) ist in einer Mächtigkeit von 2.000–3.000 m mit ähnlichen Süßwasser- und Meerwasser-Sedimenten der Tertiärzeit wie das Molasse-Becken gefüllt. Diese sind in unterschiedlicher Mächtigkeit von fluviatilen und äolischen quartären Sedimenten überdeckt. Der Graben ist Teil einer Schwächezone, die Europa vom Mittelmeer bis nach Norwegen durchzieht. Am Nordende findet der Graben im Mainzer Becken

und in den nordhessisch-südniedersächsischen Tertiär-Senken bis zum Westrand des Harzes eine Fortsetzung. Diese Senken sind überwiegend kleine Einbruchgräben, gefüllt mit tertiären Sedimenten und einer geringmächtigen Lößüberdeckung.

Niederrheinische Bucht und Niederrheinisches Tiefland

Die Niederrheinische Bucht (WGb 43)/ Niederrheinisches Tiefland (WGb 42) zwischen Bonn im Süden und Nimwegen (Niederlande) im Norden ist ein zwischen 200 m und 1.400 m eingetieftes Becken, das in unterschiedliche Nordwest – Südost verlaufende Bruchschollen gegliedert ist. In ausgedehnten Küstensümpfen entstanden in der Tertiärzeit mächtige Braunkohlenlager, die zum Teil abgebaut werden. Das Becken ist mit tertiären fluviatilen und marinen Sanden und Tonen gefüllt. Die bis zu 30 m mächtige quartäre Deckschicht besteht aus kiesig-sandigen Ablagerungen des Rheins und der Maas, sowie ihrer Zuflüsse, aus Löß und Flugsand sowie aus saalezeitlichen glazialen Sedimenten nordöstlich der Linie Düsseldorf-Krefeld-Goch.

Senkungsgebiete nördlich und östlich des Harzes sowie im Thüringer Becken

Nördlich und östlich des Harzes sowie im Thüringer Becken (WGb 34) befinden sich weitere Tertiär-Vorkommen mit geringer Ausdehnung und mittlerer Mächtigkeit. Sie sind durch Sedimentation nach Salz-Auslaugung im Untergrund und Abwanderung von zechsteinzeitlichen Salzen entstanden. Die marinen und fluviatilen Sedimente (überwiegend Sande, Kiese, Tone) enthalten Braunkohlenflöze. Zu diesen Vorkommen zählen: Die Doppelmulden von Helmstedt, Oschersleben und Egel, Mulden am Ascherslebener Sattel, die Oberröblinger Senke, das Geiselatal südlich Halle, kleinere Senken in Ostthüringen, kleinere Becken im Bereich Bad Frankenhausen und am Kyffhäuser.

Leipziger Tieflandsbucht, Niederlausitz) und Oberlausitz

Am Nordrand des Böhmisches-Mitteldeutschen Festlandgebietes sind in der Leipziger Tieflandsbucht (WGb 32), der Niederlausitz (25) und der Oberlausitz (28) meist großflächig tertiäre eng verzahnte marine und fluviatile Sande und Tone abgelagert worden. Durch Auslaugungen, Hebungen und Verwerfungen sowie glazigene Deformationen sind die Ablagerungen stark gegliedert. Der Abbau der Braunkohlen-Lagerstätten findet vor allem im Weißelster-Becken südlich Halle, im Bitterfelder Lagerstättenbezirk südlich Dessau, in mehreren Abbaugebieten der Niederlausitz um Cottbus herum sowie im Zittauer (WBz 22.10) Becken und im Berzdorfer Becken bei Görlitz statt und ist örtlich bereits abgeschlossen. In der Leipziger Tieflandsbucht sind die tertiären Sedimente vor allem mit Löß und weiter nach Osten mit elster- und saalezeitlichen glazialen Sedimenten überdeckt. Diese Bereiche weisen das typische Bodenmuster der altpleistozänen Landschaften (siehe dort) auf.

