

Amt für Umwelt des Kantons TG
Amt für Raumplanung des Kantons TG

Bodenübersichtskarte Kanton Thurgau, 1:50'000 (BÜK-TG)

Schlussbericht



September 2005

Inhaltsverzeichnis

Impressum

Vorwort

0.	Glossar	I
0.1	Wichtigste Begriffe	I
0.2	Abkürzungen	VII
1.	Einführung	1
1.1	Auftrag	1
1.1.1	Inhalt	1
1.1.2	Zielsetzung	1
1.2	Trägerschaft	1
2.	Vorarbeiten	2
2.1	Machbarkeitsstudie	2
2.2	Testphase	3
2.2.1	Projektentwicklung	3
2.2.2	Testgebiete	3
2.2.3	Ergebnisse Testgebiete 1, 2 und 3	3
2.3	Projekthandbuch	7
3.	Projektorganisation Ausführung	9
4.	Grundlagen	10
4.1	Bodenkarten und Bodendaten – wichtige Planungsinstrumente	10
4.2	Natürliche Rahmenbedingungen im Kanton Thurgau	12
4.2.1	Wie der Boden entsteht	12
4.2.2	Faktoren der Bodenbildung	12
5.	Methodisches Vorgehen	15
5.1	Kartierungskonzept	15
5.2	Festlegung des Kartierungsperimeters	15
5.3	Definition und Abgrenzung der Bodenregionen	16
5.3.1	Konzept	16
5.3.2	Definition der Bodenregionen und Bodennebenregionen	17
5.4	Unterteilung nach Nutzung	23
5.4.1	Konzept	23
5.4.2	Vorgehen	23
5.5	Unterteilung nach Geländeform, Hangneigung und Exposition	24

5.5.1	Konzept	24
5.5.2	Vorgehen	24
5.6	Unterteilung nach Waldgesellschaften	24
5.6.1	Konzept	24
5.6.2	Vorgehen	26
5.7	Fixpunkte	27
5.7.1	Bedeutung der Fixpunkte für die BÜK	27
5.7.2	Quellen, Codierung und Bewertung	28
5.7.3	Parameter	29
5.7.4	Bereinigung und Ergänzung	31
5.8	Bodenmuster generelles Konzept	37
5.9	Bodenmuster Landwirtschaftsböden	37
5.9.1	Erarbeitung der Bodenmuster	37
5.9.2	Zuordnung der Bodenmuster	38
5.10	Bodenmuster Waldböden	39
5.10.1	Erarbeitung der Bodenmuster	39
5.10.2	Zuordnung der Bodenmuster	40
5.11	Schlussbetrachtung methodisches Vorgehen	41
6.	Fallbeispiel: Vorgehen und Ergebnisse	45
6.1	Einführung	45
6.2	Abgrenzung des Kartierungsperimeters	45
6.3	Grundlage Bodeneignungskarte (BEK 200)	47
6.4	Karte der Bodenregionen, Grundlage BEK 200	49
6.5	Grundlage Geologische Übersichtskarte	51
6.6	Karte der Bodenregionen, Grundlage Geologie	53
6.7	Karte der Nebenregionen, Grundlage Geologie	55
6.8	Gliederung nach Nutzung	57
6.9	Bodeneinheiten und Vegetationseinheiten Wald	59
6.10	Grenze der Bodeneinheiten auf Orthophotos	61
6.11	Bodeneinheiten BÜK auf Manuskriptkarte FAL	63
6.12	Fixpunkte	65
6.13	Bodenübersichtskarte, Hauptboden	67
6.14	Bodenübersichtskarte, Nebenboden	69
6.15	Bodenübersichtskarte, Begleitboden	71
6.16	Auswertungskarte Bodenart des Oberbodens	73
7.	Die Böden des Kantons Thurgau	75
7.1	Bodenregion R1	75
7.1.1	Fixpunkte	75
7.1.2	Bodenregion R1: BÜK-Eckdaten	76

7.2	Bodenregion R2	80
7.3	Bodenregion R3	81
7.4	Bodenregion R4	83
7.5	Bodenregion R5	85
7.6	Bodenregion R6	87
7.7	Bodenregion R7	88
7.8	Bodenregion R8	90
7.9	Bodenregion R9	92
7.10	Bodenregion R10	93
8.	Schlusswort	94
	Literatur- und Grundlagenverzeichnis	95

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Konzept der BÜK gemäss Testphase (vereinfacht)	6
Abbildung 2: Methodisches Vorgehen gemäss Handbuch [1]	8
Abbildung 3: Projekt Bodenübersichtskarte Kanton TG: Organigramm	9
Abbildung 4: Kartierung der Geländeform in Abhängigkeit vom Kartierungsmassstab	11
Abbildung 5: Die Bodenentwicklung im Laufe der Zeit (aus [14])	12
Abbildung 6: Grundlage für die Gruppierung der Waldgesellschaften: Beispiele	25
Abbildung 7: Originalbohrprotokoll Wil, 1975	31
Abbildung 8: Originalprofilblatt Tänikon, 1977	33
Abbildung 9: Bsp. Ökogramm (Quelle [9])	39
Abbildung 10: Von der Bodenregion zum Bodenmuster	43
Abbildung 11: Synthese Kartierung Waldböden	44
Abbildung 12: Abgrenzung des Kartierungsperimeters	46
Abbildung 13: Bodeneignungskarte (BEK 200)	48
Abbildung 14: Karte der Bodenregionen; Grundlage Bodeneignungskarte (BEK 200)	50
Abbildung 15: Geologische Übersichtskarte	52
Abbildung 16: Karte der Bodenregionen	54
Abbildung 17: Karte der Nebenregionen	56
Abbildung 18: Dominanten Bodennutzung	58
Abbildung 19: Vergleich der Polygone der BÜK mit jenen der Karte der Waldgesellschaften	60
Abbildung 20: Bodeneinheiten der BÜK (rot) projiziert auf Orthophoto	62
Abbildung 21: Bodeneinheiten der BÜK (rot) projiziert auf FAL-Manuskriptkarte	64
Abbildung 22: Fixpunkte im Bereich des Fallbeispiels	66
Abbildung 23: BÜK, eingefärbt nach Wasserhaushaltsgruppe des Hauptbodens	68
Abbildung 24: BÜK, eingefärbt nach Wasserhaushaltsgruppe des Nebenbodens	70
Abbildung 25: BÜK, eingefärbt nach Wasserhaushaltsgruppe des Begleitbodens	72
Abbildung 26: Hauptboden, Bodenart des Oberbodens	74
Abbildung 27: Bodenregion R1, Thurthal bei Felben	76
Abbildung 28: Profil LP03, Wald	76
Abbildung 29: Bodenregion R2, Loo bei Stettfurt im Lauchetal	80
Abbildung 30: Profil LP12P, Landwirtschaft	80
Abbildung 31: Bodenregion 3, verlandete Senke zwischen Wallmoränen unterhalb von St. Pelagiberg	81
Abbildung 32: Profil LP09Z, Landwirtschaft	81
Abbildung 32: Bodenregion R4, Seerücken bei Schwaderloh	83
Abbildung 33: Profil LP14P, Landwirtschaft	83
Abbildung 34: Bodenregion R5, Wallmoräne oberhalb Gertau	85

Abbildung 35: Profil LP10P, Landwirtschaft	85
Abbildung 36: Bodenregion R6, Pfy, Räßberg	87
Abbildung 37: Profil LP04P, Landwirtschaft	87
Abbildung 38: Bodenregion R7, Gebiet mit Gehängelehm	88
Abbildung 39: Profil LP06Z, Landwirtschaft	88
Abbildung 40: Bodenregion R8, Wellenberg	90
Abbildung 41: Bodenprofil D20, Wald	90

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Kartenauflösung in Abhängigkeit des Kartierungsmassstabes	10
Tabelle 2: Definitionen der Bodenregionen und Bodennebenregionen	18
Tabelle 3: Gruppierung der Waldgesellschaften zu Grosseinheiten gemäss [11]	25
Tabelle 4: Flächenstatistik der Grosseinheiten	26
Tabelle 5: Zusammenstellung der Anzahl Fixpunkte pro Gemeinde	28
Tabelle 6: Bewertung der Fixpunkte	29
Tabelle 7: Liste der Fixpunktattribute	30
Tabelle 8: Bohrungen Wil, Vergleich Archivdaten / BÜK-Daten	32
Tabelle 9: Bodenprofile Tänikon, Vergleich Archivdaten / BÜK-Daten	35
Tabelle 10: Bohrungen WSL, Vergleich Archivdaten / BÜK-Daten	36
Tabelle 11: Statistik Fixpunkte Landwirtschaftsböden	75
Tabelle 12: Statistik Fixpunkte Waldböden	76
Tabelle 13: R1: Flächenanteile der Nutzungskategorien	77
Tabelle 14: R1: Flächenstatistik Polygone	78
Tabelle 15: R1: Flächenanteile der Bodenmuster, Landwirtschaftsböden	78
Tabelle 16: R1: Kurzcharakterisierung der wichtigsten Bodenmuster	79

Impressum

AUFTRAGGEBER

Amt für Umwelt des Kantons Thurgau
Amt für Raumplanung des Kantons Thurgau

PROJEKTLEITUNG

Ursin Ginsig (Projektleiter) und Dr. Jürg Hertz, Amt für Umwelt
Ueli Hofer und Christian Oettli, Amt für Raumplanung

AUTOREN

Dr. Jiri Presler (BABU GmbH Büro für Altlasten, Boden und Umwelt, Zürich)
Martin Zürrer (myx GmbH Bodenökologie Umweltberatung, Uster)
Gerik Kaufmann (Kaufmann + Bader Forstingenieure / Umweltfachleute, Solothurn)

BEGLEITGRUPPE

Anita Enz, Amt für Umwelt
Dr. Hubert Frömelt, Amt für Raumplanung
Kurt Baumann, Landwirtschaftliches Bildungs- und Beratungszentrum Arenenberg
Dr. Marco Baumann, Amt für Umwelt
Michael Boller, Amt für Geoinformation
Dr. Peter Lüscher, Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL)
Vittorio Martinelli, Amt für Geoinformation
Erich R. Müller, Amt für Umwelt
Dr. Heinrich Naef, Büro für angewandte Geologie & Kartografie
Jakob Nievergelt, Agroscope FAL Reckenholz
Walter Schild, Landwirtschaftsamt
Gerold Schwager, Forstamt

BEZUGSQUELLE

Amt für Umwelt
Bahnhofstrasse 55
8510 Frauenfeld
052 724 24 73

Vorwort

Der Regierungsrat des Kantons Thurgau hat am 19. Dezember 2002 beschlossen, eine Bodenübersichtskarte im Massstab 1:50'000 erarbeiten zu lassen. Der Auftrag für die Erstellung der Bodenübersichtskarte wurde an die Arbeitsgemeinschaft BABU GmbH, Büro für Altlasten, Boden und Umwelt, Zürich, myx GmbH, Bodenökologie und Umweltberatung, Uster, Kaufmann und Bader, Forstingenieure und Umweltfachleute, Solothurn, erteilt.

Ziel des Auftrages war, eine Übersichtskarte mit den typischen Böden und Bodengesellschaften zu erhalten damit der Boden und dessen Qualität bei Entscheiden angemessen berücksichtigt wird. Die Übersicht soll insbesondere als Grundlage in der regionalen und kantonalen Raumplanung, dem Bodenschutz und der Öffentlichkeitsarbeit dienen.

Als Grundgerüst für das Projekt lagen Manuskriptkarten vor sowie weitere Bodendaten der eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau in Zürich Reckenholz (FAL). Mit dem vorliegenden Projekt sollten diese Daten gesichert und zugänglich gemacht werden. Im Thurgau ist seit dem Jahr 2001 eine Waldstandortskarte 1:50'000 vorhanden. Die eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf (WSL) hatte im Rahmen dieser Standortkartierung bodenkundliche Daten in den Thurgauer Wäldern erarbeitet. Mittels dieser Unterlagen sollte die Bodenübersichtskarte auch für die Waldgebiete erarbeitet werden.

Als Resultat liegt jetzt eine Bodenübersichtskarte vor, welche auch das Waldareal umfasst. Viele Archivdaten wurden aufgearbeitet und zugänglich gemacht. Durch die digitale Bearbeitung steht nun ein eigentliches Informationsinstrument zur Verfügung, das neben den Übersichten auch genaue Daten zu einzelnen Bodenprofilen enthält. Der Kanton verfügt jetzt somit über ein ausbaufähiges Bodeninformationssystem.

Mit dem Entscheid eine kostengünstige Bodenübersichtskarte im Massstab 1:50'000 zu erarbeiten, wurde ein neuer Weg mit vielen Herausforderungen beschritten. Dass nun ein gelungenes Werk vorliegt ist der Verdienst sehr vieler Beteiligten. Der Dank für die hervorragende Arbeit gilt dem grossen Engagement der Auftragnehmer, dem bereitwilligen Einbringen des Fachwissens sowie der Daten der Forschungsanstalten FAL und WSL, der konstruktiven Zusammenarbeit in der kantonalen Projektgruppe und in der Begleitgruppe.

Nun steht die Bewährungsprobe des neuen Bodeninformationssystems bevor. Die Nutzung als Entscheidungsgrundlage und die konsequente Nachführung stehen dabei im Vordergrund.

Frauenfeld, 22. Juli 2005

Amt für Umwelt

Amt für Raumplanung

0. Glossar

0.1 Wichtigste Begriffe

Übernommen aus [14] modifiziert und ergänzt.

Begriffe	Erklärungen
Alluvionen	Geologisch junge (in der Regel holozäne) Anschwemmungsprodukte im Bereich von Tälern, Niederungen und Seeufern.
Alluvial (Boden-Untertyp)	Gemäss "Klassifikation der Böden der Schweiz" [20]: Im Wasser sedimentiertes Muttermaterial von mehr als 40 cm Dicke, die Schichtung ist noch erkennbar.
Ausgangsgestein	„Ausgangsgestein für die Bodenbildung“ auch „Muttergestein“, "Muttermaterial" oder „Substrat“ genannt. Mineralisches Gestein aus dem der Boden in Laufe der Zeit unter Einwirkung der bodenbildenden Prozesse entstanden ist (z.B. Schotter, Löss, Kalkstein, Mergel etc.).
Begleitboden	BÜK-Begriff: Ein Bodenmuster besteht aus Hauptboden, Nebenboden und Begleitboden. Der Begleitboden ist die Bodenform, die in einer bestimmten Bodeneinheit kleinflächig vorkommen kann, z.B. ein Gley in lokalen Senken und Mulden.
Blöcke	Bodenskelettanteil mit einem Durchmesser grösser als 20 cm.
Boden (allgemein)	Oberste Schicht der Erdkruste in der Pflanzen wachsen können. In der Schweiz in der Regel zwischen einigen Zentimetern (z.B. junge Gebirgsböden) und ca. 2 Meter mächtig (z.B. gut entwickelte Böden auf Löss).
Boden (gewachsen)	Ein natürlich entstandener Boden ohne wesentliche Veränderungen durch den Menschen (wie z.B. Überschüttung, Umschichtung etc.). Trotz der Veränderung des Bodens durch Bodenbearbeitung wird ein ackerbaulich genutzter Boden noch als „gewachsen“ bezeichnet.
Bodenart	Auch „Körnung der Feinerde“ oder „Textur“ genannt, bezeichnet die Klassen der verschiedenen Kombinationen der Gewichtsverhältnisse von Ton, Schluff und Sand in der Feinerde. Nach der „Schweizerischen Bodenklassifikation“ wird z.B. ein Boden mit einem Tongehalt zwischen 20 und 30 % und einem Schluffgehalt von weniger als 50 % als die Bodenart „Lehm“ bezeichnet.
Bodeneinheit	Die von den Kartierern auf der Bodenkarte abgegrenzte Fläche, deren Bodeneigenschaften und die Geländeform in einem engen Bereich variieren. Die BÜK wird im Kleinmassstab erarbeitet. Die Bodeneinheiten sind demzufolge immer als Bodenkomplexe zu betrachten (vgl. Bodenkomplexe, Bodenmuster).
Bodenerosion	Ablösung und Abtransport von Bodenteilchen von der Bodenoberfläche durch Wasser oder Wind. Die Bodenerosion führt zu irreversiblen Bodenverlusten.

