

Die Böden des Kantons Thurgau : eine Übersicht

Autor(en): **Presler, Jiri / Zürrer, Martin / Kaufmann, Geri**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft**

Band (Jahr): **61 (2006)**

PDF erstellt am: **16.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-593944>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Böden des Kantons Thurgau – Eine Übersicht

JIRI PRESLER, MARTIN ZÜRRER, GERI KAUFMANN

Mitt. thurg. naturf. Ges.	61	44 Seiten	47 Abb. 3 Tab.	– Tafeln	Frauenfeld 2006
---------------------------	-----------	--------------	-------------------	-------------	-----------------

1.	WIE DER BODEN ENTSTEHT	24
1.1	Einführung	24
1.2	Die Ausgangsgesteine als Basis	24
1.3	Das lokale Klima	25
1.4	Die natürlichen Geländeformen	26
1.5	Lebewesen	26
1.5.1	Flora und Fauna	26
1.5.2	Der Mensch und die Bodennutzung	26
1.6	Die Dauer der Bodenbildung	27
1.7	Merkmale der Bodenbildung	27
2.	DIE BODENÜBERSICHTSKARTE DES KANTONS THURGAU	31
2.1	Einleitung	31
2.2	Datenbasis für die Bodenübersichtskarte	32
2.2.1	Bodenkundliche Archivdaten	32
2.2.2	Bodenkundliche Daten der Nachbarkantone	32
2.2.3	Neue bodenkundliche Aufnahmen	32
2.2.4	Bodeneignungskarte der Schweiz	32
2.2.5	Geologische Übersichtskarte des Kantons Thurgau	32
2.2.6	Karte der Waldstandorte im Kanton Thurgau	33
2.2.7	Weitere digitale Daten	33
2.3	Generelles Vorgehen	33
2.4	Bodenregionen	34
2.5	Zuordnung der bodenkundlichen Informationen	37
2.5.1	Bodenklassifikation	37
2.5.2	Bodenmuster – bodenkundlicher Inhalt der Kartenpolygone	39
2.5.3	Definition und Zuordnung der Bodenmuster	39
3.	DAS BODENSPEKTRUM IM KANTON THURGAU	41
3.1	Gesamtüberblick	41
3.2	Böden der Ebenen und Talsohlen	45
3.2.1	Bodenregion 1: Böden aus Schotter und sandig-kiesigen Alluvionen	45
3.2.2	Bodenregion 2: Böden aus feinkörnigen Alluvionen	47
3.3	Böden der Talmulden und Akkumulationslagen	49
3.3.1	Bodenregion 3: Böden aus Verlandungsbildungen	49
3.4	Böden der Moränegebiete	51
3.4.1	Bodenregion 4: Böden aus Grundmoräne	51
3.4.2	Bodenregion 5: Böden aus locker gelagerter Moräne	53
3.4.3	Bodenregion 6: Böden der Drumlinlandschaften	55
3.5	Böden der Übergangsgebiete Moräne/Molasse	57
3.5.1	Bodenregion 7: Böden aus Moräne- und Molassegestein	57
3.6	Böden der Molassegebiete	59
3.6.1	Bodenregion 8: Böden aus Molassegestein	59
3.7	Böden auf Bachschuttfächern	61
3.7.1	Bodenregion 9: Böden aus Bachschutt	61
3.8	Anthropogen stark veränderte Böden	62
3.8.1	Bodenregion 10: Anthropogen veränderte Böden	62
4.	SCHLUSSWORT	63

1 WIE DER BODEN ENTSTEHT

1.1 EINFÜHRUNG

Wie im Beitrag vom C. Lüscher (Seite 7 bis 18) dargestellt, ist der Boden eine äusserst komplexe, multifunktionale und für das Leben unentbehrliche Grundlage.

Böden sind durch das Zusammenwirken von Klima, Relief und Lebewesen im Laufe der Zeit aus dem Ausgangsgestein als Produkt der bodenbildenden Prozesse entstanden (Abbildung 1). Da diese Faktoren der Bodenbildung (Standortfaktoren) von Ort zu Ort verschieden sind, können die Bodeneigenschaften bereits kleinräumig stark variieren.

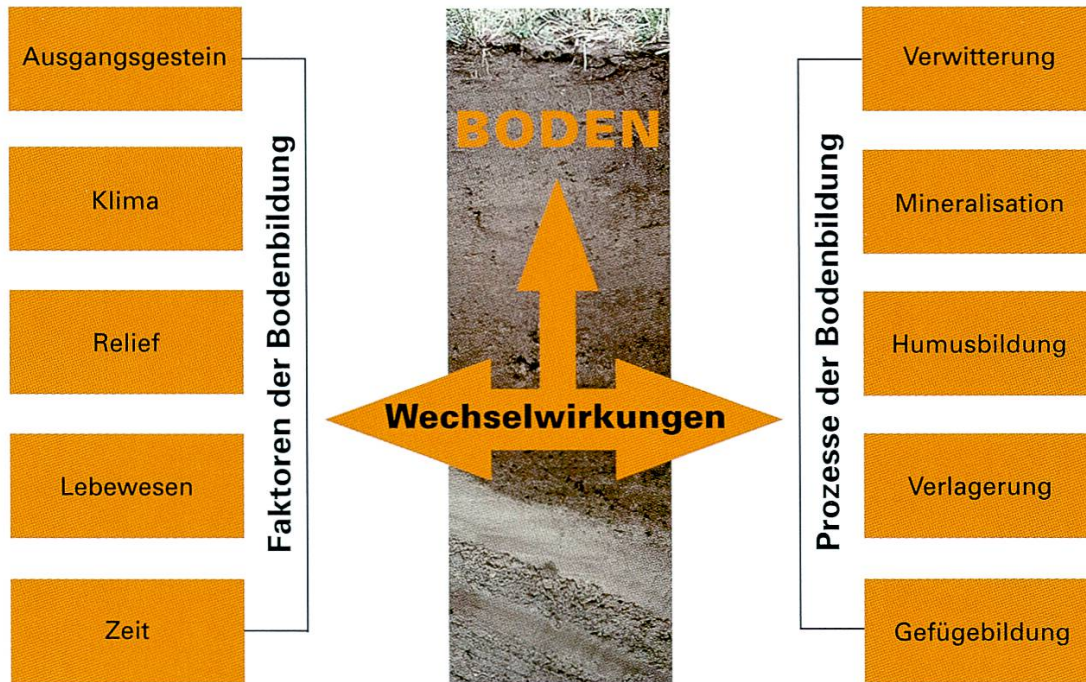


Abbildung 1: Böden entstehen als Produkte von komplexen Wechselwirkungen zwischen Faktoren und Prozessen der Bodenbildung.

1.2 DIE AUSGANGSGESTEINE ALS BASIS

Die an der Oberfläche anstehenden Gesteine bilden das mineralische Ausgangsmaterial für die Bodenbildung. Je nach ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften weisen sie eine unterschiedliche Resistenz gegenüber physikalischer und chemischer Verwitterung auf.

Infolge der relativ kurzen Bodenbildungszeit von wenigen tausend Jahren seit der letzten Eiszeit, werden die Böden im Kanton Thurgau noch stark durch die chemischen und physikalischen Eigenschaften des mineralischen Ausgangsmaterials geprägt.

Im Kanton Thurgau sind die heutigen Böden vorwiegend aus karbonathaltigen, eiszeitlichen (pleistozänen) und nacheiszeitlichen (holozänen) Lockergesteinsablagerungen (Moräne, Schotter, Alluvionen) sowie aus tertiären Festgesteinen der Molasse (Sandsteine, Konglomerate, Mergel) entstanden. Lokal begrenzt kommen auf kleinen Flächen auch Torf, Kalktuff sowie Seekreide als Ausgangsmaterial für die Bodenbildung

vor.¹ Durch die Transport- und Umlagerungsprozesse sind Lockergesteine bereits mechanisch aufgearbeitet. Sie weisen eine grosse spezifische Oberfläche auf und sind somit den bodenbildenden Prozessen relativ leicht zugänglich. Da die leicht löslichen Salze schon während der Umlagerung der Lockergesteine weitgehend ausgewaschen wurden, wird die chemische Verwitterung in der ersten Phase der Bodenbildung, die je nach Gehalt an Karbonatgesteinen und den vorherrschenden Standortbedingungen Tausende von Jahren dauern kann, durch die Entkarbonatisierung² dominiert. So lange Karbonate in der Bodematrix vorhanden sind, wird der pH-Wert (Säuregrad) des Bodens im neutralen Bereich gepuffert. Im Kanton Thurgau sind die «jüngeren» Böden oft noch bis zur Oberfläche karbonathaltig. Bei den übrigen Böden ist in der Regel, zumindest im Oberboden, die Entkarbonatisierung abgeschlossen.

1.3 DAS LOKALE KLIMA

Die Temperatur und die Niederschläge steuern direkt die Bodenbildungsprozesse wie Verwitterung, Humusbildung und Umlagerung von Stoffen (vgl. Abbildung 1). Das Klima wirkt sich auch indirekt über die Vegetation auf die Bodenbildung aus.

Entsprechend der geographischen Lage zwischen dem Bodensee im Norden und dem Hörnlimassiv im Süden erstreckt sich das Kantonsgebiet zwischen der kollinen und der montanen Klimastufe. In Anlehnung an Schmider (SCHMIDER et al. 2003) können die einzelnen Klimastufen im Kanton Thurgau wie folgt kurz charakterisiert werden:

kollin (Weinbaustufe)	Jahresmitteltemperatur	8,5 bis 9 °C
	Jahresniederschlag	860 bis 1000 mm
	Vegetationsperiode	mindestens 250 Tage

Im Kanton Thurgau können kolline Klimaverhältnisse bis ca. 450 m ü.M. vorherrschen.

submontan	Jahresmitteltemperatur	7 bis 8,5 °C
	Jahresniederschlag	900 bis 1100 mm
	Vegetationsperiode	220 bis 250 Tage

Der flächenmässig grösste Teil des Kantons Thurgau befindet sich in dieser Klimastufe.

montan	Jahresmitteltemperatur	6 bis 8 °C
	Jahresniederschlag	1100 bis 1600 mm
	Vegetationsperiode	kürzer als 220 Tage

Weite Teile des Hörnlimassives sowie die oberen, gegen Norden exponierten Hangpartien des Ottenbergs, Rodenbergs und Wellenbergs werden klimatisch der montanen Stufe zugeordnet.

¹ Weiterführende Informationen zu den geologischen Verhältnissen im Kanton Thurgau sind den diesbezüglich spezifischen Publikationen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft zu entnehmen (SCHÄFLI 1999 und GEISSER 2003).

² Auflösung der karbonathaltigen Gesteine (Kalke, Dolomite, Mergel etc.) im Wasser. Die Löslichkeit der Karbonate steigt mit zunehmendem Partialdruck des Kohlendioxids im Wasser. Die Karbonatgesteine werden somit schneller unter kühlen Verhältnissen (höhere Kohlendioxidlöslichkeit) und unter Vegetation (höhere Kohlendioxidproduktion durch die Wurzeln sowie Atmung der Bodenlebewesen) aufgelöst, als auf warmen und vegetationsarmen Standorten.

1.4 DIE NATÜRLICHEN GELÄNDEFORMEN

Höhenlage, Geländeform, Geländeneigung und Exposition beeinflussen die Bodenbildung, indem sie die Wirkung von Schwerkraft, Klima, Gestein, Wasser und Lebewelt verändern (SCHACHTSCHABEL et al. 1998). So sind z.B. auf gleichem Ausgangsgestein in Kuppenlagen aufgrund des Wasserhaushaltes trockenere und weniger gründige Böden zu erwarten als in Muldenlagen; die geringe Sonneneinstrahlung auf schattigen Nordhängen bewirkt ein anderes Temperaturregime und einen anderen Wasserhaushalt als an sonnigen Südhängen. Während in Hanglagen die Böden erodiert werden, kann am Hangfuss das erodierte Material abgelagert werden.

Für weite Gebiete des Kantons Thurgau sind leicht gewellte Moränellandschaften mit Hügeln, Mulden und weitläufigen Hochplateaus charakteristisch. Anders präsentieren sich die aus Molassegesteinen aufgebauten Gebirgszüge – in den steilen Flanken wechseln tief eingeschnittene Erosionsrinnen mit felsdurchsetzten Rippen und Steilstufen ab. Eben bzw. leicht terrassiert sind die Flusstäler. Hier wirken sich bereits geringfügige Unterschiede im Kleinrelief auf die Bodeneigenschaften aus.

1.5 LEBEWESSEN

1.5.1 Flora und Fauna

Der Boden bildet mit Pflanzen und Tieren ein Wirkungsgefüge (Ökosystem), welches – falls durch den Menschen nicht beeinflusst – für jeden Standort charakteristisch ist.

Die Pflanzen beziehen ihre Nährstoffe und das Wasser aus dem Boden und stellen organisches Ausgangsmaterial zur Verfügung, aus dem Bodentiere und Mikroorganismen Huminstoffe bilden. Bodenlebewesen scheiden Säuren aus, welche die chemische Verwitterung des Gesteins beschleunigen.