Tertiäre und quartäre Vulkangebiete

Deutschland wird von der Westeifel bis nach Görlitz von einer West-Ost verlaufenden Zone mit jüngeren Vulkanen durchzogen, die örtlich landschaftsprägend sind. Zu diesen Gebieten zählen: Vulkaneifel (WGb 45), Neuwieder Becken (WBz 46.2), Siebengebirge WBz 41.6), Westerwald (WGb 47), Vogelsberg (WGb 50) und Knüll (WBz 37.18), Meißner (WBz 37.14) und Habichtswald (WBz 38.5), Einzelvorkommen in Nordhessen, Westfalen und Südwestniedersachsen, Basalt-Röhn (WGb 51) sowie große Vorkommen im Erzgebirge und in der Lausitz. Hierzu gehören Pöhlberg, Scheibenberg, Bärenstein, Geising-Berg, Großer Winterberg sowie der Burgberg von Stolpen. Im Zittauer Gebirge (WGb 27) und dessen Vorland sind die Vulkan-Vorkommen Lausche, Hochwald, Löbauer Berg und Landeskronen landschaftsbildend. Weitere Gangfüllungen, mit Basalt gefüllte Schlote und Tuffe finden sich bei Gerolzhofen in Franken, bei Coburg, Bamberg, Kemnath, im östlichen Fichtelgebirge (WGb 57) sowie in der Oberpfalz (WBz 58.1) bei Marktredwitz und Weiden. In Süddeutschland finden sich

Einzelvorkommen im Bereich des Odenwaldes (WGb 64). Die Vulkane des Hegau (WBz 77.4) und der Kaiserstuhl (WBz 65.18) sowie dazwischen liegende Vulkanvorkommen liegen auf einer Bruchzone zwischen Oberrhein-Graben und Bodensee. Südlich von Stuttgart liegt bei Bad Urach ein weiteres Vorkommen mit mehr als 300 Tuffschloten und einigen Maaren.

Die vorherrschenden Gesteine sind Basalte und andere alkalireiche Vulkanite, die sich zu nährstoffreichen Böden entwickeln. Häufig sind kleinflächig eutrophe Bodendecken aus Fließerden mit Löß und Basaltverwitterungsmaterial entstanden.

Plleistozän geprägtes Norddeutsches Tiefland (WGb 1–16)

Untergrund: Die metamorphen und magmatischen präkambrischen Gesteine des Fennoskandischen Schildes bilden vermutlich den tiefen Untergrund des Norddeutschen Tieflandes in mehreren Kilometern Tiefe. Diese kristallinen Gesteine werden von Ablagerungen des Erdalters überlagert. Besonders mächtig sind vulkanische Gesteine und mit Steinsalz durchsetzte Sedimente der Permzeit in einer Mächtigkeit bis zu 2.000 m. Vor allem während des Zechsteins, zum Abschluss der Permzeit entstanden sehr mächtige Kali- und Steinsalzlager, die seit dem Erdmittelalter durch Wanderungs- und Auftriebsbewegungen in Form von Salzkissen, Salzmauern, Salzdomen und Diapiren die überlagernden Gesteinsschichten aufwölben und durchbrechen. Mehr als 200 derartige zum Teil heute noch aktive Salzstrukturen sind bekannt.

Über den Salzschieben lagern Sedimente der Trias- und Jurazeit, etwa 2.000 m mächtige sandige und kalkige Ablagerungen der Kreidezeit sowie ca. 3.000 m mächtige Sande und Tone des Tertiärs. Das Norddeutsche Tiefland wird fast flächendeckend von unterschiedlich mächtigen glazialen, fluviatilen und äolischen Ablagerungen des Quartärs bedeckt.

Über Quarzsanden, die vor der Inland-Vereisung von Flüssen aus dem heutigen Skandinavien abgelagert wurden, stehen Sedimente der verschiedenen Vereisungsphasen mit zwischengeschalteten warmzeitlichen Sedimenten an, die sich mit den kaltzeitlichen Ablagerungen im Alpenvorland korrelieren lassen.

Altpleistozän: Von den älteren Kaltzeiten (Altpleistozän, 2,4 Mill. bis 330.000 Jahre vor heute) sind nur noch Ablagerungen der Elster-Kaltzeit nachzuweisen. Damals drangen die nordischen Gletscher bis an den Rand der Mittelgebirge vor. Sande, Kiese und Moränenmaterial dieser Zeit finden sich vor allem in den bis zu 500 m tiefen, einige Kilometer breiten und bis zu mehrere 100 Kilometer langen Nord-Süd verlaufenden Rinnen, die durch Tiefenerosion entstanden sind.

Mittelpleistozän (WGb 11–16): Während des Mittelpleistozäns (330.000 bis 130.000 Jahre vor heute), das in Norddeutschland als Saale-Glazial mit Drenthe- und Warthe-Stadium bezeichnet wird, kam es zu drei bis fünf verschiedenen Vorstoßphasen, die häufig durch zwischengeschaltete Schmelzwassersande getrennt sind. Die Gletscher drangen während der älteren Eisvorstöße (Drenthe-Stadium) bis an den Niederrhein und den nördlichen Mittelgebirgsrand vor. Großflächig lagerten sich Grundmoränen, Stauchendmoränen, Schmelzwassersande und Bändertone ab.