Bodenertragsfähigkeit	Die Fähigkeit des Bodens die (Pflanzen-) Produktionsfunktion für die Land- und Forstwirtschaft zu gewährleisten. So ist z.B. an gleichem Standort ein flachgründiger Boden weniger ertragsfähig als ein tiefgründiger Boden. Nicht zu verwechseln mit dem Begriff „Bodenfruchtbarkeit“!
Bodenfließen	Auch „Solifluktion“ genannt. Umlagerung der oberflächennahen Bodenschichten auf Hängen unter eiszeitlichem Frostwechselklima. Vermischung von verschiedenen Bodensubstraten. Es handelt sich in der Regel um einen relativ langsamen Vorgang.
Bodenform	Klassifikationsstufe (6. Stufe der Schweizerischen Bodenklassifikation) auf welcher die Bodeneinheiten abgegrenzt werden. Böden, die bezüglich der Bodenklasse, der Bodenordnung, des Bodenverbandes, des Bodentyps, des Bodenuntertyps, der Bodenart, des Skelettgehaltes und der pflanzennutzbaren Gründigkeit keine wesentlichen Unterschiede aufweisen, werden der gleichen Bodenform zugeordnet.
Bodenfruchtbarkeit	Die Bodenfruchtbarkeit ist ein Begriff, der den natürlichen, standorttypischen Zustand des Bodens umschreibt. Ein Boden, der seine standorttypischen Eigenschaften besitzt, ist demzufolge als „fruchtbar“ zu bezeichnen. Dementsprechend ist die Fruchtbarkeit eines Bodens, der z.B. durch menschliche Eingriffe in seinen standorttypischen Eigenschaften verändert wurde, beeinträchtigt. Dies trifft auch dann zu, wenn die Ertragsfähigkeit des Bodens durch die Eingriffe verbessert wurde.
Bodengefüge	Auch „Struktur“ genannt. Bezeichnung für die Form in welcher die einzelnen Bodenbestandteile (Ton, Schluff, Sand und organische Substanz) zusammengehalten werden. Die Schweizerische Bodenklassifikation [vgl. 17] kennt für vorwiegend mineralische Bestandteile die folgenden Gefügeformen: Krümel, Subpolyeder, Polyeder, Prismen, Platten, kohärent, Einzelkorn und für organisches Material: schwammig, filzig und blättrig.
Bodengerüst	Bezeichnung für die festen Bestandteile des Bodens: Gesteine und Gesteinsrelikte, Sekundärminerale (durch Bodenbildung entstanden) und organische Substanz.
Bodenhorizonte	Durch die Bodenbildung entstandene, charakteristische, in der Regel horizontale Schichten des Bodens. Die Schweizerische Bodenklassifikation [vgl. 17] unterscheidet zwischen 8 verschiedenen Haupthorizonten: O (organischer Auflagehorizont), A (organo-mineralischer Oberbodenhorizont), B (Mittelbodenhorizont), E (Auswaschungshorizont), I (Einwaschungshorizont), T (Torfhorizont), C (Ausgangsmaterial) und R (Felsunterlage).
Bodenklasse	1. Stufe der Schweizerischen Bodenklassifikation: Die Böden werden nach Wasserhaushalt in 8 Klassen unterteilt.
Bodenlokalform	Abgekürzt als „Lokalform“ bezeichnet. Die Bodenformen werden aufgrund von lokalen Standortfaktoren (z.B. Geländeform, Exposition, Höhenlage etc.) weiter in verschiedene Lokalformen unterteilt.
Bodenlösung	Auch „Bodenwasser“; das gesamte sich im Boden befindende Wasser.

Bodenmuster	BÜK-Begriff: Die Bodeneigenschaften der Bodeneinheiten (Polygone) werden mittels Bodenmustern charakterisiert. Ein Bodenmuster besteht aus Hauptboden, Nebenboden und Begleitboden. Die Bodenmuster der Waldböden bestehen nur aus Haupt- und Nebenboden – es wurde kein Begleitboden definiert.
Bodennebenregion	BÜK-Begriff: Zweite Gliederungsebene der BÜK. Die 10 Bodenregionen werden weiter in sog. Bodennebenregionen unterteilt, z.B. die Bodenregion R2 wird weiter nach Ausgangsgestein für die Bodenbildung in die Bodenregionen R2a, R2b und R2c gegliedert.
Bodenordnung	2. Stufe der Schweizerischen Bodenklassifikation: Die Böden werden nach dem Bodengerüstaufbau in 5 Klassen unterteilt.
Bodenprofil	Abgekürzt als „Profil“ bezeichnet – ein senkrechter Aufschluss durch alle Bodenhorizonte. In der Regel handelt sich um eine fachmännisch aufbereitete Wand einer (Profil-) Grube.
Bodenreaktion	Auch als „Bodenazidität“, „Säuregrad“ oder „pH-Wert“ bezeichnet (siehe pH-Wert).
Bodenregion	BÜK-Begriff: Erste Gliederungsebene der BÜK. Die Böden des Kantons TG werden aufgrund des Ausgangsgesteins für Bodenbildung in 10 Bodenregionen unterteilt.
Bodenrutschen	Abgleiten des Bodens über wassergesättigten Schichten. Im Vergleich zum Bodenfließen handelt es sich um einen relativ schnellen Vorgang, welcher oft auch den Untergrund erfasst.
Bodentyp	4. Stufe der Schweizerischen Bodenklassifikation: Klassierung des Bodens aufgrund der kennzeichnenden Perkolate – es wird zwischen 10 verschiedenen Perkolaten unterschieden.
Bodenuntertyp	Abgekürzt als „Untertyp“ bezeichnet. 5. Stufe der Schweizerischen Bodenklassifikation: Unterteilung der Bodentypen nach der Ausprägung und Entwicklung der Bodenmerkmale.
Bodenverband	3. Stufe der Schweizerischen Bodenklassifikation: Klassierung der Böden nach chemischen und mineralogischen Komponenten des Bodengerüstes in 10 verschiedene Klassen.
Bodenvielfalt	Für jede Naturlandschaft ein charakteristisches Spektrum an verschiedenen Böden. Die landwirtschaftliche Nutzung führt in der Regel zur Verringerung der Bodenvielfalt.
Catena	Für einen Landschaftsausschnitt typische Abfolge von Bodenformen.
Drumlin	Allseits abgerundete Hügel aus kiesigem Moränegestein. Zur Entstehung der Drumlins wird angenommen, dass sie unter bewegtem oder zwischen abschmelzendem Gletschereis geformt wurden. Im Detail ist die Entstehung der Drumlins noch nicht abschliessend geklärt (vgl. R. Hantke und G. Wagner 2003, in [16]).
Exposition	Ausrichtung eines Hanges nach Himmelsrichtungen (Nord, Südwest, etc.)
Feinerde	Bodenfraktion mit einem Korndurchmesser kleiner als 2 mm.

Fruchtfolgefläche	Fruchtfolgeflächen sind Teil der für die Landwirtschaft geeigneten Gebiete; sie umfassen das ackerfähige Kulturland, vorab das Ackerland und die Kunstwiesen in Rotation sowie die ackerfähigen Naturwiesen. Sie werden mit Massnahmen der Raumplanung gesichert.
Geländeform	In der Bodenkartierung werden aus Neigung und Form (z.B. gewölbt, unregelmässig etc.) des Geländes Klassen gebildet, die als Geländeformen bezeichnet werden – es werden 26 Geländeformen unterschieden (vgl. [20]).
Gestein	Eine natürlich verfestigte Bildung die aus Mineralen, Bruchstücken von Mineralen oder anderen Gesteinen, Organismenresten usw., aufgebaut ist. Je nach ihrer Entstehung unterscheidet man magmatische Gesteine, Sedimentgesteine und metamorphe Gesteine.
GIS	„Geographisches Informationssystem“: Software für die Verwaltung, Verarbeitung, Auswertung und Darstellung von raumbezogenen Daten.
Grundwasser (aus bodenkundlicher Sicht)	Ständig vorhandenes Wasser, das sämtliche Hohlräume des Bodens oder zumindest Teile davon vollständig ausfüllt. Nicht immer gleich zu setzen mit dem Begriff des Grundwassers nach hydrogeologischen Kriterien.
Haftwasser	Das im Boden gegen Schwerkraft gehaltene Wasser.
Hanglehm	Vorwiegend durch das Bodenfließen, weniger durch das Bodenrutschen entstandenes Bodenmaterial auf den Hängen.
Hangschutt	Auch „Gehängeschutt“ genannt. Durch Steinschlag und Bergrutsch entstandenes Material. Oft in oberen Steilhangbereichen unter Felswänden vorhanden. In tieferen Hanglagen oft mit Hanglehm vermischt.
Hangwasser (aus bodenkundlicher Sicht)	Sich auf Hängen unter Einwirkung von Schwerkraft parallel zur Bodenoberfläche (hangabwärts) bewegendes Wasser.
Hauptboden	BÜK-Begriff: In einer Bodeneinheit die flächenmässig wichtigste Bodenform eines Bodenmusters.
Humus	Die Gesamtheit der „organischen Substanz“ im Boden wird als „Humus“ bezeichnet.
Kalkstein	Sedimentgestein mit einem Carbonatgehalt von mindestens 85 %.
Kapillarwasser	Der Teil des Haftwassers, der in Boden-Kapillaren gegen die Schwerkraft aufsteigen kann.
Kies	Anteil des Bodenskeletts mit einem Korndurchmesser zwischen 0.2 und 5 cm.
Kolluvium	In Akkumulationslagen (Mulden, Hangfuss) eingespültes Bodenmaterial. Oft dem Hanglehm ähnlich.
Komplexe	Bodeneinheiten, die aus verschiedenen Bodenformen und/oder verschiedenen Geländeformen bestehen werden als „Komplexe“ bzw. als „zusammengesetzte Bodeneinheiten“ bezeichnet.
Löss	Während den Eiszeiten aus den Talebenen ausgewehtes und auf benachbarten, höher liegenden Flächen abgelagertes Oberbodenmaterial mit einem hohen Anteil an Schluff und Feinsand. Mehr oder weniger kalkhaltig.
Lösslehm	Verwitterter, abgespülter und oft mit anderen feinkörnigen Substraten vermischter Löss. Lösslehm enthält in der Regel mehr Ton als reiner Löss.

Mergel	Sedimentgestein aus Kalk und Ton mit variablen Anteilen an Schluff und Sand (Tonmergel, Schluffmergel). Der Carbonatgehalt liegt zwischen 10 und 85 %.
Mineral	Bezüglich seiner physikalischen und chemischen Beschaffenheit stofflich einheitlicher natürlicher Bestandteil der Gesteine. Abgesehen von einigen Ausnahmen kommen Minerale in kristalliner Form vor.
Molasse	Nachträglich mehr oder weniger verfestigte, tertiäre Gesteinsablagerungen, entstanden durch die Erosion der Alpen. Als Ausgangsgestein für die Bodenbildung sind im Kanton TG vor allem die Gesteine der "Oberen Süsswassermolasse" (Sandsteine, Mergel, Konglomerate) von Bedeutung.
Moräne	Gesteinsschutt, der vom Gletscher mitgeführt und zur Ablagerung gebracht wird. Die Moräne besteht somit aus Gesteinen des Einzugsgebietes des jeweiligen Gletschers.
Muttergestein	siehe „Ausgangsgestein“ für die Bodenbildung
Nebenboden	BÜK-Begriff: In einer Bodeneinheit die flächenmässig zweitwichtigste Bodenform eines Bodenmusters.
Ökogramm	Graphische Darstellung der Beziehungen zwischen Waldgesellschaften, Bodenazidität und Bodenfeuchte.
organische Substanz des Bodens	Alle in und auf dem mineralischen Boden sich befindenden, abgestorbenen pflanzlichen und tierischen Stoffe und deren organische Umwandlungsprodukte (vgl. auch Humus).
Perkolate	Im Bodenwasser gelöste oder dispergierte Substanzen, die mit dem Sickerwasser aus dem Boden ausgewaschen oder mit dem Kapillarwasser dem Boden zugeführt werden können.
Pflanzennutzbare Gründigkeit	Auch „physiologische Gründigkeit“ genannt. Es ist die Mächtigkeit der durchwurzelbaren Feinerde. Sie wird ermittelt, indem vom gesamten durchwurzelbaren Bodenbereich alle nicht pflanzennutzbaren Partien (Skelett, ständig reduzierte Zonen, verdichtete Schichten etc.) abgezogen werden.
pH-Wert	Ein Mass für die „Bodenazidität“ auch „Säuregrad“ genannt. Der pH-Wert wird potentiometrisch in einer Boden / Wasser Suspension oder in einer Suspension von Boden und stark verdünntem Kalziumchlorid gemessen. Die Schweizerische Bodenklassifikation [17] unterscheidet zwischen folgenden pH-Wert-Klassen (Kalziumchlorid): >6.7: alkalisch 6.2 – 6.7: neutral 5.1 – 6.1: schwach sauer 4.3 – 5.0: sauer 3.3 – 4.2: stark sauer < 3.3: sehr stark sauer
Polygon (aus der Sicht der Bodenkartierung)	Auf der Karte (Bodenkarte, Eignungskarte, Risikokarte) abgegrenzte Fläche mit gleichen Eigenschaften.
Profilgrube	Von Hand oder mit einem Bagger ausgehobene Grube, die alle Bodenhorizonte erfasst.
Profilwand (Profil)	Siehe unter „Bodenprofil“.
Riss Eiszeit	Eiszeit mit einer ausgedehnten Vergletscherung vor etwa 100'000 bis 300'000 Jahren.
Sand	Mineralische Bodenbestandteile mit einem Korndurchmesser zwischen 0.05 und 2 mm.