Vor der Rodung durch den Menschen war das Kantonsgebiet praktisch flächendeckend bewaldet. Nur auf örtlich begrenzten Extremstandorten wie Felsen, steilen Blockschutthängen und entlang von Flüssen wurde der Wald von spezialisierten Pflanzengesellschaften zurückgehalten. Das potenzielle Vorkommen und die Verbreitung von natürlichen Waldgesellschaften im Kanton Thurgau sind in der vegetationskundlichen Standortskarte detailliert dargestellt und dokumentiert (SCHMIDER et al. 2003).

1.5.2 Der Mensch und die Bodennutzung

Der Mensch wirkt durch die Nutzung der Standorte für die Produktion von Nahrungsmitteln und die Gewinnung von Rohstoffen direkt auf die Böden ein. Er kann die Bodenentwicklung in eine neue Richtung lenken und die standorttypischen Bodeneigenschaften massgeblich verändern, durch Versiegelung die Bodenbildung zum Stillstand bringen oder sogar den Boden durch bauliche Massnahmen vollständig vernichten. Über die Veränderung der übrigen Bodenbildungsfaktoren (Klima, Vegetation etc.) beeinflusst der Mensch die Bodenentwicklung auch indirekt.

Durch den Menschen nicht beeinflusste Böden sind im Kanton Thurgau kaum vorhanden. Die landwirtschaftliche und waldbauliche Bodennutzung sind Gegenstand der Beiträge von U. Zihlmann (Seite 71 bis 76) und G. Schwager (Seite 83 bis 87) in dieser Publikation.

1.6 DIE DAUER DER BODENBILDUNG

Bei gleicher Ausprägung der bodenbildenden Faktoren ist der Entwicklungsgrad eines bestimmten Bodens direkt von der Zeit abhängig, in welcher die Prozesse der Bodenbildung ungestört einwirken konnten.

So wie im gesamten Alpenraum wurde auch im Kanton Thurgau die Bodenentwicklung während den verschiedenen Eiszeiten unterbrochen. Die Böden wurden entweder mit Geschiebe überdeckt oder erodiert und mit abfließendem Wasser weggetragen. Nach jedem Gletscherrückzug setzte die Bodenbildung praktisch wieder von neuem an.

In der jüngsten Eiszeit (Würm ca. 100'000 bis 13'000 J.v.h.) war das Kantonsgebiet weitgehend vergletschert. Zur Zeit des Würmmaximums, ca. 20'000 bis 18'000 J.v.h. waren lediglich die höheren Lagen des Hörnlimassivs nicht vom Gletscher bedeckt. Man kann aber davon ausgehen, dass auch in diesen Gebieten die Böden infolge Permafrost, Rutschungen und Solifluktion weitgehend abgetragen wurden.

Die jüngsten Böden befinden sich entlang der Flüsse, in Verlandungsgebieten und in Steillagen, die noch heute erodiert werden.

1.7 MERKMALE DER BODENBILDUNG

Die Prozesse der Bodenbildung ändern allmählich das Erscheinungsbild des Bodens. Aufgrund der Merkmale der Bodenbildung (nachfolgend Bodenmerkmale genannt) können die Bodenfachleute den aktuellen Bodenzustand qualitativ und z.T. auch quantitativ erfassen. Sie spielen eine wichtige Rolle bei der Klassifikation der Böden und somit auch bei der Erstellung von Bodenkarten. Um den bodenkundlich weniger versierten Lesern das Verständnis der folgenden Kapitel zu vereinfachen, werden in den folgenden Prozessen an ausgewählten Beispielen die Zusammenhänge zwischen den Bodenmerkmalen und den Bodeneigenschaften diskutiert.

Prozess Mineralisation und Humifizierung der organischen Substanz



In biologisch aktiven Böden wird die Streu (Blätter, Nadeln und andere abgestorbene Pflanzenreste) meist innerhalb eines Jahres abgebaut. Die Bodenlebewesen vermischen die organische Substanz mit dem mineralischen Bodenmaterial – es entsteht ein relativ mächtiger Oberboden (Ah-Horizont). Böden mit der Humusform «Mull» reagieren in der Regel schwach alkalisch bis schwach sauer.



Infolge reduzierter biologischer Aktivität wird der Abbau der Streu verlangsamt. Die Durchmischung der organischen Substanz mit den mineralischen Bodenbestandteilen lässt nach. Es bildet sich eine vermoderte organische Auflagegeschicht. Böden mit der Humusform «Moder» reagieren in der Regel schwach sauer bis sauer. Unter entsprechenden Standortverhältnissen (kalkhaltiges Ausgangsgestein, erhöhte Niederschläge, kühles Klima) kann der Boden auch unter Moderauflage neutrale Bodenreaktion aufweisen.



Der Abbau der Streu, die oft aus schwer abbaubaren Pflanzenresten besteht, wird in höheren Lagen unter dem Einfluss des kühlen Klimas und hoher Niederschläge stark gehemmt – es bilden sich mächtige organische Auflagehorizonte – sog. Rohhumus.

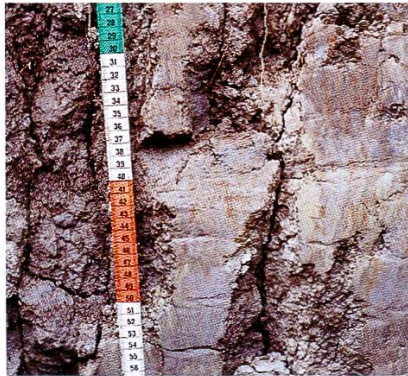
Infolge stark saurer Bodenreaktion werden Stoffe aus der obersten Bodenschicht ausgelöst und in tiefere Bodenschichten verlagert. Demzufolge erscheint der Boden unter der Rohhumusauflage oft hellgrau (gebleicht) – vgl. Prozess Stoffverlagerung.

Prozess Gefügebildung



Ein gut entwickeltes feinstrukturiertes Gefüge deutet auf eine intensive biologische Aktivität hin.

Böden, die ein Krümel- oder Subpolyedergefüge aufweisen, verfügen in der Regel über ein grosses Speichervermögen für Wasser und Nährstoffe.



In Bodenschichten, die ein grobes prismatisches Gefüge aufweisen, beschränkt sich das Bodenleben weitgehend auf den Bereich der Risse und den zwischen den einzelnen Aggregaten vorhandenen Hohlräumen – das Innere der Aggregate ist nur wenig belebt.

Grobe Bodenstrukturen kommen oft in tonreichen Bodensubstraten vor.

Prozess Redoxvorgänge



Die Farbe des Bodens wird stark durch die Oxidationsformen des Eisens und des Mangans beeinflusst.

Gleichmässig verteilte bräunliche Bodenfarbe lässt auf einen ausgeglichenen Wasser- und Lufthaushalt schliessen. Eisen und Mangan liegen in oxidiert Form vor.



Rostfleckung und punktuelle Anreicherungen (Konkretionen) von Mangan und Eisen deuten auf periodische Vernässung des Bodens hin.

Während Vernässungsphasen werden Eisen und Mangan reduziert und in Richtung trockenerer Bodenbereiche verlagert. Dort werden sie wieder oxidiert und fallen als Konkretionen und (Rost-) Flecken aus.



Grauefärbte Bodenmatrix, oft mit einem grünlich bläulichen Farbstich, ist in stark ver-
nässten Böden unter anderem auf reduzierte
Verbindungen des Eisens zurückzuführen.

Prozess Stoffverlagerung



Sekundäre, durch Prozesse der Bodenbildung
entstandene, weissliche Kalkausfällungen kom-
men oft unterhalb des Wurzelraumes vor.

Infolge eines höheren Partialdruckes des
Kohlendioxides im Bodenwasser (Atmung
der Bodenlebewesen) und der Ausschei-
dung von Säuren durch die Pflanzenwurzeln
werden in der Wurzelzone die Karbonate
aufgelöst. Unterhalb des Wurzelraumes
nimmt der Partialdruck wieder ab und die
Karbonate fallen aus.



Infolge langandauernder, schwach saurer Bo-
denreaktion und bei genügenden Niederschlä-
gen werden mehrwertige Kationen aus dem
Boden allmählich ausgewaschen. Die Tonpar-
tikel werden dispergiert, d.h. verkleinert und
in tiefere Bodenschichten verlagert. Die Bo-
denmatrix erscheint wegen der Verarmung
an Eisenoxiden hellbraun.



In tieferen Bodenschichten steigt die Kon-
zentration an mehrwertigen Kationen und
somit auch der pH-Wert.

Die Tonpartikel koagulieren, d.h. wachsen und
reichern sich an. Die Farbe der Bodenmatrix
ist infolge der Anreicherung von Eisenoxiden
dunkelbraun – die Tonverlagerung im Boden
ist ein kennzeichnendes Merkmal der Para-
braunerden.

Beeinträchtigung der Bodenentwicklung durch anthropogene Eingriffe



Die Nutzung des Bodens kann die natürliche Bodenentwicklung stark beeinflussen. Erfolgt die Nutzung nicht standortgerecht, kann die Bodenfunktion langfristig stark beeinträchtigt werden – wie z.B. durch den Schadstoffeintrag infolge der Nutzung als Schiessanlage.

(Das Foto zeigt einen mit Geschossen belasteten Boden.)



Eine den Standortverhältnissen nicht angepasste ackerbauliche Nutzung kann bei strukturell labilen Böden zur Verschlammung des Bodens führen. Ein verschlammter Boden ist stark anfällig für Bodenerosion – irreversible Bodenverluste sind unvermeidbar.



Oft mit der Absicht, die agrartechnologische Eignung der Böden zu verbessern, werden natürlich gewachsene Böden mit ortsfremdem Bodenmaterial überdeckt.

Die natürlichen, standorttypischen Bodeneigenschaften werden dadurch langfristig geändert.

2 DIE BODENÜBERSICHTSKARTE DES KANTONS THURGAU

2.1 EINLEITUNG

Mit der Bodenübersichtskarte des Kantons Thurgau wurde ein Inventar der vorkommenden Bodenformen erstellt. Es wurde das gesamte Kantonsgebiet (abzüglich der Siedlungsflächen) erfasst – insgesamt eine Fläche von 75'581 ha. Die Bodendaten sind im kantonalen Geographischen Informationssystem (ThurGIS) integriert und können nun für die Beantwortung von bodenrelevanten Fragestellungen effizient genutzt werden.

Die Bodenübersichtskarte fasst – stark generalisiert – Gebiete mit ähnlicher Ausprägung der bodenbildenden Faktoren in Kartenpolygonen zusammen, beinhaltet aber auch genaue punktuelle bodenkundliche Daten (Bodenprofilgruben, Aufschlüsse, Bohrungen). Während die Daten der stark generalisierten Kartenpolygone nur unter Berücksichtigung des

Kartierungsmaassstabs von 1:50'000 genutzt werden können³, liefern die punktuellen Daten eine maassstabsunabhängige und somit universell verwendbare Grundlage.

2.2 DATENBASIS FÜR DIE BODENÜBERSICHTSKARTE

2.2.1 Bodenkundliche Archivdaten

Die Bodenübersichtskarte basiert weitgehend auf Daten, die in früheren Projekten im Kanton Thurgau erhoben wurden (nachfolgend Archivdaten genannt). Die Zeitspanne der Erhebung der Archivdaten erstreckt sich über mehrere Jahrzehnte. Diverse Autoren, zum Teil unterschiedliche Fragestellungen der einzelnen Projekte und nicht zuletzt auch die mit der Zeit sich ändernden Kartierungs- und Klassifikationsmethoden haben dazu geführt, dass die Archivdaten heterogen sind. Um die Daten nutzen zu können, wurden sie geprüft, ergänzt und teilweise auf den heutigen methodischen Stand (PAYER et al. 1992) angepasst.

Insgesamt wurden 581 punktuelle Archiv-Bodenaufnahmen in die Bodenübersichtskarte integriert.

2.2.2 Bodenkundliche Daten der Nachbarkantone

Um das Kartierungskonzept besser abstützen zu können, wurde der Datensatz des Kantons Thurgau mit Bodenprofildaten aus den detaillierten Bodenkarten der Kantone Zürich und St. Gallen ergänzt.⁴ Verwendet wurden insgesamt 309 punktuelle Bodenaufnahmen. Diese Daten wurden jedoch nicht in die Schlussversion der Bodenübersichtskarte integriert.

2.2.3 Neue bodenkundliche Aufnahmen

Als «neue bodenkundliche Aufnahmen» werden Bohrungen und Bodenprofile bezeichnet, die gezielt für die Erarbeitung der Bodenübersichtskarte im Rahmen der Testphase und der eigentlichen Ausführungsphase aufgenommen wurden. Insgesamt sind dies 251 punktuelle Aufnahmen.

2.2.4 Bodeneignungskarte der Schweiz

Die Bodeneignungskarte der Schweiz (FREI et al. 1980) liegt flächendeckend im Maassstab 1:200'000 vor. Sie wurde vor allem in der Anfangsphase des Projektes als Orientierungshilfe bei der Erarbeitung des Kartierungskonzeptes verwendet.

2.2.5 Geologische Übersichtskarte des Kantons Thurgau

Die im Maassstab 1:50'000 vorliegende Geologische Übersichtskarte (NAEF und MÜLLER 1999) deckt ein breiteres Informationsspektrum ab, als eine klassische geologische Karte. So beinhaltet sie u.a. auch Angaben zu oberflächennahen Bildungen (Moore, Sümpfe), Deponien und Materialentnahmestellen sowie einige Informationen zu den oberflächennahen Schichten, wie z.B. die Attribute «drainiert», «abgetorft», «Auffüllung» und «alte Flussläufe».