Jungpleistozän (WGb 1–10): Während der Weichsel-Kaltzeit (110.000 bis 10.000 Jahre vor heute) haben nordische Gletscher die Elbe nicht mehr überschritten. Vier Eisvorstöße (Brandenburger-, Frankfurter-, Pommerscher-, und Mecklenburger Vorstoß) führten in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein zu unterschiedlich alten nach Norden gestaffelten Grund- und Endmoränen, Beckenabsätzen und Schmelzwassersanden mit jeweils typischen Landschaftselementen. Endmoränen und Sander bauten flache Höhenrücken auf, Moränen bildeten flachwellige Ebenen und Kuppenlandschaften. Die Entwässerung der Eisvorstöße führte zu breiten vorgelagerten Urstromtälern mit eiszeitlichen Flussablagerungen.

Spätpleistozäne und holozäne Überformung der Landschaften

Periglaziale Deckschichten: In den nicht vergletscherten Bereichen herrschte während der Kaltzeiten ein Klima, das in etwa dem heutigen Tundren- und Kaltsteppenklima entspricht. Im jahreszeitlichen Wechsel zwischen Gefrieren und Tauen in den oberen Gesteinsschichten entstanden über einem Dauerfrostboden typische Erscheinungsformen dieses Klimaraumes.

Vor allem im Bergland entstanden Soliflukts- und Solimixtionsdecken als 0,5 bis >2 m mächtige mehrgliedrige Lockergesteinslagen, die sich in Basislage(n) (Präalleröd), Mittellage(n) (Präalleröd), Hauptlage (Jungtundrenzeit) und Oberlage (meist Holozän) unterteilen lassen. Ferner kam es zu Abschwemmungsvorgängen, zur Bildung äolischer Deckschichten und zur Ablagerung fluviatiler Sedimente.

Die Basislage ist eine meist unmittelbar dem Festgestein aufliegende Lockergesteinsdecke, die sich aus den anstehenden bzw. hangaufwärts vorkommenden Festgesteinen entwickelt hat. Sie ist überwiegend frei von äolischen Komponenten, enthält nicht selten lehmige Verwitterungskomponenten und ist dann verfestigt und verdichtet. Je nach Ausgangsgestein kann die Zusammensetzung sehr verschieden sein. Mehrere Basislagen können übereinander vorkommen.

Die Mittellage tritt im Hangenden der Basislage in erosionsgeschützten Positionen wie z.B. Verebnungen auf und enthält deutlich erkennbare lößbürtige Komponenten. Häufig ist auch diese Lage schwach verdichtet und besitzt Relikte älterer Bodenbildungen. Örtlich können mehrere Mittellagen übereinander auftreten. Häufig haben sich aus Hauptlage über Mittellage basenarme bis mäßig basenreiche frische Parabraunerden und Pseudogley-Parabraunerden entwickelt.

Die Hauptlage im Hangenden der Mittel-, bzw. der Basislage(n) oder über anstehendem Festgestein ist im Bergland fast überall in einer Mächtigkeit zwischen 0,5 und 0,7 m ausgebildet. Stets enthält sie äolisches Material. Sie ist in der Regel deutlich lockerer gelagert als die unterlagernden Fließerden und bildet im Bergland die Hauptwurzelzone der Waldbäume (Bv-Horizonte der flächenhaft deutlich dominierenden Braunerden).

Im Hangenden der Hauptlage können weitere Lagen auftreten, die als Oberlage(n) bezeichnet werden. Sie sind vor allem an den Rändern klippenbildender Gesteine und Felsdurchragungen verbreitet und enthalten überwiegend grobkörnigen Gesteinsschutt in stark wechselnder Mächtigkeit. In basenarmen Lagen bilden sich häufig Ae-Horizonte von Schuttpodsolen. Die entsprechenden Illuvialhorizonte des Podsoles folgen dann in der unterlagernden Hauptlage.