Säuregrad	siehe „pH-Wert“.
Schluff	Mineralische Bodenbestandteile mit einem Korndurchmesser zwischen 0.002 und 0.05 mm.
Schotter	Ablagerungen eiszeitlicher und nacheiszeitlicher Flüsse. Sie bestehen vorwiegend aus gut gerundetem Kies und Steinen mit variablem Sandanteil.
Sickerwasser (aus bodenkundlicher Sicht)	Bodenwasser, das sich unter der Einwirkung der Schwerkraft im Boden frei bewegt.
Skelett (aus bodenkundlicher Sicht)	Mineralische Bodenbestandteile mit einem Korndurchmesser grösser als 2 mm.
Stauwasser	Zeitweilig im Boden auftretendes, bewegliches Wasser über einer wasserstauenden Bodenschicht.
Steine	Anteil des Bodenskeletts mit einem Korndurchmesser zwischen 5 und 20 cm.
Substrat (geologisches)	siehe „Ausgangsgestein“
Ton	Mineralische Bodenbestandteile mit einem Korndurchmesser von weniger als 0.002 mm
Tonverlagerung	Auch „Lessivierung“ oder „Illimerisation“ genannt. Abwärtsverlagerung der Tonfraktion im Boden. Dabei verarmen die obersten Bodenschichten an Ton, während in tieferen Bodenschichten Ton angereichert wird. Dieser Prozess ist charakteristisch für Parabraunerden.
Verwitterung chemisch	Chemische Reaktionen im Boden durch welche die Minerale in ihrer chemischen Zusammensetzung verändert werden.
Verwitterung physikalisch	Prozesse, durch welche Gesteine und Minerale in kleinere Bestandteile zerfallen, ohne sich dabei chemisch zu verändern.
Wärm Eiszeit	Die letzte Eiszeit vor etwa 13'000 bis 100'000 Jahren.

0.2 Abkürzungen

Abkürzungen	Erklärungen
AfU	Amt für Umwelt
BABU	BABU GmbH Büro für Altlasten, Boden und Umwelt
BEK	Bodeneignungskarte 1:200'000
BGU	Beratungsgemeinschaft für Umweltfragen, Zürich
BÜK	Bodenübersichtskarte Kanton Thurgau 1:50'000
DHM	Digitales Höhenmodell
FAL	Agroscope Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau
GIS	Geografisches Informationssystem
K + B	Kaufmann + Bader GmbH Forstingenieure / Umweltfachleute, Solothurn
LK25	Landeskarte der Schweiz 1:25'000
myx	myx GmbH Bodenökologie Umweltberatung, Uster
OKT	Oberkante Terrain

1. Einführung

1.1 Auftrag

1.1.1 Inhalt

Die Qualität des Bodens im Kanton Thurgau soll zur Erleichterung verschiedener Vollzugsaufgaben „sichtbar“ gemacht werden. Dazu wird eine Übersichtskarte im Massstab 1:50'000 mit den typischen Böden und Bodengesellschaften sowie deren Eigenschaften in der Tiefe erstellt.

1.1.2 Zielsetzung

Die Karte dient als Diskussions- und Entscheidungsgrundlage:

- Bei der regionalen Richtplanung / Ortsplanung
- bei Vorabklärungen von Grossprojekten
- bei der Beurteilung von Bauvorhaben ausserhalb der Bauzone
- bei der Beantwortung von Fragen zum Bodenschutz
- bei Gefährdungsabschätzungen über den ganzen Kanton (Übersicht)
- als Informationsinstrument bei der Öffentlichkeitsarbeit sowie bei Schulungen.

Im Zentrum stehen dabei der quantitative Bodenschutz (z.B. Schutz vor irreversiblen Bodenverlusten) und der qualitative Bodenschutz (Schutz der Bodenqualität). Die Erstellung der Bodenübersichtskarte (BÜK) sichert vorhandene Daten und macht sie für eine breite Öffentlichkeit zugänglich.

Der Schwerpunkt der Bodenübersichtskarte liegt auf einem generellen Inventar der vorkommenden Bodenformen und der digitalen Aufarbeitung von bodenkundlichen Archivdaten sowie deren Visualisierung. Durch den gewählten Kleinmassstab von 1:50'000 können im Vergleich zum sonst für Detailplanungen üblichen Grossmassstab von 1:5'000 erhebliche Kosten eingespart und der Realisationszeitraum verkürzt werden.

1.2 Trägerschaft

Das Projekt wird gemeinsam zu gleichen Teilen durch das Amt für Raumplanung (ARP) und das Amt für Umwelt (AfU) getragen. Die entsprechenden Mittel waren im Budget 2003 enthalten und im Finanzplan 2004 bewilligt.

2. Vorarbeiten

2.1 Machbarkeitsstudie

In einem ersten Schritt wurden mittels einer „Machbarkeitsstudie“ [13] die bereits im Kanton vorhandenen bodenkundlichen Grundlagen zusammengetragen, quantitativ und qualitativ beschrieben und auf ihre Verwendbarkeit geprüft. Die Grundlagen wurden in vier Klassen unterteilt:

- Klasse 1: Genügende Grundlagen
- Klasse 2: Grenzen grösstenteils genügend, Inhalte stark ergänzungsbedürftig
- Klasse 3: Grenzen teilweise verwendbar
- Klasse 4: Wald, unter Mitwirkung von forstlichen Fachleuten zu evaluieren

In Anbetracht der sowohl quantitativ als auch qualitativ heterogenen Grundlagen schlägt die Machbarkeitsstudie für die Erarbeitung der BÜK ein zweistufiges Vorgehen vor:

1. Stufe: Kartieren von drei Testgebieten
2. Stufe: Kartieren der gesamten Kantonsfläche.

Als Testgebiete wurden vorgeschlagen:

- 1. Uesslingen-Buch
(sandige Alluvionen und Schotter, Molasse mit teilweiser Moräneüberdeckung, Moräne)
Ziel: Methodenentwicklung für die Erarbeitung der BÜK auf der Basis der Grundlagen der Klasse 2
- 2. Neukirch-Kradolf-Sulgen
(sandige Alluvionen und Schotter, Molasse mit teilweiser Moräneüberdeckung)
Ziel: Methodenentwicklung für die Erarbeitung der BÜK auf der Basis der Grundlagen der Klassen 1 und 3
- Berg-Birwinken
(tonige Alluvionen, Molasse mit teilweiser Moräneüberdeckung)
Methodenentwicklung für die Erarbeitung der BÜK auf der Basis der Grundlagen der Klasse 3

2.2 Testphase

2.2.1 Projektabwicklung

Die Arbeiten im Zusammenhang mit der Testphase wurden im Mai 2001 an die ARGE AMBIO-Gfeller-Pazeller vergeben.

Um die Verwendbarkeit der durch WSL und BGU erhobenen Daten im Wald zu prüfen, wurde eine Arbeitsgruppe gebildet, bestehend aus je einem Vertreter der WSL, der BGU, der FAL und der ARGE AMBIO-Gfeller-Pazeller.

2.2.2 Testgebiete

Die drei Testgebiete für Landwirtschaftsböden wurden gemäss der Machbarkeitsstufe [13] ausgewählt. Für die Beurteilung der Verwendbarkeit der (Wald-) Standortskarten wurden zusätzlich die folgenden Testgebiete untersucht:

- Testgebiet 4 (Wäldi) auf dem Seerücken
- Testgebiet 5 (Fischingen) im Hörnligebiet.

2.2.3 Ergebnisse Testgebiete 1, 2 und 3

Die Kartierungen der Testgebiete 1 bis 3 sind in den Berichten [4], [5], [6] und [7] dokumentiert. Nachfolgend werden die Ergebnisse nur soweit zusammengefasst, wie es für das Verständnis des vorliegenden Berichtes erforderlich ist.

Testgebiet 1

Das Testgebiet 1 liegt angrenzend an den Kanton Zürich und erstreckt sich von der Thurebene bei Uesslingen nordwärts über Iselisberg und Buch bis Uerschhausen und Hasensee.

Das Ziel der Testkartierung war, die Entwurfskarte Andelfingen mit einigen Bohrungen zu prüfen sowie die Bodenkarte des Kantons Zürich auf ihre Eignung als Datengrundlage für die Erarbeitung der BÜK zu testen.

Die Überprüfung der Manuskriptkarten ergab, dass:

- die Inhalte der Polygone generell schlecht nachvollziehbar und vor allem in der Thurebene kaum brauchbar sind.
- die Polygongrenzen schlecht nachvollziehbar und markante Geländekanten weitgehend nicht erfasst sind.
- die Bohrungen aus den Jahren 1974/75 eine gute Übereinstimmung zeigen und somit eine brauchbare Grundlage für die Erarbeitung der BÜK

sind.

- im nördlichen Teil des Testgebietes vor allem Drumlins, Wallmoränen und stark ausgeprägte Mulden ausgeschieden wurden, Hinweise für den bodenkundlichen Inhalt fehlen meistens – die Übernahme der Grenzen für die BÜK ist deshalb nur bedingt zu empfehlen.

Die Überprüfung der Wald-Standortskarte, bzw. der Vergleich von 47 Bohrungen mit der Interpretation der Ökogramme ergab, dass:

- im Bezug auf die "Feuchteachse" eine relativ gute Übereinstimmung vorhanden ist.
- die Korrelation zwischen den Pflanzengesellschaften und dem effektiven Säuregrad des Bodens schlecht ist – während die untersuchten Böden durchgehend sauer sind, zeigt die Vegetation oft basenreiche Verhältnisse an.

Die Bewertung der Bodenkarten (1:5'000) aus dem Kanton Zürich ergab im Bereich der Thuralluvionen, dass:

- die Übereinstimmung generell gut ist.
- für die Erarbeitung der BÜK weniger die Polygongrenzen als viel mehr die Polygoninhalte eine brauchbare Grundlage darstellen.

Testgebiet 2

Das Testgebiet 2 erstreckt sich zwischen Neukirch, Krادolf und Sulgen und umfasst das Thurtal mit dem angrenzenden Molassehügelland sowie die Drumlinlandschaft bei Sulgen.

Das Ziel der Testkartierung war die Beurteilung der Archivdaten der FAL sowie der Waldstandortkarte des Kantons Thurgau in Bezug auf ihre Eignung als Grundlage für die Erarbeitung der BÜK.

Die Überprüfung der Datengrundlage Manuskriptkarte 1:25'000, Bischofzell hat gezeigt, dass:

- die Karte als Grundlage für die Erarbeitung der BÜK generell geeignet ist.
- die Karte aufgrund des relativ hohen Detaillierungsgrades voraussichtlich generalisiert werden muss.
- vor der Weiterbearbeitung die Verifikation der Parameter Wasserhaushalt und Polygongrenzen im Feld notwendig ist.

Von der Verwendung der BEK 200 als Grundlage für die BÜK raten die Autoren ab. Sie soll höchstens zur groben Orientierung anhand der physiographischen Einheiten verwendet werden.

Die Autoren sind der Ansicht, dass die Abgrenzung der Reliefeinheiten allein

mit Hilfe der LK 25 problematisch ist, da vor allem in schwach gegliedertem Gelände eine Abgrenzung kaum möglich ist. Sie empfehlen, die Reliefanalyse aufgrund von Flugaufnahmen durchzuführen.

Testgebiet 3

Das Testgebiet 3 liegt auf dem südlichen Teil des Seerückens mit der Ortschaft Berg im Zentrum. Es umfasst Schotterebenen der Thur, Molasse des Ottenbergs sowie leicht gewellte Ebenen mit Grundmoräne.

Da in diesem Testgebiet nur wenige Archivgrundlagen vorhanden sind, war das Ziel der Testkartierung eine Methode für die rationellen Feldarbeiten zu entwickeln.

Für die Erarbeitung der BÜK empfehlen die Autoren:

- Die Gliederung des Reliefs als zentrales Element der BÜK zu verwenden. Diese soll mittels stereoskopischer Auswertung von Luftbildern oder alternativ durch DHM-Auswertung erfolgen.
- Im Massstab 1:50'000 besteht die Legende aus Bodengesellschaften. Eine für die BÜK geeignete Legende muss neu entwickelt werden.
- Auf die Auswertung von unvollständigen Dokumenten soll wegen des unverhältnismässig grossen Aufwandes verzichtet werden.
- Die Datenerhebung im Feld soll mittels Transektmethode oder nach Punktmethode mit Unterstützung durch Fernerkundung erfolgen.

Konzept zur Erarbeitung der BÜK

Aufgrund der in den Testgebieten 1 bis 3 gemachten Erfahrungen haben die Autoren empfohlen, die BÜK nach dem folgenden Schema zu erarbeiten:

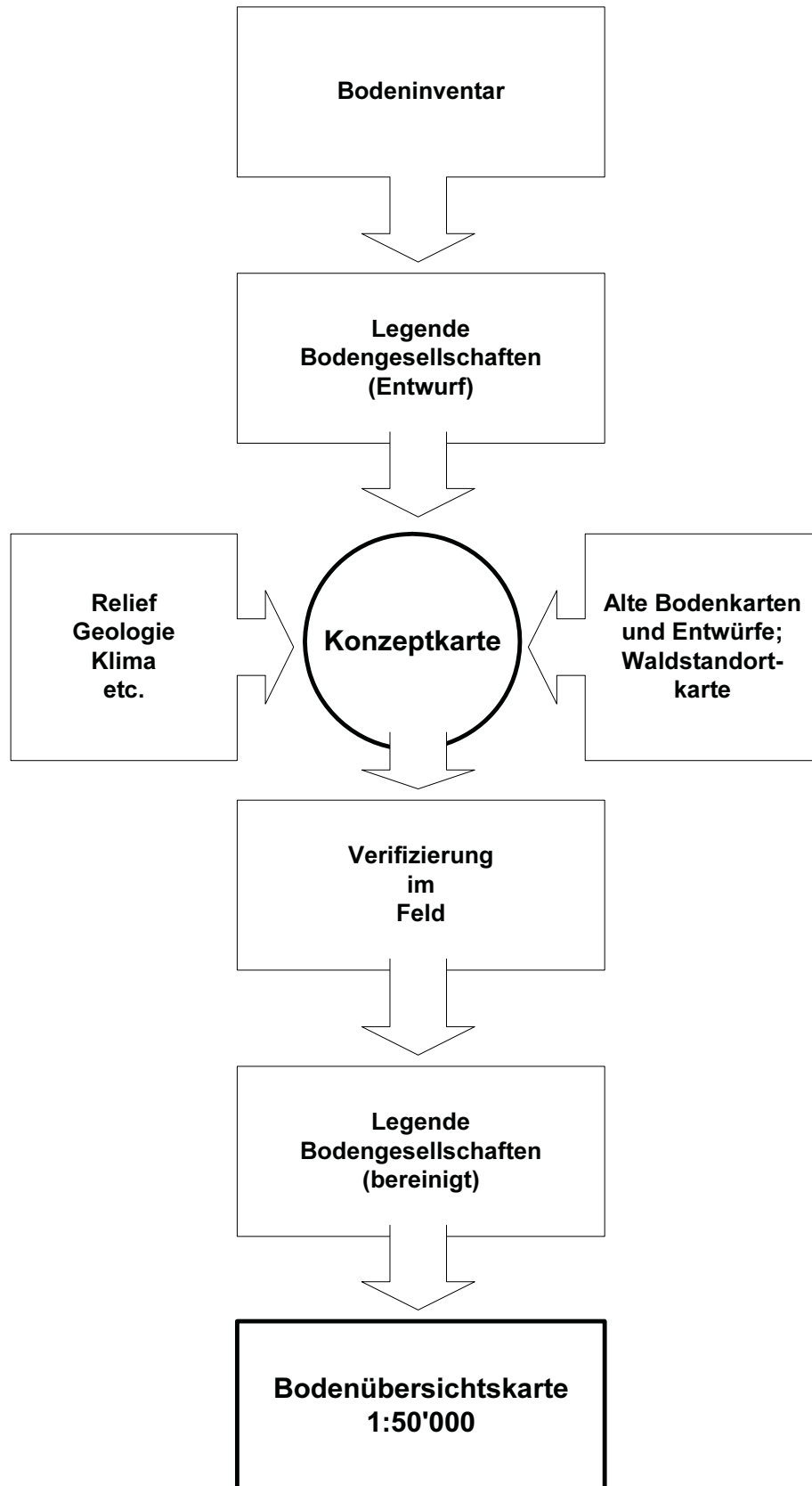


Abbildung 1: Konzept der BÜK gemäss Testphase (vereinfacht)

2.3 Projekthandbuch

Mit dem Ziel, die anzuwendende Kartierungsmethodik aufzuzeigen, wurde im Juli 2002 die FAL beauftragt, ein Handbuch für die Erstellung der Bodenübersichtskarte des Kantons Thurgau (BÜK) auszuarbeiten. Das Handbuch wurde im August 2002 bereitgestellt [1]. Die vorgeschlagene Methode ist in der Abbildung 2 schematisch dargestellt.