Die Karte liegt im gleichen Maassstab vor wie die Bodenübersichtskarte und nimmt, wie später gezeigt wird, eine zentrale Stellung bei der Erarbeitung der Bodenübersichtskarte ein. Sie ist sowohl in Papierform als auch digital verfügbar.

³ 1 cm² auf der Karte entspricht einer Fläche von 25 ha in der Wirklichkeit.

2.2.6 Karte der Waldstandorte im Kanton Thurgau

Die Wälder des Kantons Thurgau sind vegetationskundlich im Massstab 1:5'000 flächendeckend kartiert (SCHMIDER et al. 2003). Zwischen der Waldvegetation und den Bodeneigenschaften bestehen Beziehungen, die bei der Erarbeitung der Bodenübersichtskarte nach Möglichkeit berücksichtigt wurden. Vor ihrer Verwendung als Grundlage für die Erstellung der Bodenübersichtskarte im Kleinmassstab wurde die digital vorliegende, sehr detaillierte Karte der Waldgesellschaften generalisiert, indem ähnliche Vegetationseinheiten zusammengefasst wurden.

2.2.7 Weitere digitale Daten

Das geographische Informationssystem der kantonalen Verwaltung (ThurGIS) stellte für die Erarbeitung der Bodenübersichtskarte zahlreiche digitale Grundlagen zur Verfügung, die an dieser Stelle nicht vollständig aufgelistet werden können. Es waren u.a. Luftbilder, topographische Karten, Angaben zum Gewässernetz und Drainagen sowie zu Wald- und Siedlungsgrenzen.

2.3 GENERELLES VORGEHEN

Die Grösse und die Form der Kartenpolygone, die Genauigkeit der Grenzen sowie die qualitative und quantitative Beschreibung der Bodeneigenschaften sind in einer kleinmassstäblichen Bodenübersichtskarte weitgehend vom gewählten Kartierungskonzept abhängig. Der Bodenübersichtskarte des Kantons Thurgau liegen die folgenden konzeptuellen Annahmen zu Grunde:

- Die Böden im Kanton Thurgau sind noch relativ jung. Ihre Bodeneigenschaften werden noch weitgehend vom Ausgangsgestein beeinflusst.
- In Anbetracht des Kartierungsmassstabes der Bodenübersichtskarte von 1:50'000 sind die vorkommenden Ausgangsgesteine in der «Geologischen Übersichtskarte des Kantons Thurgau» (NAEF und MÜLLER 1999) auch in oberflächennahen Schichten genügend präzise erfasst.
- Unter Waldvegetation entwickeln sich die Böden anders als unter landwirtschaftlicher Nutzung – Waldränder sind somit auch Grenzen der Kartenpolygone.
- Aufgrund der natürlichen Waldvegetation können bezüglich Bodenwasserhaushalt und Säuregrad extreme Böden identifiziert werden.
- Die detaillierte Karte der Waldgesellschaften des Kantons Thurgau (SCHMIDER et al. 2003) kann so generalisiert werden, dass sie als Grundlage für die Bodenübersichtskarte verwendet werden kann.

Das Kartierungskonzept baut auf den Erfahrungen aus der vorgeschalteten Testphase (ARGE AMBIO-GFELLER-PAZELLER 2002) auf. Die Bodenübersichtskarte des Kantons Thurgau wurde unter dem Einsatz eines Geographischen Informationssystems interaktiv durch erfahrene Bodenkartierer erarbeitet. Das computergestützte Vorgehen ermöglichte es, Kartierungshypothesen

⁴ Es wurden nur Daten in einem Bereich bis 2 km ab Kantonsgrenze berücksichtigt.

auf ihre Gültigkeit zu prüfen, anzupassen und sich somit schrittweise an die «wahren» Bodenverhältnisse heranzutasten. Die einzelnen Arbeitsschritte sowie der dazugehörige Datenfluss sind in der Abbildung 2 schematisch dargestellt. Weitergehende methodische Angaben sind dem Schlussbericht zu entnehmen (PRESLER et al. 2005).

Für die Abgrenzung der Kartenpolygone und die Zuordnung des bodenkundlichen Inhaltes wurde ein teilweise neues methodisches Vorgehen gewählt (vgl. Kapitel 2.4 und 2.5).

2.4 BODENREGIONEN

Im Handbuch für die Erstellung der Bodenübersichtskarte (ZIHLMANN 2002) wird vorgeschlagen, auf der Basis der physiographischen Einheiten der Bodeneignungskarte der Schweiz, den Kanton Thurgau in 8 Bodenregionen zu unterteilen. In der Ausführungsphase haben die Autoren den methodischen Ansatz der bodenkundlichen Regionalisierung des Kantons weiter verfolgt und modifiziert. Als Grundlage für die Definition und Abgrenzung der Bodenregionen wurde die Geologische Übersichtskarte des Kantons Thurgau (NAEF und MÜLLER 1999) verwendet, da sie im gleichen Massstab wie die Bodenübersichtskarte vorliegt und digital als GIS-Applikation zur Verfügung steht.

Durch die Gruppierung von sog. Bodennebenregionen, die mit den Einheiten der Geologischen Übersichtskarte identisch sind, wurde das Kantonsgebiet in 10 Bodenregionen unterteilt (siehe Tabelle 1). Die Bodennebenregionen wurden so zusammengefasst, dass die Bodenregionen bezüglich des Ausgangsgesteines für die Bodenbildung in sich möglichst homogen sind.

Bodenübersichtskarte Thurgau: methodisches Vorgehen und Datenfluss

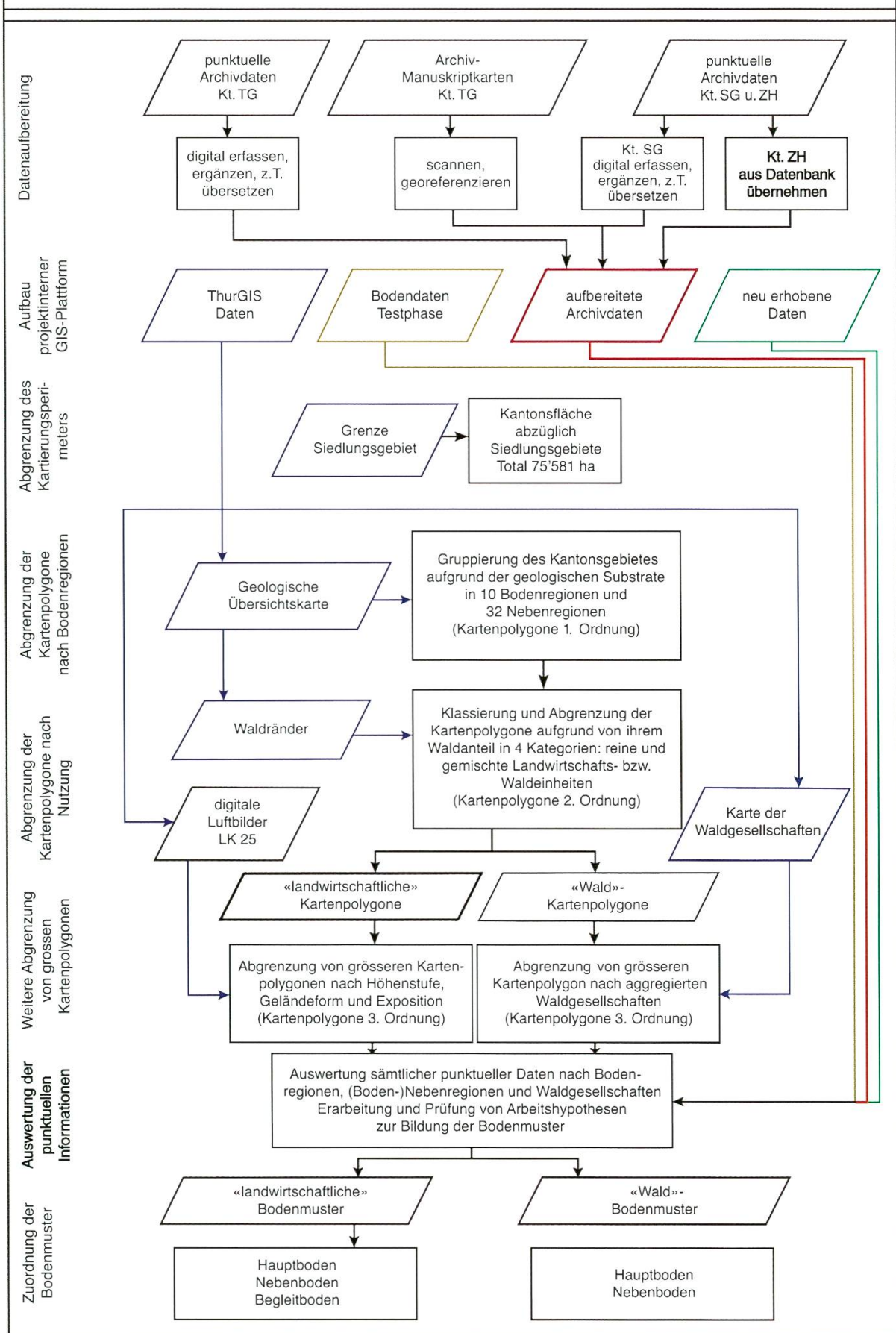


Abbildung 2: Schematischer Ablauf der Kartierungsarbeiten

Bodenregion	Bodennebenregion
R1: Ebenen und Talsohlen mit Böden aus Schotter und sandig-kiesigem Alluvium	R1a: Postglaziale Alluvionen: Sand und Kies R1b: Jüngere Glazialschotter und Flussschotter R1c: Geringmächtiger (Rückzug-)Glazialschotter über Seesedimenten R1d: Obere Süswassermolasse unter geringmächtigem Schotter
R2: Ebenen und Talsohlen mit Böden aus feinkörnigem Alluvium	R2a: Seeablagerungen, glazial bis postglazial R2b: Seeuferauffüllungen R2c: Alluviallehm, Schwemmléhm
R3: Talmulden und Akkumulationslagen mit Böden aus mineralischen und organischen Verlandungsbildungen	R3a: Sumpf, Ried R3b: Torfmoor R3c: Ex-Sumpf R3d: Ex-Torfmoor
R4: Gebiete mit Böden aus Grundmoräne	R4a: Moränendecke, Grundmoräne, z.T. verschwemmt R4b: Moräne über Vorstossschotter R4c: Ältere Moräne, Riss oder Frühwürm
R5: Gebiete mit Böden aus lockerer Moräne und älteren Schottern	R5a: Ältere Schotter und Moränenbedeckung R5b: Deckenschotter unter Moränenschleier R5c: Wallmoräne R5d: Deckenschotter, Felsenholzschotter R5e: Vorstossschotter
R6: Drumlingebiete mit Böden aus Moräne, Verlust- und Akkumulationslagen abwechselnd	R6a: Drumlin auf Moräne und Molasse R6b: Drumlin auf Moräne R6c: Drumlin auf Moräne und Schotter
R7: Gebiete mit Böden aus Moräne- und Molasse, beide Substrate oft vermischt	R7a: Obere Süswassermolasse unter geringmächtiger Grundmoräne R7b: Schutt trocken R7c: Schutt lehmreich R7d: Schwemmléhm, Gehängelehm R7e: Rutschungen, Gebiet mit Rutschformen
R8: Gebiete mit Böden aus Molassegesteinen: Nagelfluh, Sandsteine, Siltsteine, Mergel	R8a: Obere Süswassermolasse im Allgemeinen R8b: Nagelfluhreiche Obere Süswassermolasse R8c: Glimmersandstein
R9: Böden auf Schuttfächer	R9: Bachschuttfächer, Schwemmfächer
R10: Anthropogene Böden	R10: Anthropogen stark veränderte Böden, Überlagerung der ursprünglich natürlichen Böden

Tabelle 1: Bodenregionen im Kanton Thurgau

2.5 ZUORDNUNG DER BODENKUNDLICHEN INFORMATIONEN

2.5.1 Bodenklassifikation

In der Bodenübersichtskarte werden die Böden gemäss der «Bodenklassifikation der Böden der Schweiz» (FAL und BGS 1992; BGS 1996) beschrieben und klassiert. Um die folgenden Ausführungen auch dem bodenkundlich weniger versierten Leser zugänglich zu machen, ist der Aufbau der verwendeten Klassifikationsmethode in den Tabellen 2 und 3 schematisch dargestellt. Bis auf die vierte Stufe (Bodentyp) ist das Klassifikationssystem hierarchisch aufgebaut (Tabelle 2). Die weiteren Klassifikationsstufen dienen der weiteren Differenzierung der einzelnen Bodentypen und sind nicht hierarchisch aufgebaut (Tabelle 3). Auf der fünften Klassifikationsstufe (Untertyp) werden die Bodentypen nach der Ausprägung der bodenbildenden Merkmale weiter differenziert. Bodeneigenschaften, die für den Pflanzenwuchs und somit für die landwirtschaftliche und forstliche Nutzung wichtig sind, werden auf der sechsten Klassifikationsstufe (Bodenform) klassiert. In der siebten Klassifikationsstufe (Boden-Lokalform) werden Standortfaktoren beschrieben, die für die Interpretation der Bodeneigenschaften wichtig sind.