Fluviatile und äolische Sedimente der Periglazialräume

In den großflächigen und nicht vom Eis bedeckten Periglazialräumen lagerten die Flüsse während der Kaltzeiten Sand und Kies in großer Mächtigkeit ab, die je nach Alter in Haupt-, Mittel- und Niederterrasse eingestuft werden. Den Abschluss der kaltzeitlichen Terrassenablagerungen in den Flusstälern bilden die Hochflutlehme und -sande. Auch diese sind häufig im Periglazialmilieu beeinflusst worden. Diese Flusssedimente der ausklingenden Weichselzeit haben häufig mehrere Bodenbildungsphasen durchlaufen. Während sie ursprünglich deutlich grundwasserbeeinflusst waren (Tundrenogleye) entwickelten sie sich im Verlauf des Holozäns als Folge eines größeren Grundwasserflurabstandes meist zu Sickerwasserböden (Braunerden und Parabraunerden).

Große Bereiche wurden mit Windablagerungen (Löß, Sandlöß (Flotssand) und Flugsand) überdeckt. Ursprünglich waren große Bereiche der Mittelgebirge mit äolischen Deckschichten überzogen, Reste finden sich in Senken, Plateau- und Verebnungslagen (Bliesgau).

Löße, Lößlehme und Sandlößgebiete sind in zahlreichen Regionen Deutschlands verbreitet. Aus waldbaulicher Sicht ist vor allem die besonders hohe nutzbare Wasserspeicherkapazität dieser Substrate von Bedeutung. Diese Sedimente haben sich zu Pararendzinen (Erosionslagen), Para-

braunerden, Fahlerden, Braunerden, Tschernosemen (Regenschattengebiete) und örtlich zu Pseudogleyen entwickelt.

Von Bedeutung sind folgende Gebiete: Bayerische Molassebecken südlich der Donau zwischen Regensburg und Passau und als langgezogener Saum nach Westen bis Ulm und Augsburg, Bereiche Mainfrankens, südlicher Oberrhein-Graben, nordhessisch-südniedersächsische Senke, Kölner Bucht, Südrand des Norddeutschen Tieflandes mit den Hängen und Talflanken der südlich angrenzenden Berg- und Hügelländer (Bereich von Aachen bis zum Lausitzer Bergland), Subherzynisches- und Thüringer Becken, Leipziger Tieflandsbucht, Beckengebiete im Rheinischen Schiefergebirge, Kraichgau, Bereiche im Süddeutschen Schichtstufenland sowie Teilgebiete mit Gesteinen des Perm und des Buntsandsteins zwischen Harz und Schwarzwald. Im Altmoränengebiet des Norddeutschen Tieflandes, vor allem an den südlichen Rändern wurde bevorzugt kalkfreier Sandlöß (Flotssand) in Decken bis 1 m Mächtigkeit abgelagert (Fläming, Altmark).

Flugsanddecken in einer Mächtigkeit von 1–2 Metern sind auf höher gelegenen Flächen des norddeutschen Altmoränengebietes (Geestflächen, Randlagen der Urstromtäler) sowie auf den pleistozänen Terrassenebenen und Tertiärsand-Gebieten weit verbreitet. Örtlich sind diese zu Dünenzügen aufgeweht. Vor allem an der Ostseite (z.T. auch Südseite) größerer Flüsse sind langgezogene Bereiche mit spätpleistozänen und holozänen Flugsandaufwehungen, häufig als Dünenzüge, entstanden. Außerhalb des Grundwassereinflussbereiches entwickelten sich Podsole und basenarme Braunerden sowie örtlich Regosole. Wird der Flugsand von undurchlässiger Grundmoräne unterlagert, haben sich Pseudogleye entwickelt. Für den Waldbau ist vor allem die Wasserspeicherkapazität dieser überwiegend sehr nährstoffarmen Sedimente von Bedeutung. Während grobsandige und überwiegend mittelsandige Flugsanddecken nur eine geringe Wasserspeicherkapazität besitzen, erreichen Flugsande aus feinsandigem Mittelsand, mittelsandigem Feinsand und aus schluffigen Sanden hohe Wasserspeicherkapazitäten, die zum Teil mit denen der Lössen vergleichbar sind.

Während der 20.000 bis 30.000 Jahre andauernden Warmzeiten (Holstein- und Eem-Interglazial) wurden überwiegend fluviatile und limnische Tone, Sande und Torfe abgelagert.

Norddeutsches Moränengebiet

Das Norddeutsche Tiefland lässt sich grob in das weichselzeitliche Jungmoränengebiet (WGb 1–10) und das süd- und südwestwärts anschließende saale- und elsterzeitliche Altmoränengebiet (WGb 11–16) untergliedern. Im Westen reicht das Altmoränengebiet bis zur Veluwe westlich von Arnheim (Niederlande); im Osten zieht die Altmoränenlandschaft als 100 bis 200 km breites Band weiter in östlicher Richtung durch Polen. Im Altmoränengebiet überwiegen basenarme bis sehr basenarme Standorte mit engräumig wechselndem Wasserhaushalt. Typische Böden sind: Parabraunerden, Braunerden, Podsole, Pseudogleye, Gleye, Nieder- und Hochmoore.