Das Vorgehen beschreibt sämtliche Arbeitsschritte, die zur Herstellung einer Manuskriptbodenkarte im Massstab 1:25'000 erforderlich sind. Eine digitale Aufarbeitung der Daten ist nicht Gegenstand dieser Methode – sie soll in einer späteren Phase erfolgen. Ein konzeptioneller Schwerpunkt bilden die 8 Bodenregionen, welche auf der Basis der Bodeneignungskarte der Schweiz (Massstab 1:200'000) kreiert werden sollen.

Sämtliche Daten sollen in Originalform und/oder übersetzt als Grundlage für eine Reliefanalyse verwendet werden. Das Relief soll mittels Luftbildanalyse ausgewertet werden und direkt in die Konzeptkarte einfließen. In einem nächsten Schritt wird die Konzeptkarte mittels Feldarbeiten verifiziert. Danach wird den weitgehend aufgrund der Reliefanalyse ausgeschiedenen Bodeneinheiten (Polygone) der Konzeptkarte der bodenkundliche Inhalt zugeordnet. Eine Abgrenzung der Bodeneinheit mittels Kartierung im Feld ist nicht vorgesehen.

Die weitere Bearbeitung der Manuskriptkarten im Massstab 1:25'000 zum Endprodukt Bodenübersichtskarte im Massstab 1:50'000 war nicht Gegenstand des Auftrages und wurde somit im Handbuch nicht behandelt.

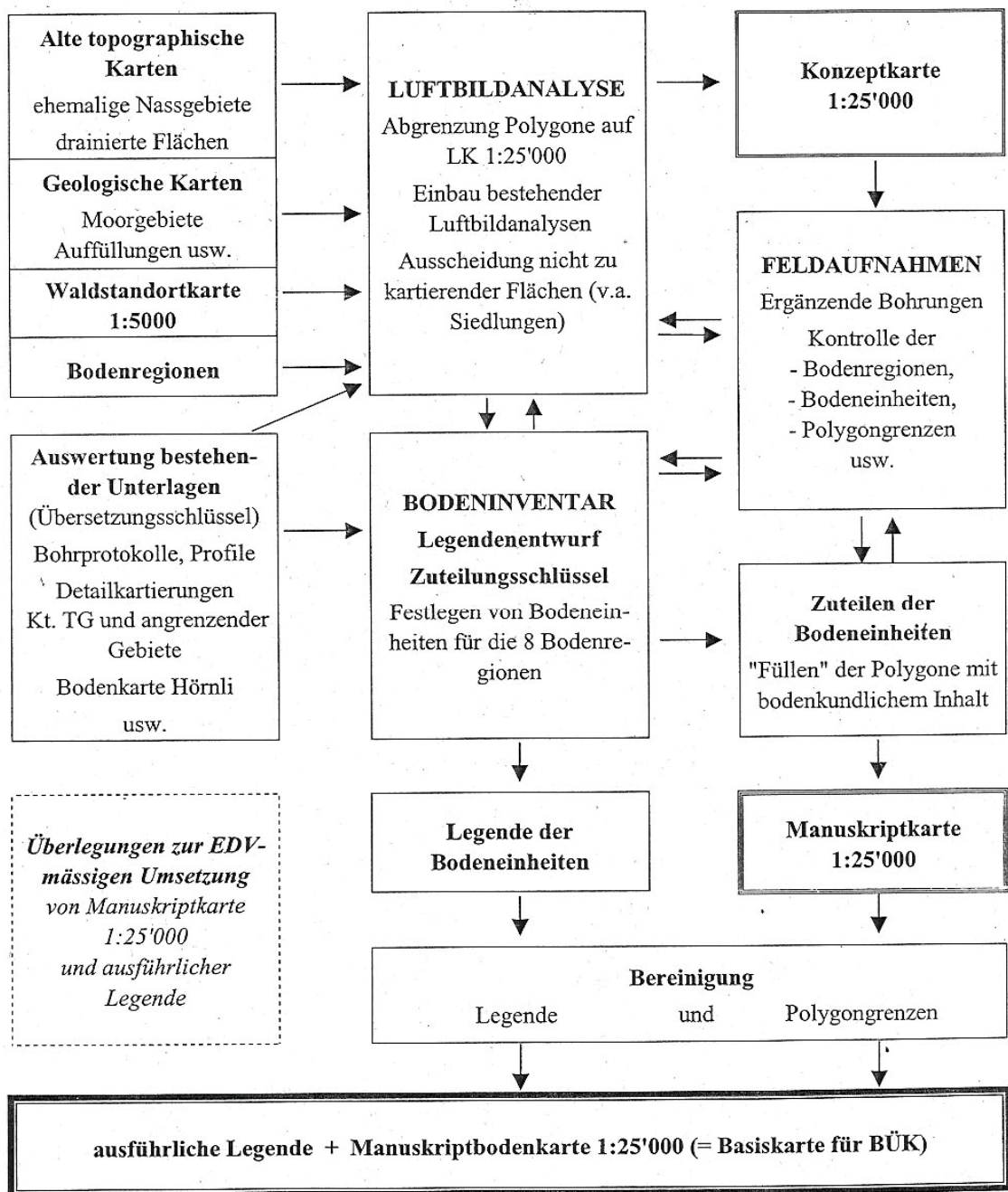


Abbildung 2: Methodisches Vorgehen gemäss Handbuch [1]

3. Projektorganisation Ausführung

Mit der eigentlichen Ausarbeitung der Bodenübersichtskarte Thurgau 1:50'000 wurde die Projektgemeinschaft "BABU / myx / K+B" (weiter "Projektgemeinschaft" genannt) beauftragt. Die Organisation des Projektes ist in der Abbildung 3 schematisch dargestellt.

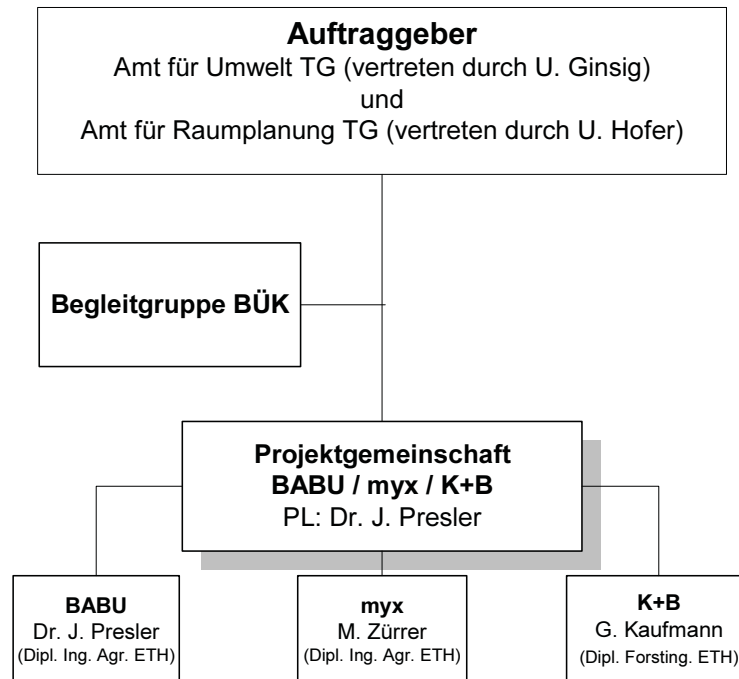


Abbildung 3: Projekt Bodenübersichtskarte Kanton TG: Organigramm

Um die BÜK breit abzustützen und die Anliegen zukünftiger Anwender rechtzeitig berücksichtigen zu können, wurde eine Begleitgruppe zusammengestellt. Mitglieder der Begleitgruppe waren weitere Mitarbeiter der kantonalen Verwaltung sowie Vertreter der Forschungsanstalten WSL und FAL. Als Ansprechpartner für kantonsspezifische geologische Fragestellungen wurde Herr Dr. H. Naef in die Begleitgruppe aufgenommen.

In Laufe des Projektes hat die Projektgemeinschaft den Auftraggeber und die Begleitgruppe anlässlich von Sitzungen mit Präsentationen und Feldexkursionen über den Stand der Arbeiten orientiert. Diverse methodische Fragen wurden in einem engeren Kreis behandelt (WSL, FAL, Dr. H. Naef).

Die Arbeiten wurden in den Jahren 2003 und 2004 ausgeführt, der vorliegende Schlussbericht wurde 2005 erstellt.

4. Grundlagen

4.1 Bodenkarten und Bodendaten – wichtige Planungsinstrumente

Die Bodenkarte ist eine zweidimensionale, verkleinerte und generalisierte Darstellung der dreidimensionalen Verbreitung von Böden. Sie basiert auf punktuellen, weitgehend objektiven Aufnahmen (Bodenproben, Bohrungen und Bodenprofilen) und der Interpretation von vorhandenen Grundlagen sowie zahlreichen Standorteigenschaften, die direkt oder indirekt in Beziehung zum Boden stehen.

Mit dem raschen Einzug des „Computerzeitalters“ auch in die Feldbodenkunde hat sich die Herstellung, die Form und die Verwendung von Bodenkarten in den letzten ca. 15 Jahren grundlegend verändert. Die „wiederentdeckten“ Bodenkarten sind heute als sog. Bodeninventar ein wesentlicher Bestandteil von digitalen Bodeninformationssystemen, welche selber wieder ein Bestandteil von umfassenden Umweltinformationssystemen sein können. Geographische Informations-Systeme (GIS) ermöglichen es heute, sehr rasch und kostengünstig die Bodeninformationen entsprechend den konkreten Fragestellungen zu verarbeiten und als thematische Karten darzustellen. Erst diese flexible Handhabung der Bodendaten ermöglicht ihre disziplinenübergreifende Verwendung. Neben den klassischen Anwendern von Bodenkarten wie Landwirtschaft und Ausbildungswesen sind es heute vermehrt die Bereiche von Umweltschutz und Raumplanung, welche sich diese flächendeckenden Informationen zu Nutze machen.

Der Kartierungsmassstab bestimmt die Informationsdichte und somit weitgehend die Verwendungsmöglichkeiten einer Bodenkarte. Werden thematische Karten gedruckt, sollen die Einheiten auf der Karte nicht wesentlich kleiner als ca. 1 cm² sein. Die Auflösung der thematischen Karten in Abhängigkeit vom Kartierungsmassstab ist in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Kartenauflösung in Abhängigkeit des Kartierungsmassstabes

Kartenmassstab	1 cm lange Linie auf der Karte entspricht in Wirklichkeit	1 cm ² grosse Fläche auf der Karte entspricht in Wirklichkeit
1:1'000	10 m	100 m ²
1:5'000	50 m	2'500 m ²
1:10'000	100 m	10'000 m ² (1 ha)
1:25'000	250 m	6.25 ha
1:50'000	500 m	25 ha
1:200'000	2000 m	400 ha

Bei der Betrachtung eines hypothetischen Geländekomplexes (Abbildung 4), würde man je nach Kartierungsmassstab eine verschiedene Anzahl an Gelän-

deformen ausscheiden. Während im Massstab 1:50'000 der gesamte Geländekomplex nicht weiter unterteilt werden kann, würde man im Kartierungs-massstab 1:1'000 ca. 12 Einheiten abgrenzen können.

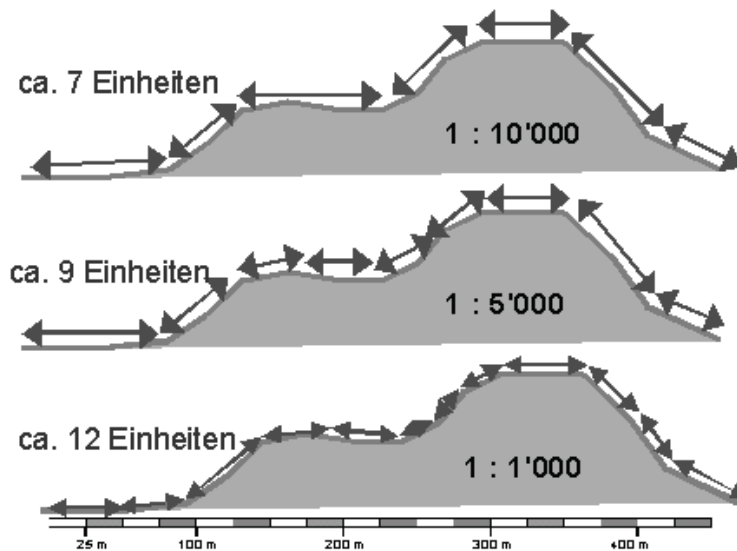


Abbildung 4: Kartierung der Geländeform in Abhängigkeit vom Kartierungs-massstab

Aus Abb. 4 geht hervor, dass in einer Bodenkarte im Massstab 1:50'000 die kleinste noch darstellbare Fläche grösser ist als die Fläche eines durchschnittlichen Landwirtschaftsbetriebes. Eine solche Karte ist somit als Entscheidungsgrundlage für die Lösung von betriebsinternen Fragestellungen nicht geeignet – in diesem Fall wird eine Bodenkarte im Grossmassstab (z.B. 1:1'000 oder 1:5'000) benötigt. Möchte man dagegen generell beurteilen ob z.B. ein Potential für Bodenerosion im gesamten Kanton besteht oder welche Bodenart generell vorherrschend ist, kann eine stark generalisierte Karte schneller und vor allem bedeutend günstiger die Antwort liefern als eine detaillierte Karte. Typische Anwendungen von Bodenkarten sind:

- Szenario-Analysen (was geschieht, wenn ...?)
- Bilanzierungen (Stoffflüsse, Materialflüsse, etc.)
- Risikoabschätzungen (Erosion, Trinkwasserbelastung, Bodenverdichtung, etc.)
- und raumbezogene Interessenabwägungen (Raumplanung, Landumtausch)

Während die Verwendbarkeit von Bodenkarten (generalisierte Daten) vom Masstab abhängig ist, können die während der Kartierung erhobenen Originaldaten, sofern sie digital aufgearbeitet sind, universell verwendet werden. Dank GIS kommt den exakten punktuellen Bodendaten heute viel mehr Bedeutung zu als früher.