In der Bodenübersichtskarte werden die Böden bis auf die «tiefste» Klassifikationsstufe (Boden-Lokalform) beschrieben. Dies ist für die praktische Verwendbarkeit der Bodendaten wichtig, da erst ab Stufe Untertyp die Böden ausreichend differenziert werden.

BODENKLASSE									
Wasserhaushalt des Bodens									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
perkoliert	selten perkoliert	nie perkoliert, arid	stauwassergeprägt	stauwassergeprägt, extrem austrocknend	grund-/hangwasser-geprägt	grund-/hangnass, stark verdunstend	periodisch überschwemmt		
BODENORDNUNG									
Hauptbestandteile des Bodengerüsts									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Gesteinsrelikte	Gesteinsrelikte u. organische Substanz	Sekundärminerale u. Gesteinsrelikte u. organische Substanz	Sekundärminerale u. organische Substanz	organische Substanz					
BODENVERBAND									
Kennzeichnende chemische und mineralogische Komponente des Bodengerüsts									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Silikatgestein	Mischgestein	Karbonatgestein	Tonmineralien u. Huminstoffe	Tonmineralien u. Eisenoxide	Eisen- u. Aluminiumhumate	Eisen u. Mangan oxidiert/reduziert	Eisen reduziert	organische Substanz	Eisen- Aluminiumoxide
BODENTYP									
Kennzeichnende Perkolate									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Aluminiumionen	Kalziumionen	Kalziumbikarbonat	Alkalisalze	Tonverlagerung	Eisen- u. Mangan reduziert	Kieselsäure	Eisen u. Aluminiumhumate	Na-Tone u. -Humate	Huminstoffe

Code 1355
Bodentyp: PARABRAUNERDE

Code 6376
Bodentyp: BUNTGLEY

Tabelle 2: Hierarchischer Teil der Bodenklassifikation mit Klassifikationsbeispielen der Bodentypen Parabraunerde und Buntgley

BODENUNTERTYP Ausprägung der Merkmale der Bodenbildung		
Bodenmerkmal	Anzahl Kategorien	Beispiel einer Kategorie
Profilschichtung	9	erodiert
Verwitterungsgrad	8	auf Fels
Säuregrad	6	schwach sauer
Karbonatgehalt der Feinerde	6	karbonatreich
Verteilung des Eisenoxides	8	marmoriert
Bodengefüge	6	labilaggregiert
Lagerungsdichte	5	verdichtet
Staunässe	4	pseudogleyig
Wechselnde Grund- oder Hangnässe	6	grundfeucht
Dauernde Grund- oder Hangnässe	5	sumpfig
Künstliche Drainage	1	drainiert
Aerob entstandene organische Substanz	5	humusarm
Anaerob entstandene organische Substanz	5	antorfig
Typenausprägung	3	degradiert
Horizontierung	5	diffus
BODENFORM Für das Pflanzenwachstum wichtige Bodenmerkmale		
Bodenmerkmal (Beispiele)	Anzahl Kategorien	Beispiel einer Kategorie
Bodenskelett	10	kiesreich
Feinerdekörnung	13	sandiger Lehm
Pflanzennutzbare Gründigkeit etc.	7	tiefgründig
BODEN-LOKALFORM Weitere wirksame Standortfaktoren		
Merkmal (Beispiele)	Anzahl Kategorien	Beispiel einer Kategorie
Geländeform	26	eben
Exposition	9	nordost
Aktuelle Vegetation etc.	18	Kunstwiese

Tabelle 3: Nicht hierarchischer Teil der Bodenklassifikation

2.5.2 Bodenmuster – bodenkundlicher Inhalt der Kartenpolygone

Nachdem die insgesamt 2'810 Kartenpolygone, wie in den vorangehenden Kapiteln erläutert, abgegrenzt wurden, mussten jedem Kartenpolygon die entsprechenden Bodeneigenschaften zugeordnet werden.

Im Kartierungsmaßstab 1:50'000 sind die Kartenpolygone noch zu großflächig und demzufolge bezüglich ihrer Bodeneigenschaften noch sehr heterogen. In jedem Kartenpolygon kommen verschiedene Bodenformen nebeneinander vor, die sich in ihren Eigenschaften stark unterscheiden können. In der Bodenübersichtskarte sind die Kartenpolygone mittels sog. Bodenmuster charakterisiert. Die Bodenmuster sind klar strukturierte Bodenkomplexe, bestehend aus drei Bodenformen, den sog. «Hauptboden» (die flächenmässig wichtigste Bodenform eines Kartenpolygons), «Nebenboden» (die flächenmässig zweitwichtigste Bodenform) und «Begleitboden» (die punktuell vorkommende Bodenform), die für ein bestimmtes Kartenpolygon charakteristisch sind.

Für jede Bodennebenregion wurden mindestens ein, in der Regel jedoch mehrere Bodenmuster ermittelt.

2.5.3 Definition und Zuordnung der Bodenmuster

Die Bodenmuster wurden in einem sich mehrmals wiederholenden Prozess erarbeitet (vgl. Abbildungen 2 und 3).

Im Kanton Thurgau sind für Waldböden und Landwirtschaftsböden bezüglich der Menge und Qualität unterschiedliche bodenkundliche Grundlagen aus früheren Projekten vorhanden. Während für Landwirtschaftsböden mehrere hundert Fixpunkte (Bohrungen und Bodenprofile) und diverse Archiv-Manuskriptkarten zur Verfügung standen, beschränkten sich die bodenkundlichen Grundlagen im Wald auf die 19 Bodenprofile und 168 Bohrungen, die im Rahmen der Erarbeitung der detaillierten, vegetationskundlichen Karte der Waldstandorte des Kantons Thurgau (SCHMIDER et al. 2003) aufgenommen wurden.

In einem durch den Menschen weitgehend ungestörten Waldökosystem bestehen Beziehungen zwischen der Waldgesellschaft und den Eigenschaften des Bodens, auf welchem die betreffende Waldgesellschaft wächst. Aus der Karte der Waldstandorte können somit Informationen zu den Bodeneigenschaften abgeleitet werden. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass die einzelnen Waldgesellschaften oft einen grossen Bereich an Bodeneigenschaften tolerieren.

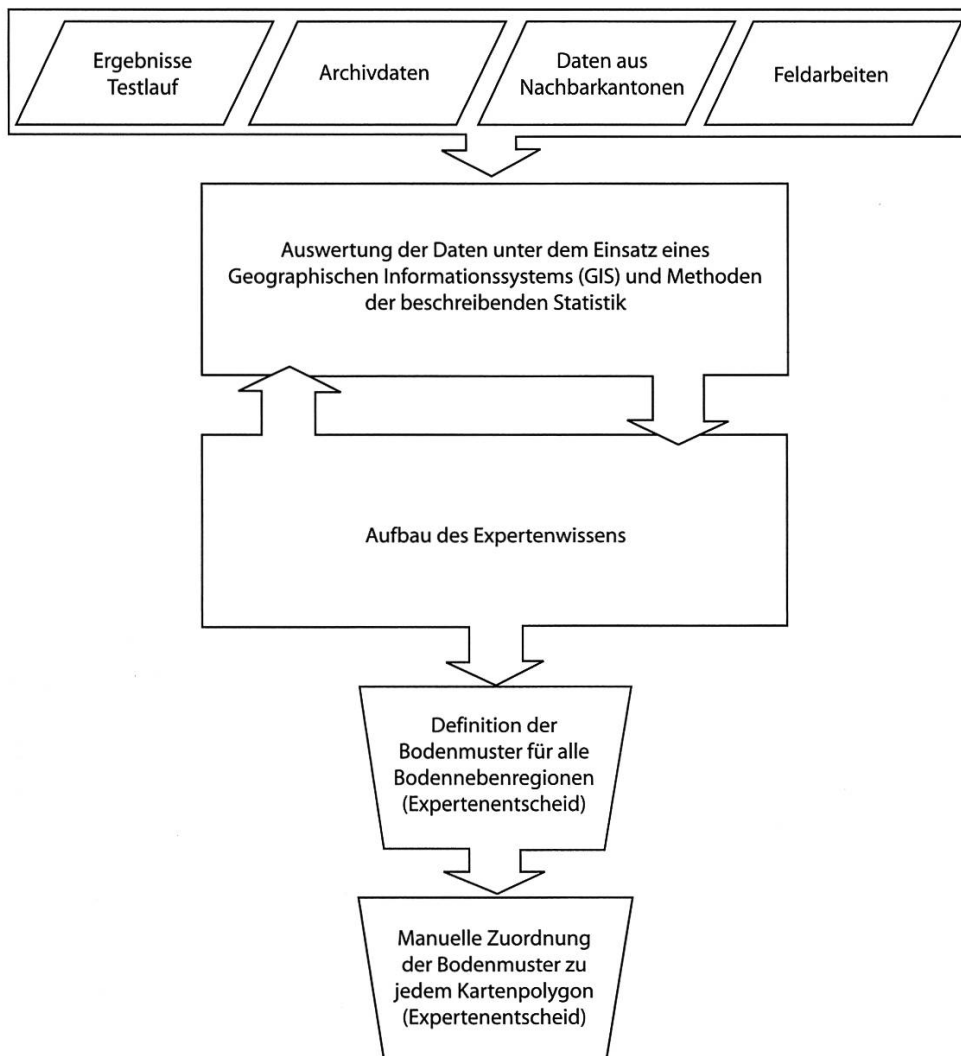


Abbildung 3: Vorgehen bei der Definition der Bodenmuster

Eine detaillierte Differenzierung der Bodeneigenschaften, so wie es für die Bodenklassifikation erforderlich ist, ist allein aufgrund der Waldgesellschaften nur in Extremfällen (sehr nass oder sehr trocken, stark sauer oder

kalkreich) möglich. Der Einbezug von möglichst vielen Fixpunkten für die Bildung der typischen Bodenmuster ist somit unerlässlich. Dort wo deutliche Informationslücken vorlagen, hat das Projektteam ergänzende Bohrungen durchgeführt und bodenkundlich beschrieben. Trotzdem standen für die Waldböden weniger bodenkundliche Grundlagen zur Verfügung als für die Landwirtschaftsböden. Die Kartenpolygone im Wald werden in der Bodenübersichtskarte deswegen mit vereinfachtem Bodenmuster beschrieben, die nur Angaben zum Haupt- und Nebenboden liefern.

Die Zuordnung der Bodenmuster zu den einzelnen Kartenpolygonen erfolgte manuell. Jedes Kartenpolygon wurde einzeln im GIS unter Verwendung verfügbarer Informationen analysiert und einem passenden Bodenmuster zugeordnet. Wurde kein plausibles Bodenmuster gefunden, musste ein neues definiert werden. Die Plausibilität der Bodenmuster wurde durch Vergleich mit vorhandenen Fixpunkten im jeweiligen Kartenpolygon geprüft. Dabei ist zu beachten, dass in vielen Kartenpolygonen gar keine Fixpunkte vorhanden sind.⁵ Die bodenkundliche Charakterisierung solcher Kartenpolygone ist somit hypothetisch – sie basiert auf Analogieschlüssen bezüglich Kartenpolygonen mit ähnlicher Ausprägung der bodenbildenden Faktoren.

Die Bodenmuster der Bodenübersichtskarte besagen somit, welche Böden in einem durch das Kartenpolygon umgrenzten Gebiet mit grösster Wahrscheinlichkeit vorkommen.

3 DAS BODENSPEKTRUM IM KANTON THURGAU

3.1 GESAMTÜBERBLICK

Der Bodenübersichtskarte des Kantons Thurgau steht das Konzept der Bodenregionalisierung auf der Basis der Ausgangsgesteine für Bodenbildung zu Grunde. In der Abbildung 4 ist die Verteilung der Bodenregionen entlang der Landeskoordinate 715 000 schematisch dargestellt. Die Lage des Transekts wurde gleich gewählt wie in der Publikation «Wälder im Kanton Thurgau» (SCHMIDER et al. 2003, Seite 15, Abb. 2) – dies ermöglicht einen Quervergleich zwischen den Bodenregionen und den Waldstandorten. Es ist ersichtlich, dass die Bodenregionen mit bestimmten geomorphologischen Einheiten eng korrelieren. So kommen die Böden der Bodenregionen 1, 2 und 3 vor allem im Talgrund und in tiefliegenden Ebenen vor, die Bodenregionen 4, 5 und 6 sind vor allem in mittleren Höhenlagen anzutreffen, Berggebiete und stark erodierte Flächen in Hanglagen werden in der Regel den Bodenregionen 7 und 8 zugeordnet und die Bodenregion 9 ist für Akkumulationslagen am Hangfuss typisch.

In der Abbildung 5 ist als Beispiel ein Ausschnitt aus der Bodenübersichtskarte des Kantons Thurgau dargestellt. In der Mitte der Karte verläuft, so wie in der Abbildung 4, die Landeskoordinate 715 000. Die Grenzen der Bodenregionen sind auch in der Bodenübersichtskarte noch zu erkennen. So z.B. die grundwassergeprägten Böden im Lauchetal (Bodenregionen 1 und 2), die Kalkbraunerden der Bodenregion 6 mit kleinen rundlichen Kartenpolygonen, die die einzelnen Drumlin umfassen oder die ziemlich flachgründigen Regosole in bewaldeten, steilen Hangpartien des Imeberges (nordöstlich von Stettfurt), die sich in der Bodenregion 7 befinden.