Das Jungmoränengebiet weitet sich nach Osten zwischen Ostseeküste und den Altmoränenflächen im Süden auf eine Breite von 300 km aus. Lediglich im jung-weichselzeitlichen Vereisungsgebiet (pommerscher Eisvorstoß) findet sich noch eine wenig veränderte Glaziallandschaft mit von Grundmoränen überdeckten flachwelligen Ebenen und Kuppen-Landschaften sowie Höhenrücken, die aus Endmoränen und Sandern

aufgebaut sind. Diesen sind jeweils Urstromtäler vorgelagert, die nach Nordwesten und Westen entwässerten und zum Teil auch heute noch entwässern. Folgende Leitböden sind typisch: überwiegend basenreiche bis mäßig basenhaltige Parabraunerden, Fahlerden, Pseudogleye, Braunerden und Gleye sowie sehr basenarme Podsole.

Holozän

In der ausklingenden Weichselkaltzeit und dem beginnenden Holozän kam es zu einem raschen Anstieg der Temperatur, des Meeresspiegels und der jährlichen Niederschläge. Der Dauerfrostboden taute auf und die restlichen Toteisbereiche der Jungmoränenlandschaften in Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein schmolzen. Der Nordseespiegel stieg seit 12.000 Jahren vor heute um 90 m, entsprechend verschob sich die Küstenlinie landeinwärts. Pleistozäne Sedimente und Landoberflächen wurden erst von Torfen und fluviatilen/äolischen Sedimenten und dann von marinen Sedimenten und von Brackwassersedimenten überlagert. Hierzu zählen Strand-sande, Wattsedimente und Brackwassersedimente, die am (pleistozänen) Geestrand auskeilen und bis zu 30 m mächtig werden können. Durch Eindeichungen hat der Mensch in diesen Sedimentationsprozess eingegriffen. Der Bereich zwischen den amphibischen Watten und dem Geestrand (Marschenlandschaft) umfasst einen Streifen von meist wenigen 100 Metern bis mehreren Kilometern, im Mündungsbereich von Weser und Elbe greifen diese Sedimente bis zu 80 km ins Binnenland hinein.

In zahlreichen abflusslosen Becken und Hohlformen entstanden bereits während der abklingenden Kaltzeit limnische Sedimente, Tone, Schluffe, Sande, Seekreiden und Mudden. Auch die Torfbildung setzte bereits im Boreal ein. Als Folge des Meeresanstiegs bildete sich ein Rückstau in den Flusstälern. Dort begann ebenfalls eine großflächige und tiefgreifende Vermoorung mit Mudden-, Seekreiden- und Niedermoorortorfbildung. Seit dem Atlantikum begann verstärkt das Hochmoorwachstum. Vor allem westlich der Elbe entstanden nun ausgedehnte Moore, die rund 10% der Landfläche Niedersachsens (Nieder- und Hochmoore) bedecken. Die Hochmoore sind überwiegend der Torfindustrie zum Opfer gefallen, die Niedermoore sind meist entwässert bis teilentwässert und werden landwirtschaftlich genutzt.

Die Flüsse schnitten sich in die weichselzeitliche Niederterrassenebene ein und schufen Talauen mit mäandrierenden Flussläufen. Vor allem die überregionalen großen Flusslandschaften an der Donau und ihren südlichen Zuflüssen, am Oberrhein, am unteren Main, am Niederrhein, an Ems, Weser, Elbe, Havel, Spree und Oder besitzen großflächige spätpleistozäne und holozäne Sedimentdecken mit frischen bis feuchten meist basenreichen Auenböden, Gleyen, Parabraunerden und Braunerden.

Der Mensch griff vor allem seit der Jungsteinzeit als Ackerbauer durch Rodungen in die Naturlandschaften ein. Dies führte zu großflächigen Erosionen der periglazialen und glazialen Deckschichten und zur Akkumulation in Hohlformen und Hangfußlagen (Kolluvien) sowie in den Flusstälern als Auensand- und Auenlehm. Durch die Gewinnung von Bodenschätzen im Tagebau schuf der Mensch neue Landschaften mit Aufschüttungsböden und Baggerseen, die vor allem in der Lausitz und am Niederrhein größere Flächenanteile einnehmen.