4.2 Natürliche Rahmenbedingungen im Kanton Thurgau

4.2.1 Wie der Boden entsteht

Die äusserste Schicht der Erdrinde, in der Pflanzen wachsen können, wird als Boden bezeichnet. Der Boden enthält Wasser, Luft und Lebewesen. Nach unten wird er in der Regel durch das Ausgangsgestein begrenzt.

Böden sind unter Zusammenwirken von Klima, Relief und Lebewesen in Laufe der Zeit aus dem Ausgangsgestein entstanden (Abbildung 5). Weil diese Faktoren von Ort zu Ort verschieden sind, variieren die Bodeneigenschaften bereits kleinräumig sehr stark.

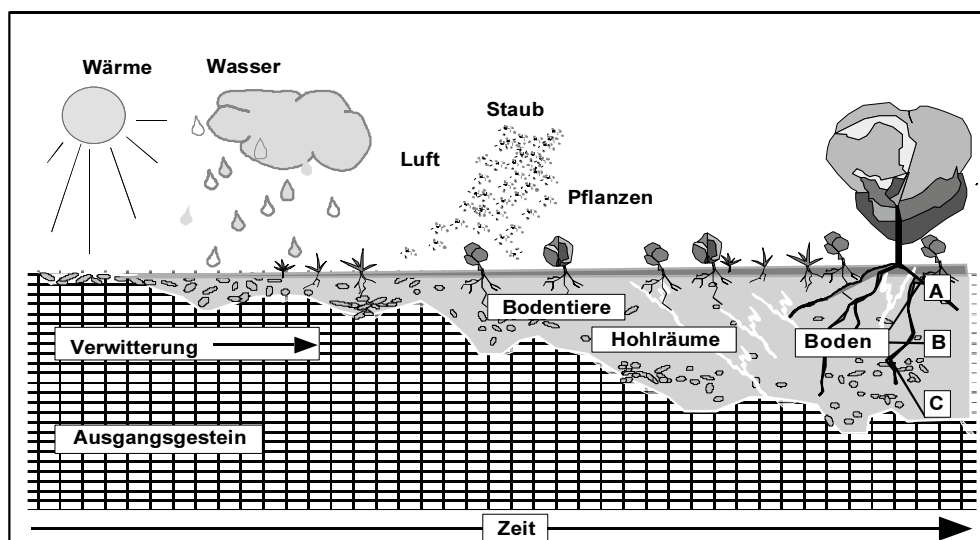


Abbildung 5: Die Bodenentwicklung im Laufe der Zeit (aus [14])

4.2.2 Faktoren der Bodenbildung

Ausgangsgestein für die Bodenbildung

Das Gestein ist das mineralische Ausgangsmaterial der Bodenbildung. In „jungen“ Böden bildet das Ausgangsgestein den Hauptbestandteil des Bodens und ist somit noch sehr gut zu erkennen. Mit zunehmender Bodenentwicklung verwittert das Ausgangsgestein, lösliche Bestandteile werden aus dem Boden ausgewaschen oder in neue Minerale umgewandelt.

Der geologische Aufbau des Kartierungsgebietes ist komplex. Im Kanton Thurgau sind die Eigenschaften der noch überwiegend "jungen" Böden durch das Ausgangsgestein stark geprägt. Aus diesem Grund nimmt das Ausgangsgestein bei der Erarbeitung der BÜK eine zentrale Rolle ein (vgl. Kapitel 5).

Zeit

Wie weit sich ein Boden entwickeln kann, hängt unter anderem von der zur Verfügung stehenden Zeit ab. Im Kanton Thurgau haben die verschiedenen Eiszeiten die Bodenentwicklung unterbrochen und die jeweils vor der entsprechenden Eiszeit gebildeten Böden weitgehend abgetragen. Während der jüngsten Eiszeit (Würm ca. 100'000 bis 13'000 J.v.h.) war das Kantonsgebiet weitgehend vergletschert. Zur Zeit des Würmmaximums (ca. 19'000 bis 15'500 J.v.h. [8]) waren lediglich die höheren Lagen des Hörnlimassivs nicht vergletschert. Man kann aber davon ausgehen, dass auch in diesen Gebieten die älteren Böden infolge Permafrost, Rutschungen und Solifluktion weitgehend abgetragen wurden. Generell sind die ältesten Böden in ebenen und hochgelegenen Lagen zu suchen. Die jüngsten Böden befinden sich entlang der Flüsse, in Verlandungsgebieten und in Steillagen, die kontinuierlich erodiert werden.

Relief und Klima

Höhenlage, Geländeform, Geländeneigung und Exposition beeinflussen die Bodenbildung, in dem sie die Wirkung von Schwerkraft, Klima, Gestein, Wasser und Lebewelt verändern [17].

Die Temperatur und die Niederschläge steuern direkt die Bodenbildungsprozesse wie Verwitterung, Humusbildung und Umlagerung von Stoffen. 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, der markanten Höhengliederung (370 - 991 m ü. M.) und der Ost-West Ausrichtung der Höhenzüge bzw. der dazwischen liegenden Täler, erstreckt sich das Kantonsgebiet zwischen den Klimastufen:

- *kollin (Weinbaustufe)*: Jahresmitteltemperatur: 8.5 bis 9 °C und Jahresniederschlag: ca. 800 bis 1000 mm, die Vegetationsperiode beträgt mindestens 250 Tage
- *montan (Berggrünlandstufe)*: Jahresmitteltemperatur: ca. 6 bis 8 °C und Jahresniederschlag: ca. 1100 bis 1600 mm, die Vegetationsperiode ist kürzer als 220 Tage.

Pflanzen und Tiere

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

Die Vegetation bezieht ihre Nährstoffe und das Wasser aus dem Boden und stellt organisches Ausgangsmaterial zur Verfügung, aus dem Bodentiere und Mikroorganismen Huminstoffe bilden. Lebewesen scheiden Säuren aus, welche die chemische Verwitterung des Gesteins beschleunigen.

Vor der Rodung durch den Menschen war das Gebiet praktisch flächendeckend bewaldet. Nur auf örtlich begrenzten Extremstandorten wie Felsen, steilen Blockschutthängen und entlang von Flüssen wurde der Wald von spezialisierten Pflanzengesellschaften zurückgehalten.

Das potentielle Vorkommen und die Verbreitung von natürlichen Waldgesellschaften im Kanton Thurgau sind in der vegetationskundlichen Standortskarte detailliert dargestellt und in [9] dokumentiert.

Mensch - die Nutzung des Bodens

Der Mensch wirkt bei der Nutzung des Standortes für die Produktion von Nahrungsmitteln und 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 zu Stillstand bringen oder sogar den Boden durch bauliche Massnahmen vollständig vernichten. Über 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.

5. Methodisches Vorgehen

5.1 Kartierungskonzept

Die Projektgemeinschaft hat für die Erarbeitung der BÜK eine Ausführungsvariante vorgeschlagen, die mit der Auftragserteilung durch den Auftraggeber akzeptiert wurde. Die Leistungen wurden modular angeboten, wobei die digitale Aufarbeitung der punktuellen Archivdaten sowie die Abgabe der BÜK als GIS-Applikation zentrale Elemente des Projektes darstellen sollen. Die erwähnte Ausführungsvariante beinhaltet die folgenden Module:

- **Basisprogramm**
Minimalvariante, die sämtliche Leistungen gemäss Auftragsbeschreibung berücksichtigt.
- **Leitprofile**
Gemäss den Ausschreibungsunterlagen waren weder Bodenprofile noch Bodenanalysen für die Bodenübersichtskarte zwingend notwendig. Mit dem Modul "Leitprofile" soll diese Lücke geschlossen und der Informationsgehalt der BÜK verbessert werden.
- **Bodenübersichtskarte digital**
In diesem Modul werden die intern vorliegenden Rohdaten digital aufgearbeitet und die Bodenübersichtskarten nicht nur auf Papier (Basisprogramm) sondern in digitaler Form als ArcView-Applikation bereitgestellt.
- **Detaillierter Bericht**
Gemäss den Ausschreibungsunterlagen sollte der Schlussbericht lediglich aus der detaillierten Legende und der Kurzlegende bestehen. Im detaillierten Bericht sollen die Kartierungsmethode sowie die verwendeten Daten so weit beschrieben werden, dass eine fachgerechte und disziplinenübergreifende Anwendung der BÜK möglich ist.

5.2 Festlegung des Kartierungsperimeters

Der Kartierungsperimeter umfasst das gesamte Kantonsgebiet abzüglich Siedlungen. Die Grenzen der Siedlungen wurden aus dem Datensatz "z14pri-f"¹ übernommen. In den Siedlungsgebieten eingeschlossene "nicht Siedlungsflächen" wurden nicht kartiert.

Die in der BÜK erfasste Fläche beträgt 75'851 ha.

¹ Originalbezeichnung THURGIS

5.3 Definition und Abgrenzung der Bodenregionen

5.3.1 Konzept

Die Zusammenfassung von Gebieten mit ähnlicher Ausprägung der bodenbildenden Faktoren ist ein zentrales Element einer Bodenübersichtskarte im Kleinmassstab. Das Handbuch [1] sieht vor, im Kanton Thurgau 8 Bodenregionen auf der Basis der Bodeneignungskarte der Schweiz (BEK, Massstab 1:200'000) [15] auszuscheiden.

Das Projektteam hat das Konzept der Bodenregionen weitgehend übernommen, aber als Grundlage zur Definition und Abgrenzung der Bodenregionen die Geologische Übersichtskarte des Kantons Thurgau 1:50'000 [8] anstatt der BEK 200 verwendet. Der Entscheid, das Grundkonzept gegenüber dem Handbuch zu ändern, wurde erst im Laufe des Projektes getroffen. Das neue methodische Vorgehen wirkt sich massgeblich sowohl auf die Abgrenzung der Bodeneinheiten, wie auch auf die Definition der Bodenmuster aus und muss somit näher erläutert werden.

Grundlage BEK 200

Die meisten Kantone verfügen nicht über eine flächendeckende geologische Karte. Die BEK 200 ist somit die einzige Grundlage die gesamtschweizerisch Daten zu den bodenbildenden Prozessen liefert. In einem ersten Schritt hat auch das Projektteam die BEK 200 als Grundlage für die Ausscheidung der Bodenregionen verwendet. Die Überlagerung der BEK 200 mit der Geologischen Übersichtskarte des Kantons Thurgau hat aber gezeigt, dass die Grenzen der physiographischen Einheiten (BEK 200) oft nicht mit den "geologischen" Grenzen der Geologischen Übersichtskarte übereinstimmen. Anlässlich einer Präsentation der auf BEK 200 basierenden Karte der Bodenregionen haben einzelne Mitglieder der Begleitgruppe vorgeschlagen, die Grenzen der physiographischen Einheiten entsprechend zu bereinigen. Dies hätte zur Folge gehabt, dass eine neue Grundlage hätte erarbeitet werden müssen (bereinigte Karte der physiographischen Einheiten). Das Projektteam hat deswegen beschlossen, die Methode grundsätzlich zu ändern und die Karte der Bodenregionen allein auf der Basis der Geologischen Übersichtskarte des Kantons Thurgau zu erstellen.

Grundlage Geologische Übersichtskarte des Kantons Thurgau

Das Kantonsgebiet wurde von verschiedenen Autoren in einem Zeitraum von mehreren Jahrzehnten im Massstab 1:25'000 geologisch kartiert. Dazu wurden im Laufe der Zeit, oft projektbezogen, zahlreiche geologische, hydrogeologische und geomorphologische Arbeiten im Kanton Thurgau durchgeführt, auf die teilweise nur schwer zugegriffen werden kann. Es entstand der Bedarf, eine Synthese-Übersichtskarte zu erarbeiten, die als Planungsgrundlage für die Raumplanung und den Umweltschutz verwendet werden könnte. Die seit

1999 vorliegende Geologische Übersichtskarte [8] deckt ein breiteres Informationsspektrum ab als eine klassische geologische Karte. Sie beinhaltet z.B. Angaben zu oberflächennahen Bildungen (Moore, Sümpfe), Deponien und Materialentnahmestellen. (Siehe auch [8]) Die Karte wurde digital aufgearbeitet und liegt somit in Papierform (analog) und als GIS-Applikation (digital) vor. Der Kartenmassstab ist mit der BÜK identisch (1:50'000).

5.3.2 Definition der Bodenregionen und Bodennebenregionen

Die Definitionen der Bodenregionen wurden, so weit möglich, aus dem Handbuch [1] übernommen. Dabei ist es zu beachten, dass die physiographischen Einheiten nicht allein aufgrund der geologischen Verhältnisse definiert sind, sondern auch nach geomorphologischen und landschaftskundlichen Kriterien.

Zusätzlich zu den Bodenregionen wurden auch Bodennebenregionen² gebildet. So wurden z.B. der Bodenregion R1 (Ebenen und Talsohlen mit Böden aus Schotter und sandig-kiesigem Alluvium) die folgenden Bodennebenregionen zugeordnet:

- R1a (Postglaziale Alluvionen: Sand und Kies)
- R1b (Jüngere Glazialschotter und Flussschotter)
- R1c (Geringmächtige (Rückzug-) Glazialschotter über Seesedimenten) und
- R1d (Obere Süsswassermolasse unter geringmächtigen Schottern).

Zusätzlich zu den im Handbuch vorgeschlagenen 8 Bodenregionen wurden noch die Bodenregionen R9 (Bachschuttfächer) und R10 (anthropogen stark veränderte Böden) kreiert (siehe Tabelle 2).

In der BÜK werden somit die Böden 10 Bodenregionen zugeordnet, die weiter in 29 Bodennebenregionen unterteilt sind.