⁵ Dies gilt insbesondere für den östlichen Teil des Kantons Thurgau

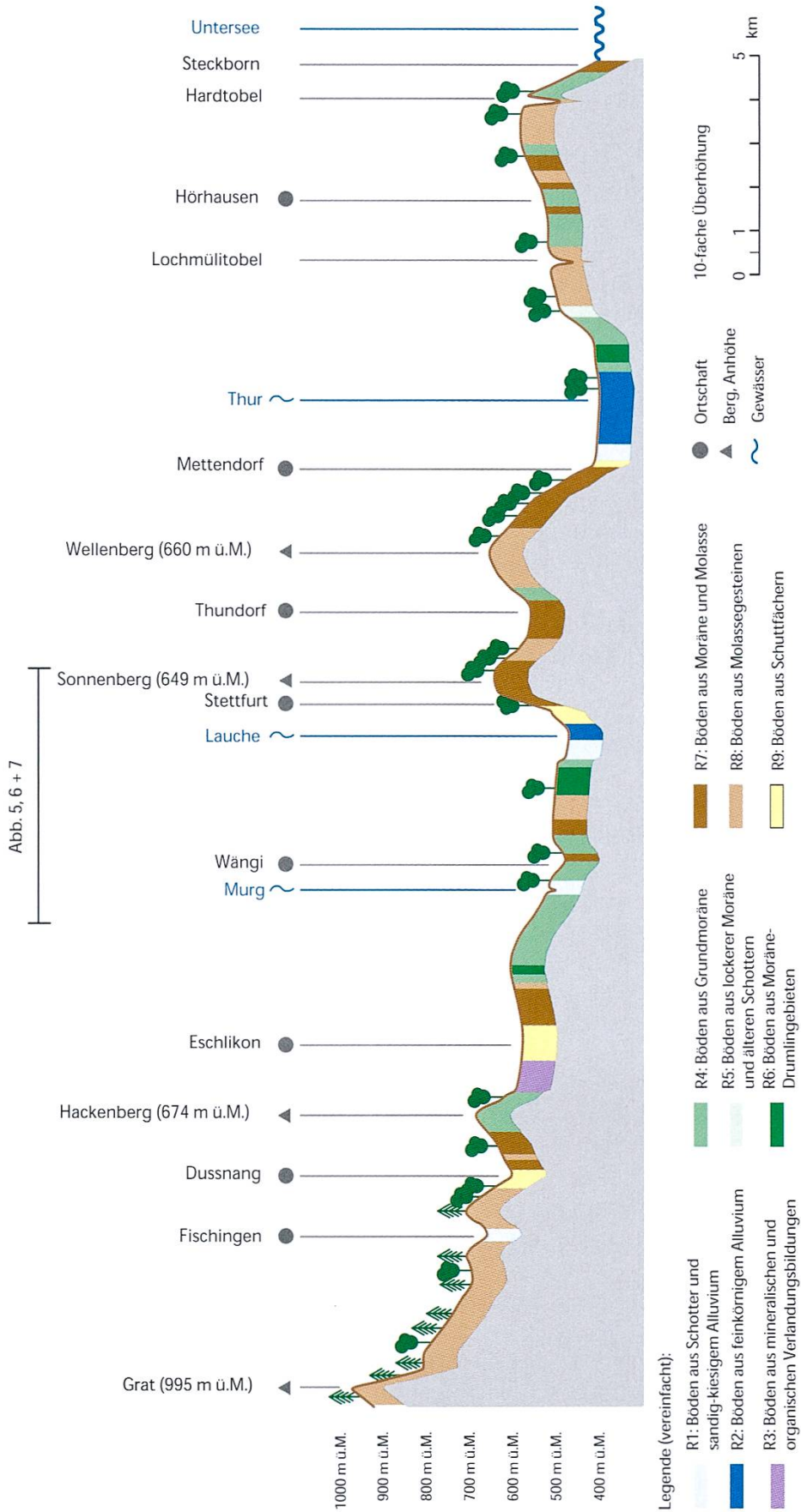


Abbildung 4: Verteilung der Bodenregionen entlang der Landeskoordinate 715 000 zwischen Hörnli im Süden und Untersee im Norden

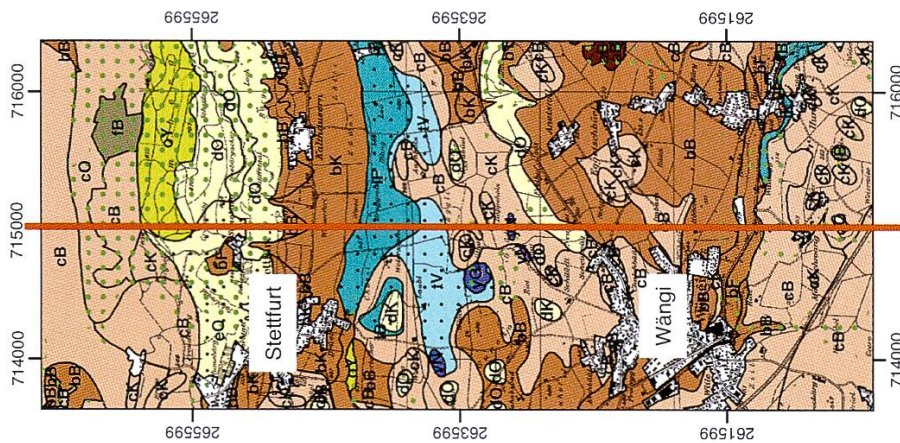
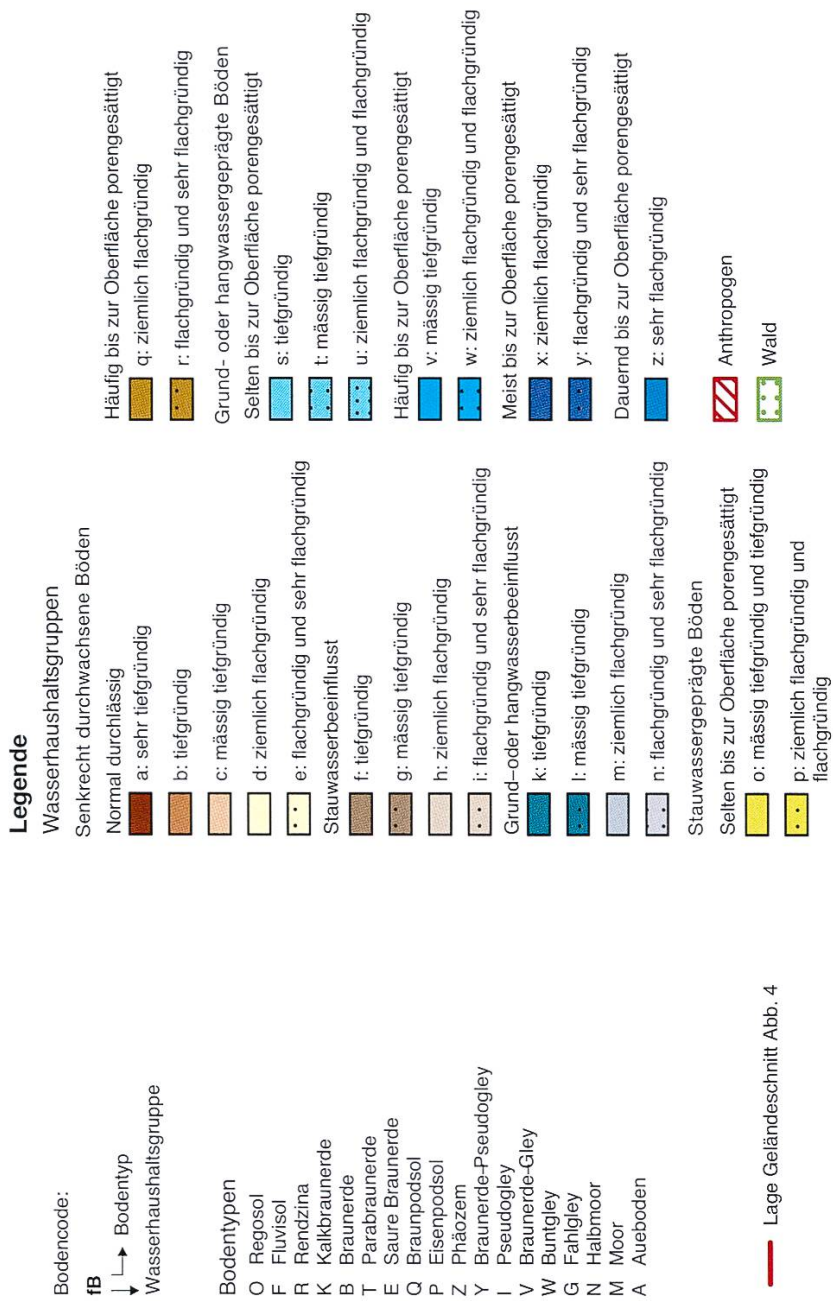


Abbildung 5: Bodenübersichtskarte Kanton Thurgau, Ausschnitt wie in Abb. 6 und 7



Abbildung 6: Blick von Wängi gegen Schloss Sonnenberg (Stettfurt)



Abbildung 7: Blick vom Sonnenberg gegen Süden auf das Lauchetal und Wängi

Die in den Abbildungen 6 und 7 sichtbaren Landschaftsformen sind z.T. als Kartenpolygone in Abbildung 5 wieder zu erkennen.

Die grundwassergeprägten Böden entlang der Lauche (Abbildung 7) werden ackerbaulich genutzt. Weiter gegen Süden folgt die leicht gewellte Moränelandschaft der Bodenregionen 4 und 6 mit mässig tiefgründigen, kalkhaltigen Böden des Typs Kalkbraunerde.

3.2 BÖDEN DER EBENEN UND TALSOHLEN

3.2.1 Bodenregion 1: Böden aus Schotter und sandig-kiesigen Alluvionen

Die Bodenregion 1 umfasst alluviale Ebenen entlang der Flüsse (Abbildungen 8 und 9) und Schotterterrassen. In der Bodenübersichtskarte wurde eine Fläche von rund 7'900 ha dieser Bodenregion zugeordnet. Es dominiert die landwirtschaftliche Nutzung, der Anteil an Ackerbau ist hoch.

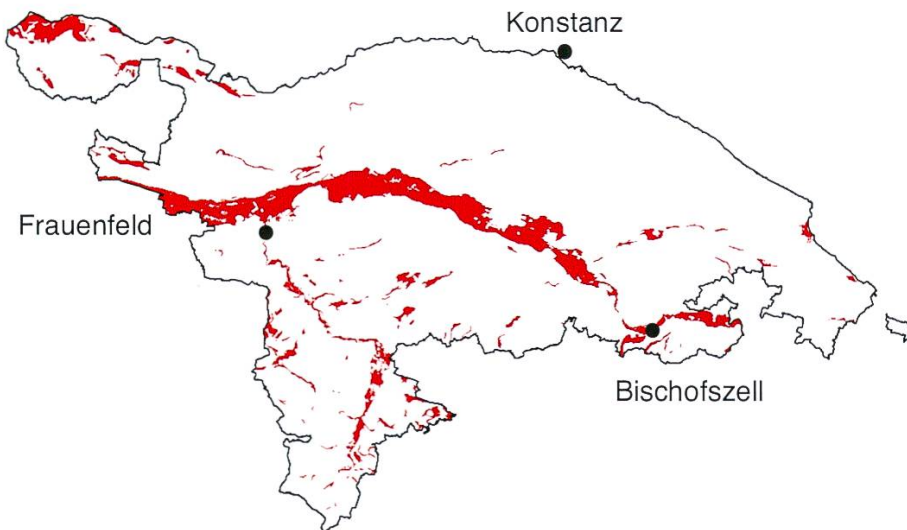


Abbildung 8: Übersicht Bodenregion 1



Abbildung 9: Typische Landschaft der Bodenregion 1; Thurtal bei Felben-Wellhausen

Je nach der Ablagerungsdynamik ist das Lockergestein mehr oder weniger kies-, sand- oder schluffreich – das Ausgangsgestein ist sortiert. Der Anteil der verschiedenen Gesteine variiert je nach Einzugsgebiet der Gewässer. Neben diversen Silikatgesteinen kommen Kalke, Mergel und Sandsteine vor.

Die Böden der Bodenregion 1 sind relativ jung. Kalk ist in der Regel noch profilumfassend vorhanden. Die Bodenreaktion ist somit neutral und die silikatischen Gesteine sind noch weitgehend frisch (nicht verwittert). Unter

Wald ist die Entkarbonatisierung oft weiter fortgeschritten als unter landwirtschaftlicher Nutzung. Bereits kleine Unterschiede des Mikroreliefs deuten auf eine Veränderung der Bodeneigenschaften hin. In den Mulden (z.B. Altläufe) und entlang der angrenzenden Hänge sind die Böden tiefgründiger als in Kuppenlagen und entlang der heutigen Flussläufe. Trockene Lagen können kleinräumig mit feuchten Lagen wechseln. Die ackerbaulich genutzten Ebenen sind in der Regel drainiert.