Mit Ausnahme der Bodenregion R6 (Drumlingegebiete) und der Region R10 (anthropogen stark veränderte Böden) wurden die Grenzen der Bodenregionen und Bodennebenregionen unverändert aus der Geologischen Übersichtskarte übernommen. Die Grenze der Bodenregion R6 wurde im GIS mittels Gruppierung von Drumlins und unter Einbezug der Topographie neu gebildet (gutachtlich). Einzeln vorkommende Drumlins wurden nicht der Bodenregion R6 zugeordnet, jedoch bei der späteren Abgrenzung der Bodeneinheiten berücksichtigt.

² Die Bezeichnung "Bodennebenregion" entstand während des Projektes und wird in verschiedenen Projektunterlagen verwendet. Die Bezeichnung "Bodenunterregion" würde allerdings besser passen, da die Unterregion eine Teilmenge der Region ist.

Tabelle 2: Definitionen der Bodenregionen und Bodennebenregionen sowie Vergleich mit den Definitionen im Handbuch

<p>Regionen: Definition gemäss Handbuch BÜK-TG [1]</p> <p>R1: Ebenen und Talsohlen mit Böden aus Schotter und sandig-kiesigem Alluvium</p>	<p>Inhalte der Regionen, Vorschlag Handbuch BÜK-TG [1] : Physiographische Einheiten gemäss BEK 200 [15]</p> <p>F: Ebenen des tieferen Mittellandes</p> <p>F2: Schotter, Hangneigung <3% (Böden: Parabraunerden und Braunerden, tiefgründig und gut durchlässig);</p> <p>F4: rezente Alluvionen, sandig, Hangneigung <3% (Böden: Braunerden und Fluvisole, tiefgründig, gleyig)</p> <p>G: Leicht gewelltes Moränehügelland</p> <p>G2: Fluvio-glaziale Schotterebenen, Hangneigung <10% (Böden: Parabraunerden, Braunerden und Kalkbraunerden, tiefgründig oft gleyig)</p> <p>J: Sohlentäler des Mittellandes</p> <p>J2: Kiesige Alluvionen, Hangneigung <10% (Böden: Fluvisole und Kalkbraunerden, mässig tiefgründig, gut durchlässig)</p>	<p>Effektive Inhalte der Regionen BÜK-TG: Grundlage Geologische Karte TG, 1:50'000 (<i>kursiv =GIS-Legende, wenn abweichend</i>)</p> <p>R1a: Postglaziale Alluvionen: Sand und Kies (<i>postglaziale Alluvionen</i>)</p> <p>R1b: Jüngere Glazialschotter und Flussschotter (<i>Rückzugschotter</i>)</p> <p>R1c: Geringmächtige (Rückzug-) Glazialschotter über Seesedimenten (<i>Rückzugschotter über Seeablagerungen</i>)</p> <p>R1d: Obere Süswassermolasse (OSM) unter geringmächtigen Schottern (<i>Alluvionen über Molasse</i>)</p>
<p>R2: Ebenen und Talsohlen mit Böden aus feinkörnigem Alluvium</p>	<p>F: Ebenen des tieferen Mittellandes</p> <p>F3: rezente Alluvione tonig, Hangneigung <3% (Böden: Gleye und gleyige Braunerden, mässig tiefgründig, oft staunass)</p> <p>G: Leicht gewelltes Moränehügelland</p> <p>G4: feinkörnige Alluvionen, Hangneigung <10% (Böden: Braunerden, Fluvisole und Gleye, mässig tiefgründig, oft schwach staunass)</p> <p>J: Sohlentäler des Mittellandes</p> <p>*J1 (Sitter-/Thurtal): feinkörnige Alluvionen, Hangneigung <10% (Böden: Fluvisole, Kalkbraunerden und Braunerden, mässig tiefgründig, z.T. schwach staunass)</p>	<p>R2a: Seeablagerungen, glazial bis postglazial (<i>Seeablagerungen</i>)</p> <p>R2b: (Seeuferauffüllungen)</p> <p>R2c: Alluviallehm, Schwemmléhm (<i>Schwemmléhm</i>)</p>

Tabelle 2: Fortsetzung

<p>Regionen: Definition gemäss Handbuch BÜK-TG [1]</p> <p>R3: Talmulden und Akkumulationslagen mit kolluvialen Böden</p>	<p>Inhalte der Regionen, Vorschlag Handbuch BÜK-TG [1] : Physiographische Einheiten gemäss BEK 200 [15]</p> <p>G: Leicht gewelltes Moränehügelland</p> <p>G1: Mulden, Gletscherzungenbecken, Grundmoräne, Moore, Hangneigung <3 % (Böden: Gleye, Moorböden, Fluvisole und Braunerden, mässig tiefgründig, oft staunass)</p> <p>H: Tieferes Molassehügelland mit teilweiser Moränebedeckung</p> <p>H4: Mulden und Akkumulationsrinnen, Hangneigung <10 % (Böden: gleyige Braunerden, Fluvisole, Gleye und Moorböden, mässig tiefgründig, oft staunass)</p> <p>L: Drumlinlandschaften mit stärkerem Relief</p> <p>L2: vorwiegend Mulden, Hangneigung <10% (Böden: Gleye, Moorböden, gleyige Braunerden und Fluvisole, ziemlich flachgründig, staunass)</p> <p>M: Höheres Molassehügelland mit starkem Erosionsrelief</p> <p>M4: Mulden und Akkumulationsrinnen, Hangneigung <25 % (Böden:</p> <p>J: Sohlentäler des Mittellandes</p> <p>*J1 (innerhalb H-Region): feinkörnige Alluvionen, Hangneigung <10% (Böden: Fluvisole, Kalkbraunerden und Braunerden, mässig tiefgründig, z.T. schwach staunass)</p>	<p>Effektive Inhalte der Regionen BÜK-TG: Grundlage Geologische Karte TG, 1:50'000 (<i>kursiv=G/S-Legende, wenn abweichend</i>)</p> <p>R3a: Sumpf, Ried (<i>Sumpf, Ried</i>)</p> <p>R3b: Torfmoor (<i>Torfmoor</i>)</p> <p>R3c: (Ex-Sumpf)</p> <p>R3d: (Ex-Torfmoor)</p>
---	--	--

Tabelle 2: Fortsetzung

Regionen: Definition gemäss Handbuch BÜK-TG [1]	Inhalte der Regionen: Physiographische Einheiten gemäss BEK 200 [15]	Effektive Inhalte der Regionen BÜK-TG: Grundlage Geologische Karte TG, 1:50'000 (<i>kursiv=GIS-Legende, wenn abweichend</i>)
R4: Gebiete mit Böden aus Grundmoräne	<p>H: Tieferes Molassehügelland mit teilweiser Moränenbedeckung</p> <p>H1: Leicht gewellte Plateaus und Hangterrassen, Moräne, tonig, Hangneigung <10 % (Böden: Kalkbraunerden, Braunerden, Parabraunerden, tiefgründig, oft gleyig)</p> <p>H2: Hanglagen, vorwiegend Wallmoräne, Hangneigung < 25% (Böden: Kalkbraunerden, Braunerden und Parabraunerden, tiefgründig, oft gleyig, z. T. schwach staunass)</p>	<p>R4a: Moränenbedcke, Grundmoräne, z.T. verschwemmt (<i>Grundmoräne</i>)</p> <p>R4b: (Würm über Vorstosschotter)</p> <p>R4b: Ältere Moräne, Riss? oder Frühwürm (<i>Rissmoräne</i>)</p>
R5: Gebiete mit Böden aus lockerer Moräne	<p>G: Leicht gewelltes Moränenhügelland</p> <p>G3: Rücken, flache Drumlin, Endmoränen, Hangneigung Durchschnit <17% (Böden: Kalkbraunerden, Braunerden, Parabraunerden, tiefgründig, z.T. gleyig, z. T. schwach staunass)</p>	<p>R5a: Ältere Schotter unter Moränenbedeckung (<i>Würm über Schotter</i>)</p> <p>R5b: Deckenschotter unter Moränenschleier (<i>Würm über Deckenschotter</i>)</p> <p>R5c: Wallmoräne (<i>Wallmoräne</i>)</p> <p>R5d: Deckenschotter, Felsenholzschotter (<i>Deckenschotter</i>)</p> <p>R5e: (Vorstosschotter)</p>

Tabelle 2: Fortsetzung

Regionen: Definition gemäss Handbuch BÜK-TG [1]	Inhalte der Regionen: Physiographische Einheiten gemäss BEK 200 [15]	Effektive Inhalte der Regionen BÜK-TG: Grundlage Geologische Karte TG, 1:50'000 (<i>kursiv=G/S-Legende, wenn abweichend</i>)
R6: Drumlingebiete mit Böden aus Moräne	<p>L: Drumlinlandschaften mit stärkerem Relief</p> <p>L3: Buckel und Mulden gleichwertig, einzeln nicht darstellbar, Hangneigung divers (Böden Buckel: Regosole, Kalkbraunerden, Braunerden, Parabraunerden, mässig tiefgründig, gut durchlässig; Böden Mulden: gleyige Braunerden, Gleye und Moorböden, ziemlich flachgründig, oft staunass)</p> <p>L4: Flache Buckel, vernässte Mulden eingestreut, Hangneigung <25% (Böden: gleyige Braunerden und Kalkbraunerden sowie Gleye, mässig tiefgründig)</p>	<p>Vorgehen: Drumlin (L2) und die Gebiete zwischen den Drumlin (L3) nach Geländeform zusammengefasst (Sekundärgrenze)</p> <p>R6a: Drumlin auf Moräne und Molasse</p> <p>R6b: Drumlin auf Moräne</p> <p>R6c: Drumlin auf Moräne und Schotter</p>
R7: Gebiete mit Böden aus Moräne- und Molasse	<p>H: Tieferes Molassehügelland mit teilweiser Moränebedeckung</p> <p>H1: Leicht gewellte Plateaus und Hangterrassen, Moräne, tonig, Hangneigung <10 % (Böden: Kalkbraunerden, Braunerden, Parabraunerden, tiefgründig, oft gleyig)</p> <p>H2: Hanglagen, vorwiegend Wallmoräne, Hangneigung < 25% (Böden: Kalkbraunerden, Braunerden und Parabraunerden, tiefgründig, oft gleyig, z.T. schwach staunass)</p> <p>H3: Steilhänge vorwiegend Molasse, Hangneigung >25% (Böden: Braunerden, Kalkbraunerden und Regosole, mässig tiefgründig, oft schwach staunass)</p>	<p>R7a: OSM unter geringmächtiger Grundmoräne (<i>Würrn über Molasse</i>)</p> <p>R7b: (Schutt trocken)</p> <p>R7c: (Schutt lehmreich)</p> <p>R7d: Schwemmlehm, (<i>Gehängelehm</i>)</p> <p>R7e: Rutschungen, Gebiet mit Rutschformen (<i>Gebiet mit Rutschformen</i>)</p>

Tabelle 2: Fortsetzung

Regionen: Definition gemäss Handbuch BÜK-TG [1]	Inhalte der Regionen: Physiographische Einheiten gemäss BEK 200 [14]	Effektive Inhalte der Regionen BÜK-TG: Grundlage Geologische Karte TG, 1:50'000 (<i>kursiv=GIS-Legende, wenn abweichend</i>)
R8: Gebiete mit Böden aus Molasse	M: Höheres Molassehügelland mit starkem Erosionsrelief M1: Kuppen, Hangneigung <25% (Böden: Regosole, Kalkbraunerden und Braunerden, mässig tiefgründig, z. T. schwach staunass) M2: Mässig geneigte Hänge, Hangneigung <35% (Böden: Braunerden, Kalkbraunerden und Regosole, mässig tiefgründig, oft gleyig) M3: Steilhänge, Hangneigung >35% (Böden: Regosole, Braunerden, Kalkbraunerden, mässig tiefgründig, schwach staunass, oft gleyig (Hangwasser))	R8a: Obere Süsswassermolasse im allgemeinen (OSM) (OSM) R8b: Nagelfluhreiche OSM (Nagelfluhreiche OSM) R8c: Glimmersandstein (Glimmersandstein)
R9: (Nicht vorgesehen)	Neue Region Bachschuttfächer mit in der Regel gemischtem Ausgangsgestein (Molasse, Moräne)	R9: Bachschuttfächer (Schwemmfächer, Bachschuttfächer)
R10: (Nicht vorgesehen)	Neue Region Auffüllungen, Materialentnahmestellen, etc.	R10: Anthropogen stark veränderte Böden, Überlagerung der ursprünglich natürlichen Böden

5.4 Unterteilung nach Nutzung

5.4.1 Konzept

Die Rahmenbedingungen für die Bodenbildung im Wald unterscheiden sich deutlich von jenen der offenen Flächen. Auch wenn die Standortfaktoren Ausgangsgestein, Relief, Exposition, Lokalklima und die verfügbare Zeit für die Bodenbildung gleich sind, sind im Wald andere Bodeneigenschaften zu erwarten als bei landwirtschaftlicher Nutzung. Im Vergleich zu landwirtschaftlich genutzten Böden sind an ähnlichen Standorten die Waldböden oft saurer, enthalten eine organische Auflage und sind oft weniger vernässt. Sie sind nicht durch die Bodenbearbeitung homogenisiert und dadurch ursprünglicher als die landwirtschaftlich genutzten Böden. Dazu kommt, dass die Wälder oft Flächen einnehmen, die vor allem aus topographischen Gründen für eine landwirtschaftliche Nutzung wenig geeignet sind.

Ein weiterer Grund für die Abgrenzung der Wälder von den landwirtschaftlich genutzten Flächen ist die unterschiedliche Informationsdichte der vorhandenen Grundlagen. Während die Wälder im Kanton Thurgau im Massstab 1:5'000 flächendeckend standortkundlich (vegetations- und bodenkundlich) kartiert sind [9], stehen für die offenen Flächen lediglich diverse Entwürfe von bodenkundlichen Manuskriptkarten im Kleinmassstab (1:25'000, 1:50'000) sowie die BEK (1:200'000) zur Verfügung. Die Abgrenzung der Bodeneinheiten und die Zuordnung des bodenkundlichen Inhaltes im Wald wurden deswegen etwas anders konzipiert als bei den landwirtschaftlich genutzten Böden.

5.4.2 Vorgehen

Weil naturgemäss neben grossen auch sehr kleine geschlossene Waldflächen vorkommen und die Polyongrenzen der Bodenregionenkarte die Waldflächen zerschneiden, ist es im Kartierungsmassstab 1:50'000 nicht möglich ausschliesslich "reine" Wald- bzw. Nichtwaldeinheiten zu bilden. Aus diesem Grund werden sämtliche auf der Bodenübersichtskarte ausgeschiedenen Polygone aufgrund ihrer proportionalen Anteile von Wald und Nichtwald wie folgt klassiert:

- Reine Landwirtschaftsfläche (Waldanteil ≤ 10 %)
- Gemischte Landwirtschaftsfläche (Waldanteil > 10 und < 50 %)
- Gemischte Waldfläche (Waldanteil ≥ 50 und < 90 %)
- Reine Waldfläche (Waldanteil ≥ 90 %).