Unter den Landwirtschaftsböden dominieren auf sandigen bis kiesigen Alluvionen karbonatreiche Fluvisole, die in der Ebene tiefgründig und im Bereich der Kuppen ziemlich flachgründig sind. In lokal begrenzten Muldenlagen und auf feinkörnigem Alluvium kommen grundwassergeprägte Böden des Typs Braunerdegley vor. Auf Schotter sind die Bodenverhältnisse ähnlich, die Bodenart ist jedoch sandiger und der Skelettanteil höher.



Abbildung 10: Beispiel einer Bodenform in der Bodenregion 1; verbraunter, schwach pseudo-gleyiger, karbonatreicher Fluvisol, skelettfrei, Lehm über Sand und Kies

3.2.2 Bodenregion 2: Böden aus feinkörnigen Alluvionen

Die Bodenregion 2 umfasst eine Fläche von 1'793 ha. Dieser Bodenregion werden Böden aus feinkörnigem Alluvium zugeordnet, die einerseits entlang von Seeufern und andererseits in breiten alluvialen Ebenen auf Schwemmlern vorkommen (Abbildungen 11 und 12). Die anthropogenen Seeuferauffüllungen werden sowohl der Bodenregion 2 als auch der Bodenregion 10 zugeordnet.⁶

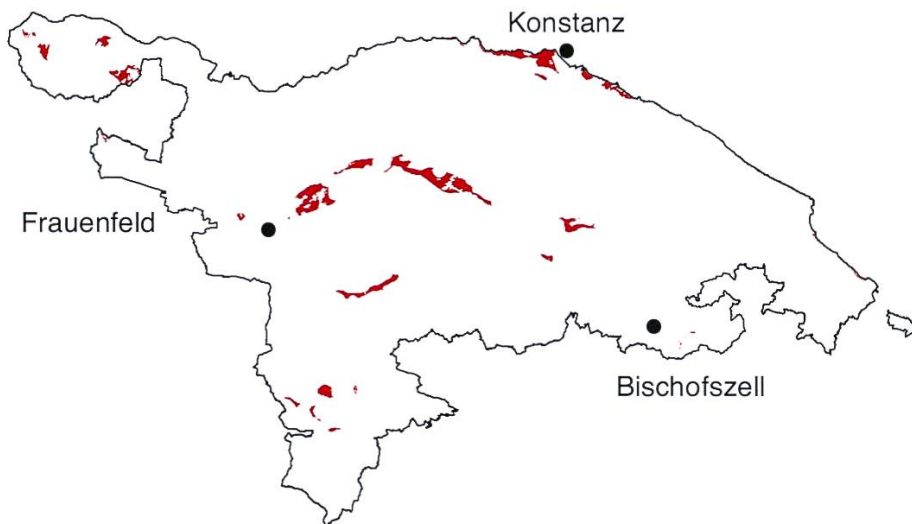


Abbildung 11: Übersicht Bodenregion 2



Abbildung 12: Typische Landschaft der Bodenregion 2; Ebene bei Kreuzlingen

⁶ Im Kartierungskonzept war die Bodenregion 10 (anthropogene Böden) nicht vorgesehen. Diese Bodenregion wurde erst in der Endphase des Projektes ausgeschieden – sie wurde allen anderen Bodenregionen überlagert.

In der Bodenregion 2 werden die Böden nach Vernässungsgrad, Bodenart, Bodenschichtung (z.B. Torfzwischen-schichten) und anthropogener Beeinflussung (Auffüllung, Drainage) differenziert. Der Vernässungsgrad kann kleinflächig stark variieren (kleine Kuppen und Mulden).

In der Bodenregion 2 wurden 60 Kartenpolygone abgegrenzt. Die landwirtschaftliche Nutzung ist dominierend – nur 3 Kartenpolygone werden waldbetont genutzt. In den alluvialen Ebenen, auf Schwemmlern, ist die häufigste Bodenform ein schwach gleyiger, z.T. pseudogleyiger, mässig tiefgründiger bis tiefgründiger Fluvisol – die vorherrschende Bodenart ist sandiger Lehm. Für die breiten Ebenen entlang der Seeufer ist ein ziemlich flachgründiger Fahlgley kombiniert mit Halbmoor charakteristisch – diese Bodenformen sind ohne künstliche Entwässerung (Drainage) kaum ackerbaulich nutzbar.



Abbildung 13: Beispiel einer Bodenform in der Bodenregion 2; drainierter, pseudo-gleyiger, teilweise entkarbonateter, ziemlich flachgründiger Braune-Gley, toniger Lehm über lehmreichem Sand, skelettfrei

3.3 BÖDEN DER TALMULDEN UND AKKUMULATIONSLAGEN

3.3.1 Bodenregion 3: Böden aus Verlandungsbildungen

Die Bodenregion 3 umfasst eine Fläche von 1'228 ha. Zu dieser Bodenregion gehören diverse Verlandungsbildungen wie Sümpfe, Riede und Torfmoore. Dementsprechend kommt die Bodenregion 3 inselartig verteilt innerhalb von anderen Bodenregionen vor (Abbildungen 14 und 15).

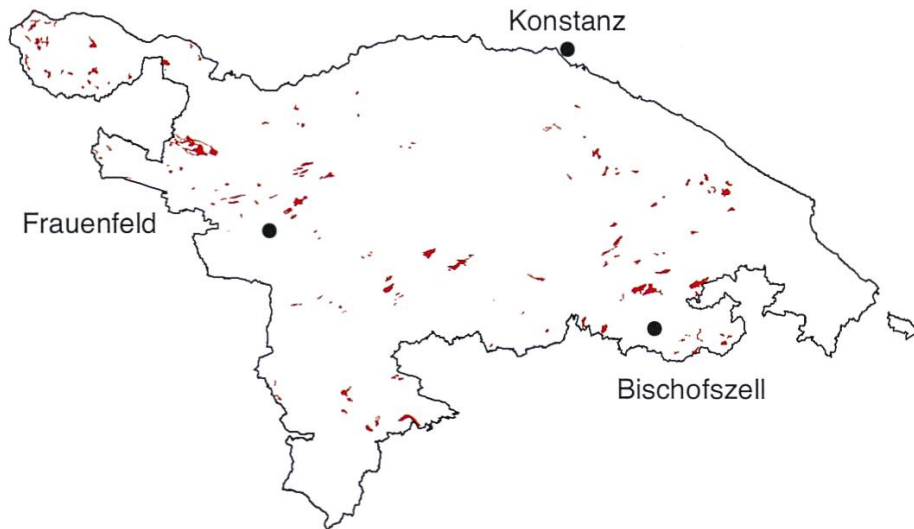


Abbildung 14: Übersicht Bodenregion 3

Die Differenzierung der Kartenpolygone erfolgt in Abhängigkeit der Intensität der anthropogenen Eingriffe (Entwässerung, Torfstich etc.) und der aktuellen Nutzung (Landwirtschaft, Naturschutzgebiet).



Abbildung 15: Typische Landschaft der Bodenregion 3; verlandete Senke zwischen Wallmoränen unterhalb von St. Pelagiberg

Die Bodenregion 3 wird in der Bodenübersichtskarte in 167 Bodeneinheiten unterteilt – etwa ein Sechstel der Bodeneinheiten werden waldbetont genutzt – die landwirtschaftliche Nutzung dominiert.

Die flächenmässig dominierende Bodenform ist ein meist bis zur Oberfläche porengesättigter, ziemlich flachgründiger Fahlgley kombiniert mit Buntgley und Halbmoor. Die häufigsten Bodenarten sind sandige bis tonige Schluffe.

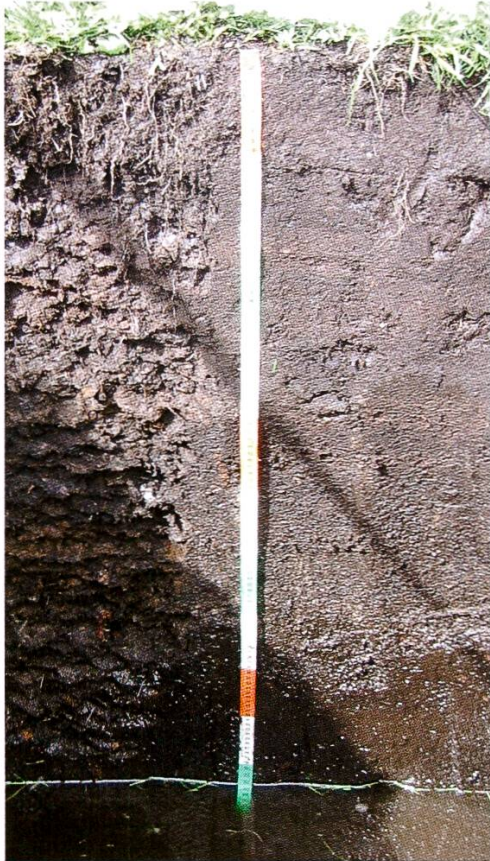


Abbildung 16: Beispiel einer Bodenform in der Bodenregion 3; tieftorfiges, neutrales, häufig bis zur Oberfläche porengesättigtes, flachgründiges Moor

3.4 BÖDEN DER MORÄNEGEBIETE

3.4.1 Bodenregion 4: Böden aus Grundmoräne

Die Bodenregion 4 umfasst eine Fläche von 35'496 ha und ist somit die im Kanton Thurgau flächenmässig wichtigste Bodenregion (Abbildung 17). Das Ausgangsgestein für die Bodenbildung besteht vorwiegend aus Würm-Grundmoräne, aber auch aus älterer Moräne (Frühwürm, evtl. Riss). Die Landschaft ist leicht gewellt, flache Hänge und ausgedehnte Plateaus sind für diese Bodenregion kennzeichnend (Abbildung 18).

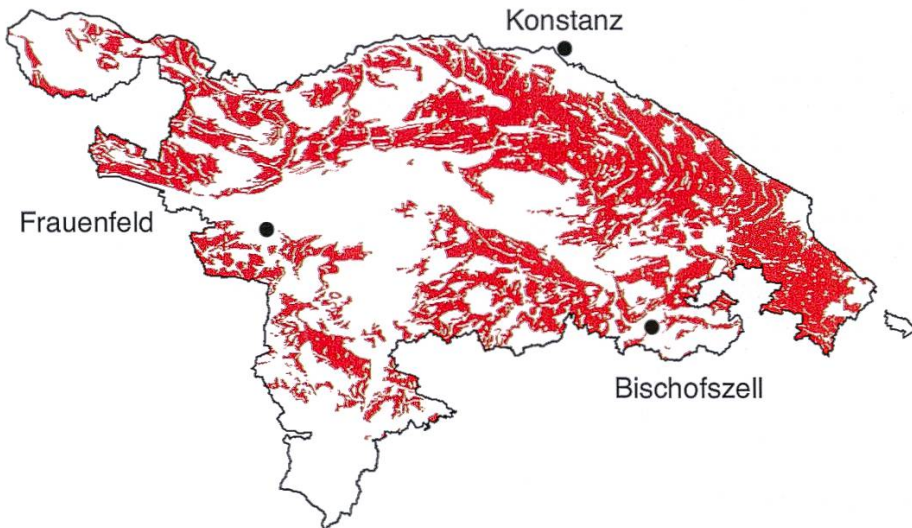


Abbildung 17: Übersicht Bodenregion 4



Abbildung 18: Typische Landschaft der Bodenregion 4; Seerücken bei Schwaderloh

Allein aufgrund der Geologischen Übersichtskarte und der Nutzungsart war es nicht möglich, eine dem Massstab 1:50'000 entsprechende Differenzierung der Böden durchzuführen.

Die sehr grossen Kartenpolygone wurden weiter nach der vorherrschenden Geländeform unterteilt. Es wurden Bodenmuster für Plateaus, Kuppenlagen, überwiegend nordexponierte Hänge, überwiegend südexponierte Hänge sowie für Hangneigungen bis 10%, bis 25% und bis 50% definiert.

Die Bodenregion 4 wird in der Bodenübersichtskarte in 477 Kartenpolygone unterteilt – davon werden 141 waldbetont genutzt.

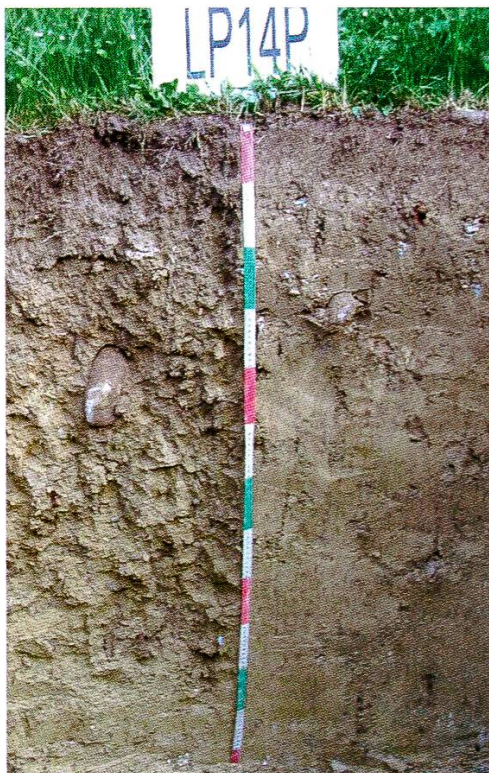
In den Plateau-Lagen (12'964 ha) dominieren normal durchlässige, mässig tiefgründige bis tiefgründige Braunerden, mit kleinflächig vorkommendem, mässig tiefgründigem Braunerde-Gley.