Die Waldanteile wurden mittels GIS berechnet und können für jedes Polygon der Bodenübersichtskarte direkt abgefragt werden. Sie sind ein wichtiges Kriterium bei der Zuordnung des bodenkundlichen Inhaltes.

5.5 Unterteilung nach Geländeform, Hangneigung und Exposition

5.5.1 Konzept

Gemäss Handbuch [1] ist die Kartierung des Reliefs das zentrale Element der Erarbeitung der Bodenübersichtskarte. Wie bereits erläutert, hat die Projektgemeinschaft anstatt des Reliefs das Ausgangsgestein für die Bodenbildung als Hauptkriterium gewählt. Die Kriterien Geländeform, Hangneigung und Exposition wurden dabei jedoch nicht vergessen, sie wurden sowohl bei der Abgrenzung der Polygone als auch bei der Zuordnung der Bodenmuster direkt oder indirekt berücksichtigt.

5.5.2 Vorgehen

Anlässlich der Herstellung der geologischen Karten wurden z.T. markante Geländeformen erfasst. Sie sind somit direkt auch in der Bodenregionenkarte berücksichtigt.

Karteneinheiten, die nach der Abgrenzung der Regionen, der Nebenregionen und der Nutzungen noch zu gross waren, wurden fallweise nach Geländeform, Hangneigung und Exposition weiter unterteilt. Die Unterteilung erfolgte manuell auf der Grundlage der LK 25.

Die Berücksichtigung der Hangneigung und Exposition sowie der Höhenlage bei der Zuordnung der bodenkundlichen Inhalte wird später bei der Erläuterung der Bodenmuster behandelt.

5.6 Unterteilung nach Waldgesellschaften

5.6.1 Konzept

Die Wälder des Kantons Thurgau sind flächendeckend vegetationskundlich im Massstab 1:5'000 kartiert. Es ist naheliegend, dass man versucht, diese wertvolle Grundlage bei der Erarbeitung der Bodenübersichtskarte zu nutzen. In der Testphase wurden diesbezügliche Möglichkeiten eingehend geprüft und eine Methode zur Verwendung der Karten der Waldgesellschaften vorgeschlagen [11]. Wie man direkt von der Vegetation die Bodeneigenschaften ableiten kann, wird im Kapitel 5.10 behandelt. An dieser Stelle wird lediglich die räumliche Abgrenzung der Bodeneinheiten im Wald dokumentiert.

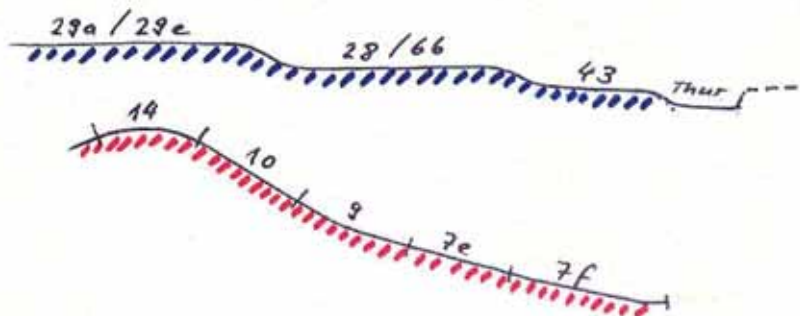
Die vegetationskundliche Standortkarte liegt im Massstab 1:5'000 vor. Die meisten Einheiten sind kleiner als 1 ha und können somit nicht direkt in die BÜK (Massstab 1:50'000) übernommen werden. Aus diesem Grund hat man in der Testphase eine Gruppierung der Waldgesellschaften zu Grosseinheiten vorgeschlagen (Tabelle 3).

Tabelle 3: Gruppierung der Waldgesellschaften zu Grosseinheiten gemäss [11]

Grosseinheit	Kartiereinheiten (Waldgesellschaft Nr.)	Farbe
A	1, 2	Rot
B	6, 7d, 7eV, 8d, 8eV,	Rotbraun
C	7*, 7b, 7c, 8*	Rosa
D	7a, 7e, 7f, 8a, 8e, 8f	Braun
E	9, 12a, 12t, 13, 13a, 13g	Hellgrün
F	7aS, 7g, 8aS, 8g	Grün
G	11, 12g	Dunkelgrün
H	10, 10w, 12c, 12e, 12w	Hellgelb
I	14, 14w, 15, 15w, 16, 17, „R“	Gelb
K	18, 19	Violettbraun
L	22, 22*, 26a, 26e, 26f, 26g, 27a, 27f	Blau
M	29 (Mulde), 29T, 30	Dunkelblau
N	44, 45	Violett
O	28, 29a, 29e, 31, 43, „AE“	Hellblau
P	35, 35c, 39	Grau
Q	61, 61o, 62, 66	Orange

Die Autoren haben die typischen Abfolgen der Waldgesellschaften analysiert und die Gruppierungen in Abhängigkeit von Geländeformen ausgearbeitet. In der Abbildung 6 ist das Konzept der Gruppierung beispielhaft dargestellt.

Geländemuster	Uesslingen
Auenwaldkomplex Thur	Waldgesellschaften Nr. 28, 29a, 29e, 43, 66
Kalkkomplex	Waldgesellschaften Nr. 7e, 7f, 9, 10, 14, (15)
Massstab	1:10'000
Entwurf	BGU Peter Schmider
Datum	Mai 2002

**Abbildung 6:** Grundlage für die Gruppierung der Waldgesellschaften: Beispiele der Beziehungen Waldgesellschaft / Geländeform (Quelle [11])

Die Projektgemeinschaft hat die Waldgesellschaften zu Grosseinheiten gruppiert und festgestellt, dass die Einheiten immer noch viel zu klein sind, um im Massstab 1:50'000 dargestellt werden zu können (Tabelle 4).

Tabelle 4: Flächenstatistik der Grosseinheiten

Grosseinheiten	Anzahl Polygone	Mittelwert [ha]	Gesamtfläche [ha]
Total	15163	1.3	20078.3
A	79	0.3	20.3
B	1060	1.3	1337.8
C	71	0.6	45.4
D	1748	2.2	3871.4
E	1771	0.9	1583.0
F	2182	2.2	4854.7
G	1506	0.9	1284.1
H	2087	0.9	1825.7
J	1424	0.9	1336.5
K	5	0.9	4.4
L	1908	0.8	1588.2
M	843	1.8	1520.8
N	90	0.6	54.9
O	247	2.7	676.5
P	6	3.5	20.8
Q	136	0.4	53.8

Daraufhin wurde beschlossen, auf eine "automatische" (mittels GIS) Unterteilung der Waldeinheiten auf der Basis der Waldgesellschaften zu verzichten. Das effektive, im Wald applizierte Abgrenzungsverfahren ist im folgenden Kapitel beschrieben.

5.6.2 Vorgehen

Analog zu den "Nicht-Wald-Flächen" wurde die Abgrenzung bis auf die Ebene der Unterregionen direkt aus der geologischen Karte des Kantons Thurgau übernommen. Eine weitere Abgrenzung erfolgte aufgrund der Klassierung der Nutzung (vgl. Kapitel 3.4.2). Einheiten, die noch genug gross waren, wurden aufgrund der Pflanzengesellschaften manuell weiter unterteilt. Dabei wurden die Originalgrenzen der Vegetationseinheiten beibehalten.

5.7 Fixpunkte

5.7.1 Bedeutung der Fixpunkte für die BÜK

Fixpunkte – Bodenprofile, Aufschlüsse und Bohrungen – sind ein wichtiger Bestandteil der BÜK. Während im gewählten Kartenmassstab 1:50'000 die Grenzen und die Eigenschaften der Bodeneinheiten weitgehend auf Hypothesen basieren, stellen die Fixpunkte die effektiven (wahren) Bodeneigenschaften an einem eindeutig definierten Punkt dar.

Die meisten Fixpunkte wurden im Rahmen von früheren Projekten der FAL und der WSL aufgenommen (sog. Archivdaten). Während die WSL-Daten dem Projektteam im Excel-Format digital zu Verfügung standen, mussten die FAL-Daten digital aufgearbeitet werden.

Die Zeitspanne der Aufnahmen erstreckt sich über mehrere Jahrzehnte. Die Bodendaten wurden von diversen Bodenkundlern zur Beantwortung von verschiedenen Fragestellungen erhoben. Die Aufnahmemethoden der FAL und der WSL unterscheiden sich wesentlich und wurden im Laufe der Zeit immer wieder geändert. Die Aufnahmemethoden sind nur knapp dokumentiert und es muss davon ausgegangen werden, dass die einzelnen Bodenkundler die Methoden relativ frei einsetzten und der jeweiligen Fragestellung nach Bedarf anpassten – der subjektive Faktor war somit relativ gross.

Die BÜK basiert nicht auf den Archivdaten, sondern auf von diesen abgeleiteten, bereinigten und homogenisierten Grunddaten (siehe Kapitel 5.7.4).

Daten, die direkt gemäss dem Kartierungsschlüssel "FAL6" aufgenommen wurden (BÜK-Testphase und BÜK-Ausführung), werden als "neue Daten" bezeichnet. Sie wurden ohne Veränderung in die BÜK integriert.

Insgesamt sind 832³ Fixpunkte in die BÜK integriert – davon sind 251 neue und 581 modifizierte (Archiv-) Fixpunkte. Während der Evaluation der Bodenmuster wurden zusätzlich 309 Fixpunkte entlang der Kantonsgrenzen (Zürich und St. Gallen) berücksichtigt.

In der folgenden Tabelle 5 sind Gemeinden, in welchen Fixpunkte vorhanden sind, aufgelistet.

³ Davon liegen 29 Fixpunkte innerhalb von Siedlungen bzw. ausserhalb des Kartierungsperimeters.

Tabelle 5: Zusammenstellung der Anzahl Fixpunkte pro Gemeinde

(Gemeinden ohne Fixpunkte sind nicht erwähnt)

Gemeinde	Anzahl Fixpunkte	Gemeinde	Anzahl Fixpunkte	Gemeinde	Anzahl Fixpunkte
Aadorf	50	Hefenhofen	1	Salenstein	1
Affeltrangen	16	Herdern	13	Schlattingen	5
Amlikon-Bissegg	9	Hohentannen	2	Schönholzerswilen	11
Amriswil	8	Homburg	10	Sirnach	22
Basadingen	3	Hüttlingen	5	Steckborn	10
Berg (TG)	46	Hüttwilen	11	Stettfurt	5
Berlingen	2	Kemmental	32	Sulgen	11
Bettwiesen	3	Kesswil	3	Tägerwilen	51
Bichelsee-Balterswil	11	Kradolf-Schoenenberg	34	Thundorf	19
Bischofszell	6	Kreuzlingen	36	Tobel-Tägerschen	4
Braunau	7	Langrickenbach	1	Uesslingen-Buch	42
Bürglen (TG)	16	Lengwil	3	Unterschlatt	4
Bussnang	16	Lommis	7	Uttwil	4
Diessenhofen	9	Mammern	10	Wäldi	6
Erlen	16	Matzingen	8	Wängi	12
Ermatingen	11	Mettendorf	9	Wagenhausen	4
Eschenz	8	Mörstetten	11	Warth-Weiningen	8
Eschlikon	7	Müllheim	6	Weinfelden	14
Felben-Wellhausen	9	Münchwilen	7	Wigoltingen	5
Fischingen	13	Münsterlingen	4	Wilen (TG)	2
Frauenfeld	20	Neunforn	26	Willisdorf	13
Göttingen	5	Pfyn	15	Wuppenau	8
Gündelhart	2	Raperswilen	4	Zihlschlacht-Sitterdorf	5
Harenwilen	5	Rickenbach	1		
Hauptwil-Gottshaus	6	Romanshorn	3		

5.7.2 Quellen, Codierung und Bewertung

Jeder Fixpunkt ist eindeutig mit "FIXPKTNR" bezeichnet. Bei Archivdaten wurden die Fixpunktbezeichnungen übernommen oder gegebenenfalls ergänzt (z.B. Kartierung Blatt Wil: Originalbezeichnung "2" BÜK-Bezeichnung "Wil02"). Bezeichnungsänderungen sind auf den Kopien der Originalaufnahmen rot eingetragen.

Die Fixpunkte aus der Testphase wurden wie folgt bezeichnet: z.B. Bohrung Nr. 101 im Testgebiet 3 heisst in der BÜK "101T3".

Die durch das Projektteam neu aufgenommenen Fixpunkte wurden wie folgt bezeichnet:

- Bohrungen: B000K (der Buchstabe "K" steht für den Autor, in diesem Fall Kaufmann)
- Aufschlüsse: wie Bohrungen jedoch A000K
- Kleinprofile: wie Bohrungen jedoch K00K
- Leitprofile: LP00K

Die Qualität der Fixpunkte wurde bezüglich ihrer Eignung für die BÜK in sechs Kategorien unterteilt (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Bewertung der Fixpunkte

Kategorie	Profile	Bohrungen	Definition
K1	x		Daten bester Qualität an speziell ausgewählten Standorten: Nur die Leitprofile gehören in Kategorie K1
K2	x		Im Rahmen der BÜK aufgenommene Kleinprofile
K3		x	Im Rahmen der BÜK aufgenommene Bohrungen
K4	x		Vollständig beschriebene Bodenprofile jedoch kein Einfluss auf die Standortauswahl: In diese Kategorie fallen z.B. die WSL-Bodenprofile
K5	x	x	Unvollständig (Minimaldatensatz vorhanden) aufgenommene Profile und vollständig aufgenommene Bohrungen, kein Einfluss auf die Standortauswahl, sowie Bauaufschlüsse im Rahmen der BÜK
K6	x	x	Weitere noch verwendbare Fixpunkte: FAL-Bohrungen, WSL-Bohrungen, N7-Bohrungen etc. (die meisten Fixpunkte wurden dieser Kategorie zugeordnet)

5.7.3 Parameter

In der Tabelle 7 sind die Attribute der Fixpunkte aufgelistet. Es können fünf Gruppen von Attributen unterschieden werden:

- Identifikationsattribute (schwarz)
- Methodische Attribute (grau)
- Lageattribute (blau)
- Standortkundliche Attribute (grün)
- Bodenkundliche Attribute (braun)

Die Identifikationsattribute, die methodischen Attribute und die Lageattribute sind bei allen Fixpunkten vorhanden.

In der Papierversion der BÜK sind alle Fixpunkte eingetragen. Im Ordner 1, Register 3 ist die Fixpunktliste inklusive der Attribute als Hardcopy vorhanden. Eine Situationskarte (Plannr.: 04-0310-PL-0052 (4. Blätter)) enthält die Bezeichnungen der Fixpunkte. Mit Hilfe der Situationskarte und der Fixpunktliste können die Eigenschaften der Fixpunkte nachgeschlagen werden.

Die GIS-Version ermöglicht eine direkte Abfrage (durch Anklicken des Fixpunktes am Bildschirm) sämtlicher vorhandener Attribute.