Für die nord-, west- und ostexponierten Hänge, mit einer Hangneigung zwischen 10 und 25% sind normal durchlässige, mässig tiefgründige Braunerden und durch Hangwasser beeinflusste mässig tiefgründige Braunerden mit kleinflächig vorkommenden, tiefgründigen Braunerden charakteristisch (7'853 ha).

Auf Flachhängen bis 10% Hangneigung sind in allen Expositionslagen (5606 ha) vorwiegend normal durchlässige, mässig tiefgründige bis tiefgründige Braunerden zu erwarten.

In allen Geländelagen der Bodenregion 4 ist die Bodenart Lehm vorherrschend.

Die Waldböden sind generell deutlich saurer und neigen mehr zu Staunässe als die Landwirtschaftsböden.



Die wichtigsten Bodenformen sind stauwasserbeeinflusste, tiefgründige Braunerden in der Kombination mit mässig tiefgründigen Braunerde-Pseudogleyen, tiefgründigen Parabraunerden sowie mässig tiefgründigen, sauren Braunerden vergesellschaftet mit stauwasserbeeinflussten, tiefgründigen Braunerden.

Abbildung 19: Beispiel einer Bodenform in der Bodenregion 4; kalkflaumige, schwach saure, stauwasserbeeinflusste, mässig tiefgründige Braunerde, Lehm über tonigem Lehm, schwach skeletthaltig

3.4.2 Bodenregion 5: Böden aus locker gelagerter Moräne

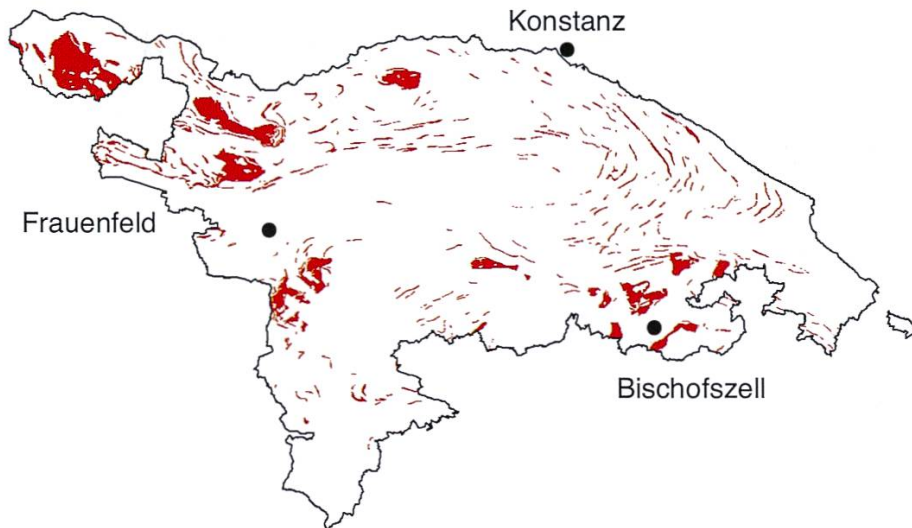


Abbildung 20: Übersicht Bodenregion 5

Die Bodenregion 5 umfasst eine Fläche von 6'504 ha. So wie in der Bodenregion 4 liefert auch in der Bodenregion 5 die Würmmoräne das Ausgangsgestein für die Bodenbildung. Im Unterschied zu der oft dicht gelagerten Grundmoräne (Bodenregion 4) werden hier «lockere» Moränebildungen zusammengefasst – Wallmoränen und diverse Moräneablagerungen über Schotter. Ein Spezialfall⁷ sind die Böden auf Deckenschotter, die auch zu dieser Region gezählt werden. In der Landschaft fallen die Wallmoränen durch ihre längliche und kammartige Form auf (Abbildungen 20 und 21).



Abbildung 21: Typische Landschaft der Bodenregion 5; Wallmoräne oberhalb Gertau

⁷ Aufgrund ihrer bodenbildenden Eigenschaften sollten die Deckenschotter eine eigene Bodenregion bilden. Im Kanton Thurgau sind die Deckenschotter jedoch oft mit Moräne überdeckt und als bodenbildendes Substrat kommen sie nur kleinflächig vor. Sie wurden deswegen als Nebenbodenregion der Bodenregion 5 zugeordnet.

Bezüglich der Abgrenzung der Landschaftsformen wurden die gleichen Regeln verwendet wie in der Bodenregion 4. Zusätzlich wurde bei den Wallmoränen die Ausprägung der Geländeform berücksichtigt (ausgeprägt oder flach).

Die Bodenregion 5 wird in 610 Kartenpolygone unterteilt – davon werden 151 waldbetont genutzt.

Das Bodenspektrum ist relativ breit. Die bezüglich ihrer Flächenanteile wichtigsten Bodenmuster sind:

- Mässig tiefgründige Kalkbraunerden kombiniert mit tiefgründigen Braunerden und begleitet von ziemlich flachgründigen Regosolen – in schwach ausgeprägten Kuppenlagen.
- Tiefgründige, teilweise schwach pseudogleyige Braunerden begleitet durch gleyige, mässig tiefgründige Braunerden – auf Flachhängen mit einer Hangneigung < 10%.
- Ziemlich flachgründige Regosole kombiniert mit mässig tiefgründigen Kalkbraunerden, begleitet durch tiefgründige Braunerden – auf ausgeprägten Kuppen- und Kammlagen.

Die Waldböden in der Bodenregion 5 sind in der Regel saurer und tiefgründiger als die Landwirtschaftsböden. Die häufigsten Bodentypen sind tiefgründige Parabraunerden und mässig tiefgründige Braunerden. Als Nebenboden kommen bei den erwähnten Bodentypen mässig tiefgründige Braunerde-Pseudogleye vor.

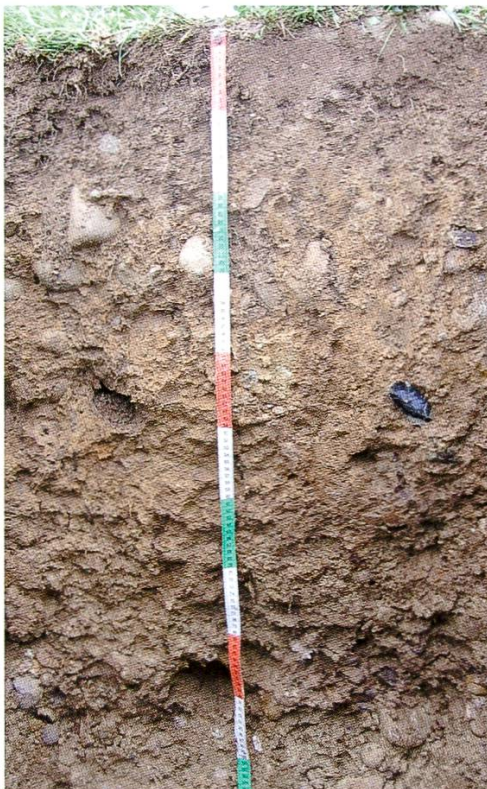


Abbildung 22: Beispiel einer Bodenform in der Bodenregion 5; tonhüllige, schwach saure, mässig tiefgründige Braunerde, sandiger Lehm, schwach skeletthaltig über stark kieshaltig

3.4.3 Bodenregion 6: Böden der Drumlinlandschaften

Die Bodenregion 6 umfasst eine Fläche von 3'572 ha. Das Ausgangsgestein für die Bodenbildung ist die Würmmoräne. Diese Bodenregion wurde durch die Abgrenzung von Gebieten mit häufig vorkommenden Drumlins gebildet (Abbildung 23). Die Drumlins⁸ und die dazwischen liegenden Senken und Mulden prägen das Landschaftsbild (Abbildung 24).

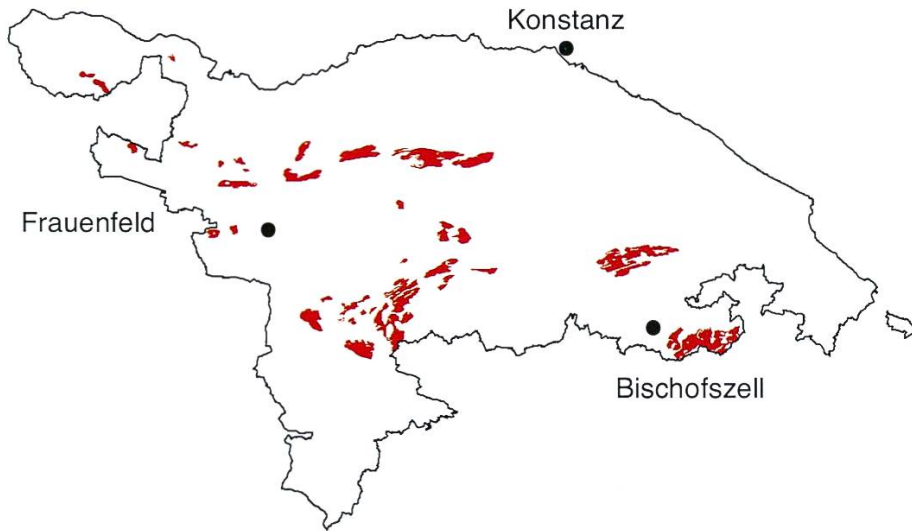


Abbildung 23: Übersicht Bodenregion 6



Abbildung 24: Typische Landschaft der Bodenregion 6; Räßberg bei Pfyn

⁸ Die Drumlins wurden aus der Geologischen Übersichtskarte des Kantons Thurgau übernommen (NAEF und MÜLLER 1999). Neuere Arbeiten (HANTKE und WAGNER 2003) kommen zum Schluss, dass die Drumlins z.T. als Wall- oder Mittelmoränen zu klassieren sind.

Der kleinräumige Wechsel von Verlust- und Akkumulationslagen prägte die Bodenbildung in der Bodenregion 6. Die wichtigsten Kriterien für die Herleitung der Bodenmuster waren die Ausprägung und Ausrichtung der Drumlins sowie die Ausdehnung der Gebiete zwischen den Drumlins.

Die Bodenregion 6 wird in 267 Kartenpolygone unterteilt – davon werden 70 waldbetont genutzt.

Die wichtigsten Bodenmuster sind einerseits mässig tiefgründige Kalkbraunerden kombiniert mit schwach pseudogleyigen, mässig tiefgründigen Braunerden – typisch für leicht gewellte Lagen. Andererseits kommen schwach pseudogleyige, mässig tiefgründige Braunerden kombiniert mit gleyigen, mässig tiefgründigen Kalkbraunerden vor – in Akkumulationslagen zwischen den Kuppen beschreibt.

Die typischen Bodenarten sind sandiger Lehm im Oberboden und Lehm im Unterboden.

Die häufigsten Waldböden in der Bodenregion 6 sind normal durchlässige und stauwasserbeeinflusste Formen der tiefgründigen Braunerde.



Abbildung 25: Häufig vorkommender Boden in der Bodenregion 6; karbonatreicher, ziemlich flachgründiger Regosol, Lehm, kieshaltig

3.5 BÖDEN DER ÜBERGANGSGEBIETE MORÄNE/MOLASSE

3.5.1 Bodenregion 7: Böden aus Moräne- und Molassegestein

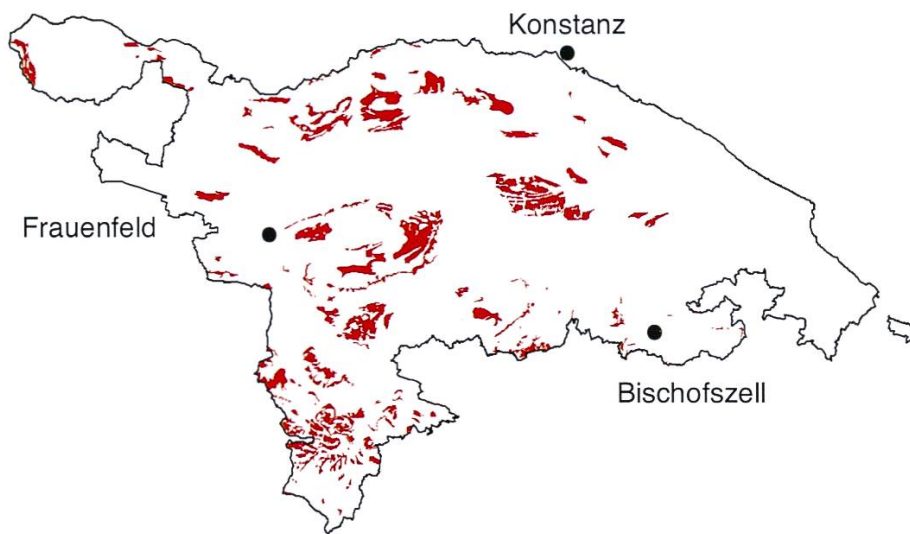


Abbildung 26: Übersicht Bodenregion 7

Die Bodenregion 7 umfasst eine Fläche von 6'461 ha. Gebiete, in welchen das Ausgangsgestein für Bodenbildung sowohl Moräne- wie auch Molassegesteine enthalten kann, werden dieser Bodenregion zugeordnet. Es können sowohl ebene Lagen, mit geringmächtiger Moräneschicht über Molasse wie auch Hänge, mit Gehängelehm oder Schutt sein (Abbildungen 26 und 27).



Abbildung 27: Typische Landschaft für die Bodenregion 7; Gebiet mit Gehängelehm; Burgtobel bei Rütihof, nördlich von Pfyn

Wegen den vom übrigen Kantonsgebiet stark abweichenden natürlichen Standortbedingungen wurden spezielle Bodenmuster für das Hörnligebiet definiert. Weitere Differenzierungen erfolgten aufgrund der vorherrschenden Landschaftsformen und der generellen Exposition.

Die Bodenregion 7 wird in 277 Kartenpolygone unterteilt – davon werden 70 Kartenpolygone waldbetont genutzt.

Die grösste Fläche nehmen schwach pseudogleyige, mässig tiefgründige bis tiefgründige Braunerden, begleitet von mässig tiefgründigen Braunerde-Gleyen ein. Dieses Bodenmuster ist für leicht gewellte Lagen kennzeichnend. Ebenfalls stark vertreten sind schwach pseudogleyige, tiefgründige Braunerden kombiniert mit ziemlich flachgründigen Regosolen. Dieses Bodenmuster ist für südexponierte Hänge charakteristisch.

Die typischen Bodenarten im Oberboden und Unterboden sind sandiger Lehm und Lehm. Oft kommt auch toniger Lehm vor.

Die häufigsten Waldböden in der Bodenregion 7 sind normal durchlässige, sehr tiefgründige Braunerden kombiniert mit mässig tiefgründigen Regosolen.



Abbildung 28: Beispiel eines Bodens in der Region 7; karbonatreicher, pseudogleyiger, ziemlich flachgründiger Regosol, Lehm, kieshaltig

3.6 BÖDEN DER MOLASSEGEBIETE

3.6.1 Bodenregion 8: Böden aus Molassegestein

Die Bodenregion 8 umfasst eine Fläche von 11'367 ha. Das Ausgangsgestein für die Bodenbildung besteht aus diversen Molassegesteinen (Sandstein, Mergel, Konglomerat etc.). Hochgelegene Gebiete (Hörnli, Wellenberg, Ottenberg etc.) sowie erodierte Tobel und Steilhänge sind für diese Bodenregion kennzeichnend (Abbildungen 29 und 30).

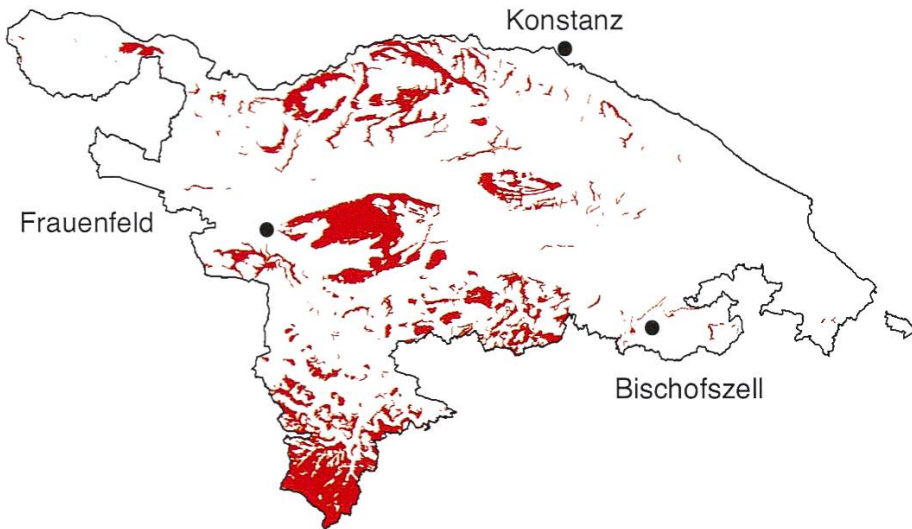


Abbildung 29: Übersicht Bodenregion 8



Abbildung 30: Typische Landschaft für die Bodenregion 8; Hochplateau auf dem Wellenberg

Um die Bodenvielfalt in dieser Bodenregion zu erfassen, wurden allein für die Landwirtschaftsböden 32 Bodenmuster definiert. Dabei wurde zwischen dem Hörnligebiet und dem übrigen Perimeter differenziert und die Höhenlage, das Relief sowie die Exposition berücksichtigt.

Die Bodenregion 8 wird in der Bodenübersichtskarte in 567 Kartenpolygone unterteilt – davon werden 323 (6'606 ha) waldbetont genutzt. Es ist somit die einzige Bodenregion, in der Wald vorherrscht.

Kein Bodenmuster kann als «dominant» bezeichnet werden. Bei den Landwirtschaftsböden nimmt das für Steilhänge mit Hangneigung zwischen 25 und 50% definierte Bodenmuster die grösste Fläche (923 ha) ein. Es handelt sich um hangwasserbeeinflusste, mässig tiefgründige Kalkbraunerden, kombiniert mit ziemlich flachgründigen Regosolen und kleinflächig begleitet durch ziemlich flachgründige Buntgleye.

Es kommt ein breites Spektrum an Bodenarten vor, am häufigsten Lehm und sandiger Lehm. Relativ gross ist auch der Anteil an schluffreichen Böden.

So wie bei den Landwirtschaftsböden kann auch bei den Waldböden kein Bodenmuster als dominant bezeichnet werden. Häufig kommen ziemlich flachgründige Regosole in Kombination mit mässig tiefgründigen Kalkbraunerden und tiefgründige Braunerden in Kombination mit mässig tiefgründigen Regosolen vor. Der Anteil hangwasser- und stauwassergeprägter Böden ist relativ gross.



Abbildung 31: Beispiel eines (Wald-)Bodens in der Bodenregion 8; stark saure, schwach pseudogleyige, sehr tiefgründige Parabraunerde, lehmreicher Sand, kieshaltig (Foto WSL)

3.7 BÖDEN AUF BACHSCHUTTFÄCHERN

3.7.1 Bodenregion 9: Böden aus Bachschutt

Die Bodenregion 9 umfasst eine Fläche von 1'498 ha. Das in Bachschuttfächern abgelagerte Geschiebe liefert hier das Ausgangsgestein für die Bodenbildung.

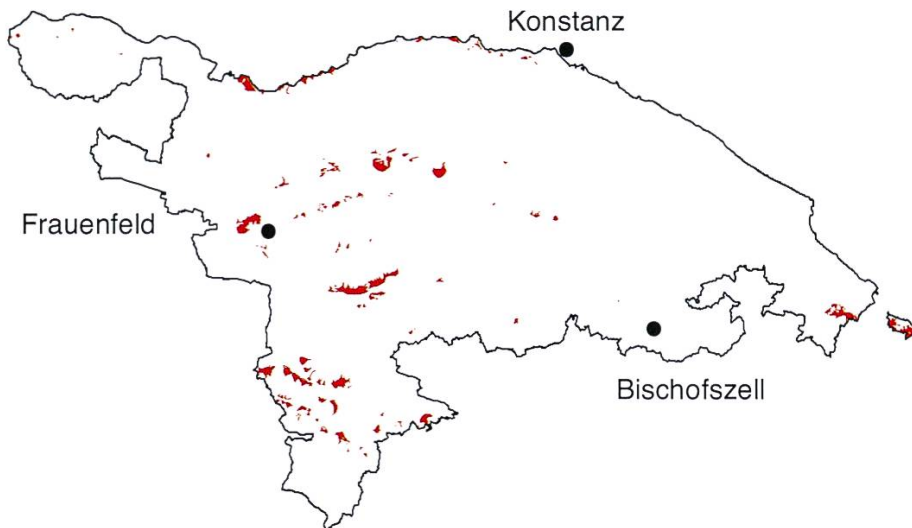


Abbildung 32: Übersicht Bodenregion 9

Kegelförmige Landschaftselemente im Bereich von Einmündungen der Seitentäler sind für diese Bodenregion charakteristisch. Auch die unteren Hangpartien des Imbergs sind durch Bachschuttfächer überlagert.

Bei der Definition der Bodenmuster wurden die Grösse und die Steilheit des Einzugsgebietes, die Ausprägung der Schuttfächer sowie die Exposition berücksichtigt. Die Bodenregion 9 wird in 133 Kartenpolygone unterteilt – davon werden nur 4 Kartenpolygone waldbetont genutzt.

Am meisten verbreitet sind die Bodenmuster grundfeuchte, tiefgründige Kalkbraunerden, kombiniert mit gleyigen, mässig tiefgründigen Braunerden. Diese sind kennzeichnend für Schuttfächer mit flachem Einzugsgebiet. Darüber hinaus kommen tiefgründige Kalkbraunerden, kombiniert mit tiefgründigen Braunerden vor. Diese werden von grundwasserbeeinflussten, mässig tiefgründigen Braunerden begleitet. Diese sind kennzeichnend für flache Schuttfächer mit einem steilen Einzugsgebiet.

Die häufigste Bodenart ist im Oberboden und Unterboden sandiger Schluff.

3.8 ANTHROPOGEN STARK VERÄNDERTE BÖDEN

3.8.1 Bodenregion 10: Anthropogen veränderte Böden

In der Bodenregion 10 sind stark anthropogen veränderte Böden (Auffüllungen, Rekultivierungen etc.) zusammengefasst. Diese Bodenregion wurde in der Bodenübersichtskarte als rot schraffierte Fläche überlagert.

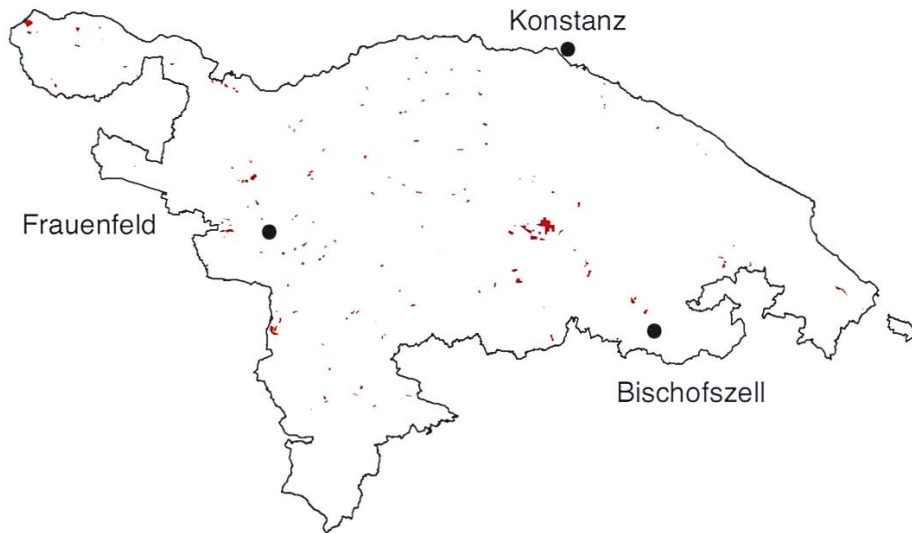


Abbildung 33: Übersicht Bodenregion 10

Da keine Informationen bezüglich der Bodeneigenschaften vorliegen, werden in der Bodenübersichtskarte die Bodeneigenschaften, die vermutlich vor den menschlichen Eingriffen vorhanden waren, dargestellt.

4 SCHLUSSWORT

Die Bodenübersichtskarte beschreibt die Eigenschaften des Bodens – der obersten, unversiegelten Erdschicht, in der Pflanzen wachsen können – und schliesst somit die Lücke zwischen den bereits im Kanton Thurgau vorhandenen Kartenwerken «Übersichtskarte der Waldstandorte» und «Geologische Übersichtskarte».

Sie liefert eine generelle Übersicht über die Böden des Kantons Thurgau. Die meisten bodenkundlichen Informationen, die in den letzten vier Jahrzehnten auf dem Kantonsgebiet erhoben wurden und als Feldprotokolle und Manuskriptkarten an diversen Orten archiviert waren, wurden zusammengetragen, aufgearbeitet und stehen nun digital als GIS-Applikation den Anwendern zur Verfügung. Der Weg für eine interdisziplinäre und effiziente Nutzung der Bodendaten ist somit offen.

Die Bodenübersichtskarte ist eine dynamische, immer weiter zu entwickelnde Grundlage. Die laufende Integration von neu erhobenen Bodendaten erlaubt die Bodenmuster auf ihre Plausibilität hin zu prüfen und gegebenenfalls den neuen Erkenntnissen anzupassen.

Die Verfügbarkeit der Bodenübersichtskarte im Geographischen Informationssystem bringt neben den erwähnten Vorteilen aber auch Gefahren einer ungeeigneten Verwendung mit sich. Obwohl die Karte in diversen Massstäben dargestellt werden kann, bleibt die Informationsdichte und auch die Informationsqualität der Kartenpolygone im Bereich des Erhebungsmassstabes von 1: 50'000. Die punktuellen Daten können massstabunabhängig genutzt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass einige Erhebungen mehrere Jahrzehnte alt sind und nur grob den heute üblichen Standards angepasst werden konnten.

Adressen der Verfasser:

Dr. Jiri Presler
BABU GmbH
Büro für Altlasten, Boden und Umwelt
Rautistrasse 13
8047 Zürich

Martin Zürrer
myx GmbH
Florastrasse 42
8610 Uster

Geri Kaufmann
Kauffmann und Bader GmbH
Hauptstrasse 48
4500 Solothurn