Tabelle 7: Liste der Fixpunktattribute

(Angaben zu der Datenstruktur sind im Ordner 1, Register 2 nachzuschlagen)

Attributname	Erläuterungen
ID	Identifikationsnummer
FIXPKTNR	Bezeichnung des Fixpunktes
PKT_ART	Art der Feldaufnahme: "Bohrung" oder "Profil"
AUTOR	Autor der Feldaufnahme
STATUS	alt = Archivdaten; neu = Neuaufnahmen für die BÜK
ERH_JAHR	Jahr der Aufnahme
FIXPKTKL	Qualität des Fixpunktes: K1 bis K6 (K1 beste, K6 schlechteste)
DATSCHL	Methode der Aufnahme: FAL6 oder FAL6kunst (übersetzt in FAL6)
GEMEINDE	Gemeinde, in der sich der Fixpunkt befindet
KOORDX	Landeskoordinate [m]
KOORDY	Landeskoordinate [m]
HOEHE	Höhe [m ü. Meer]
EXPOSF	Exposition: FAL Datenschlüssel 6, Position 59
NEIGUNGF	Hangneigung [%]
GFORMF	Geländeform: FAL Datenschlüssel 6, Position 26
NUTZ_GIS	GIS-Abfrage: Nutzungskategorien: W (Wald), L (Landwirtschaft), U (übrige)
NUTZF	Effektive Nutzung zur Zeit der Feldaufnahme: L (Landwirtschaft); W (Wald); N (Naturschutz)
VEG_GIS	GIS-Abfrage: Waldgesellschaft
WAVEGF	Feldaufnahme: Effektive Waldgesellschaft beim Fixpunkt
PHYS_EINH	GIS-Abfrage: Physiographische Einheit gemäss Bodeneignungskarte 1:200'000
REG_GIS	Bodenregion
NREG_GIS	Boden-Unterregion
SUBSTF	Feldaufnahme: Ausgangsmaterial FAL Datenschlüssel 6, Position 62
HFORMF	Humusform, Wald: FAL Datenschlüssel 6, Position 100
WHF	Wasserhaushaltsgruppe: FAL Datenschlüssel 6, Position 23
GRDF	Pflanzennutzbare Gründigkeit: FAL Datenschlüssel 6, Position 24, Buchstabe "k" vorangestellt
BTYPF	Bodentyp: FAL Datenschlüssel 6, Position 16
UTWHF	Untertyp I oder G oder R: FAL Datenschlüssel 6, Position 18
UTEF	Untertyp E und K: FAL Datenschlüssel 6, Position 18
UTPF	Untertyp P: FAL Datenschlüssel 6, Position 18
UTXF	Weiterer wichtiger Untertyp: FAL Datenschlüssel 6, Position 18
MACHTOBF	Mächtigkeit des Oberbodens in [cm]
MACHTUBF	Mächtigkeit des Unterbodens in [cm]
OSOFB	Gehalt an organischer Substanz im Oberboden in [%]
GEFOB	Gefüge Oberboden: FAL Datenschlüssel 6, Positionen 31 und 32 (Bsp. Kr2)
GEFUB	Gefüge Unterboden: FAL Datenschlüssel 6, Positionen 31 und 32 (Bsp. Kr2)
K_OBF	Körnung der Feinerde, Oberboden: FAL Datenschlüssel 6, Position 21 bzw. 22 (Bsp. IrS)
K_UBF	Körnung der Feinerde, Unterboden: FAL Datenschlüssel 6, Position 21 bzw. 22 (Bsp. IrS)
SK_OBF	Skelettgehalt Oberboden: FAL Datenschlüssel 6, Position 19 bzw 20, "k" vorangestellt (Bsp. k1)
SK_UBF	Skelettgehalt Unterboden: FAL Datenschlüssel 6, Position 19 bzw 20, "k" vorangestellt (Bsp. k1)
KALKOBF	Kalkgehalt Oberboden: FAL Datenschlüssel 6, Position 44, "k" vorangestellt (Bsp. k0)
KALKUBF	Kalkgehalt Unterboden: FAL Datenschlüssel 6, Position 44, "k" vorangestellt (Bsp. k0)
KALKGRE	Kalkgrenze [cm]

5.7.4 Bereinigung und Ergänzung

Lageattribute

Es wurden nur Fixpunkte berücksichtigt, bei welchen die Landeskoordinaten in einer leserlichen Form vorhanden waren oder der Fixpunkt in einer Detailkarte eindeutig eingetragen war. Im zweiten Fall wurden die Karten gescannt, georeferenziert und die Koordinaten der Fixpunkte im GIS ermittelt.

Im Laufe der Arbeiten wurde festgestellt, dass bei den Archivdaten die auf den Bohrprotokollen und Profilblättern eingetragenen Landeskoordinaten teilweise nicht plausibel waren. Bei einigen Fixpunkten betrug die Differenz zwischen den Landeskoordinaten und den auf den Karten eingetragenen Positionen der Fixpunkte deutlich mehr als 100 m. Daraufhin hat das Projektteam beschlossen, die Koordinaten aller Archivfixpunkte zu überprüfen und falls erforderlich zu korrigieren. Bei den Korrekturen wurde die auf den Originalkarten eingezeichnete Position der Fixpunkte als "wahr" betrachtet.

Bodenkundliche Attribute

Je nach Datensatz fehlten diverse Angaben oder entsprachen nicht den heute in der Schweiz geltenden Klassifikationsmethoden [17]. Das Projektteam musste die heterogenen Daten prüfen, ergänzen und homogenisieren. In der Fixpunktabelle der BÜK werden im Attribut "DATSCHL" die vom Projektteam modifizierten Daten als "FAL6kunst" und neue Daten, die dem heutigen Standard entsprechen, als "FAL6" bezeichnet.

In einem ersten Schritt wurden die Originalarchivdaten erfasst. Sie stehen als Tabellen im Excel-Format dem Auftraggeber zu Verfügung. Eine detaillierte Erläuterung sämtlicher Anpassungen und Ergänzungen würde den Rahmen des vorliegenden Berichtes sprengen. Nachfolgend wird die Ergänzung und Homogenisierung an einigen Beispielen erläutert:

Beispiel Bohrungen der FAL, ca. 1975, Blatt 1073, Wil:

Abbildung 7: Originalbohrprotokoll Wil, 1975

Kartenblatt:		1073		Wil													
Nr	x	y	Mw	Horizonte	Sk	G	K	CaCO ₃	H	C _{H2O}	C _{Me}	d	v	h	Klassierung		
100	256	1	716600	7100	Ph	20	0	2	Schl	-	4	0	1	3	-	3	Bg 32
	H2				Bch	80	0	3	Schl	-							
					Bgg		0	4	Schl	-							

Legende (nur nicht selbsterklärende Abkürzungen):

Mw: Physiologische Gründigkeit [cm]; Sk: Skelettgehalt (Klasse); G: Gefüge (Limitierungsklasse); K: Bodenart; H: O.S.-Gehalt [%]; C_{H2O}: Wasserspeicherkapazität (Limitierungsklasse); C_{Me}: Nährstoffspeicherkapazität (Limitierungsklasse); d: Durchlässigkeit (Limitierungsklasse); v: Vernässung (Limitierungsklasse); h: Hangneigung (Limitierungsklasse); Klassierung: Bodentyp und Untertyp

Tabelle 8: Bohrungen Wil, Vergleich Archivdaten / BÜK-Daten

(die mit "*" bezeichneten Felder würden bei manueller Einzelblattbearbeitung noch übersetzbar)

Archivdaten		BÜK Daten	
ID	748	ID	748
FIXPKTNR	Wil100	FIXPKTNR	Wil100
		PKT_ART	Bohrung
AUTOR	FAL	AUTOR	FAL
STATUS	alt	STATUS	alt
		ERH_JAHR	1975
FIXPKTKL	K6	FIXPKTKL	K6
		DATSCHL	FAL6kunst
		GEMEINDE	Sirnach
KOORDX	716600	KOORDX	716600
KOORDY	256000	KOORDY	256000
		HOEHE	
		EXPOSF	
HANGNEIGUNG h	3	NEIGUNGF	21
		GFORMF	
		NUTZ_GIS	L
NUTZF	L	NUTZF	L
		VEG_GIS	
		WAVEGF	
PHYS_EINH	H 2	PHYS_EINH	H2
		REG_GIS	R4
		NREG_GIS	R4a
		SUBSTF	
		HFORMF	
		WHF	f
Mw	> 100	GRDF	2
KLASSIERUNG	Bg 32	BTYPF	B
		UTWHF	I2
		UTEF	
		UTPF	
		UTXF	
		MACHTOBF	*20
		MACHTUBF	
H IN % vom OBERBODEN	4	OSOBF	4
GEFÜGE OBERBODEN	2	GEFOB	*Kr
GEFÜGE UNTERBODEN	3, 4	GEFUB	*Kr/Kl
K_ OBERBODEN	SchL	K_OBF	IU
K_ UNTERBODEN	SchL	K_UBF	IU
SKELETT OBERBODEN	0	SK_OBF	0
SKELETT UNTERBODEN	0	SK_UBF	0
KALK OBERBODEN	-	KALKOBF	*0
KALK UBODEN	-	KALKUBF	*0
KALK GRENZE	0	KALKGRE	
HORIZONTE	Ah,Bch,Bgg		
CH2O	0		
CME	1		
d	3		
v			
KANTON	TG		

Beispiel Bodenprofile der FAL, 1977, Bodenkartierung Tänikon:

Abbildung 8: Originalprofilblatt Tänikon, 1977

BODEN-KLASSIFIKATION

Typ: **TH 25** Plan-Eintrag: **7 C** Lokalform: **C** Klassifikationsnummer: **SL-SSL** Symbol: **AT** Einheit: **AT** Datum: **24.2.77**

nter-YP: **Unterw. d. (Pflanzenerde) Skelettkaltg., SL-SSL** Projekt Nr.: **88** Profilstelle: **7k 25**

tc. **sehr gute Wasserpeicherung**

Topographie - Geomorphologie (Distanzangaben): **Kulturinn + Maschine**

Film Nr.: **AT** Vegetationszeit Tage: **1190**

Dia-Register-Nr.: **AT** Niederschlag Jahr/cm: **1190**

Aufgenommen von: **Fahren** Wärmetönung: **1190**

Profil: frisch alt Bohrung

Höhe ü.M. m: **535** Exposition: **E 1190**

Flur: **Fahren** Ort: **Tänikon** Kanton: **TG**

Gemeinde: **Adorf**

Proben:	Tiefe	Horizont	Profilskizze	Skelett	Clay	Ton	Silt	org. Subst.	Kalk	pH	KUK	S	Poren	sickerfähige Poren	k-Wert	Farbe (MUNSELL) und Bemerkung
yl. r.	cm			cm	%	%	%	%	CaCO ₃	CaCl ₂	mval.	%	Vol. %	Vol. %	cm/sec	
a	10	Ah, p	///	4	18	25	42,5	-0	6,2							10YR 3/2
b	20	Bst	==	4	18	25	42,5	-0	6,3							10YR 4/1
c	30	Bw	==	4	18	25	42,5	-0,2	6,5							10YR 4/1
d	40	Bw	==	4	16,6	25	37,3	0,7	6,5							10YR 4/1
e	50	Bw	==	4	22	25	3	-0	5,7							10YR 3/1
f	60	Bw	==	4	21,0	25	36,3	0,1	5,7							10YR 4/1
g	70	Bw	==	4	22	25	3	-0	5,7							10YR 4/1
h	80	Bw	==	4	22,1	30	35,4	0,8	5,3							10YR 4/1
i	90	Bw	==	4	22,1	30	35,4	0,8	5,3							10YR 4/1
j	100	Bw	==	4	22,1	30	35,4	0,8	5,3							10YR 4/1
k	110	Bw	==	4	22,1	30	35,4	0,8	5,3							10YR 4/1
l	120	Bw	==	4	22,1	30	35,4	0,8	5,3							10YR 4/1
m	130	Bw	==	4	22,1	30	35,4	0,8	5,3							10YR 4/1
n	140	Bw	==	4	22,1	30	35,4	0,8	5,3							10YR 4/1
o	150	Bw	==	4	22,1	30	35,4	0,8	5,3							10YR 4/1

5 BODENNUTZUNGSEIGENSCHAFTEN

[20] Aktuelle Nutzung, Vegetation

[21] Einschränkung bei der Flüssigdüngernutzung

[22] Eignung

[23] Fruchtbarkeit

[24] Limitierung

[25] Meliorationsmöglichkeiten

613/4

1 T Y P - Eigenschaften

- [1] Perkolationsrichtung
1 x senkrecht durchwaschen
2 selten senkrecht durchwaschen
3 langsam senkrecht durchwaschen
4 fremdnass
5 überschwemmt

- [2] Feste Bodensubstanz (Gerüst Gesteinsteile
1 Gesteinsteile + Humus
2 x Gesteinst. + Hs + Sekundärmin.
3 Sekundärminerale + Humus
4 Organische Substanz (Hs)

- [3] Kennzeichnende Gerüstkomponente
0 Silikatgestein
1 Mischgestein
2 Karbonatgestein
3 Ton(-Huminkomplexe)
4 x Ton-Eisenhydroxidbindung
5 Eisenhydroxid(-Huminkomplexe)
6 Oxidanreicherung
7 Eisen²⁺-Hydroxide
8 Humus

- [4] Kennzeichnende Filtrationsverlagerung
0 Al³⁺ (aktives Aluminium)
1 Ca²⁺ (Erdalkaliverlagerung)
2 CaCO₃ (Karbonatverlagerung)
3 wasserlös. Salze (Alkaliverl.)
4 x Tonmineral (Tonverlagerung)
5 Eisen²⁺ (Ferroverlagerung)
6 Eisen-Humin (Komplexverlagerung)
7 Humin (Huminsäureauswaschung)

2 U N T E R T Y P - Eigenschaften

- [5] Profilschichtung
1 x erodiert (Freigel.C- od.R-Horiz.
2 kolluvial (Schichtung sichtbar)
3 anthropogen gestört (Deponie)
4 alluvial (Sedim.Schicht sichtbar)
5 alluvial übersch. (Schicht a.Torf)
6 polygenetisch (fossil)
7 aeolisch (Lössdecke, windverbl.)

- [6] Verwitterungsgrad
0 lithosolisch (Fels <10 cm u.T.)
1 juvenil (unverw.Fels 10-40 cm)
2 kluftig (ungleich tief auf Fels)
3 karstig (ungleich tief auf Kalk)
4 psephitisch (extrem steinig)
5 psammitisch (extrem sandig)
6 pelosolisch (extrem feinkörnig)

- [7] Säuregrad pH-Wert CaCl₂ Metall-Ionen
1 stark sauer bis 5,2 -1,0
2 sauer 5,3-5,8 -0,8
3 schwach sauer 5,9-6,7 -0,5
4 x neutral 6,8-7,2 -0,2
5 teilw.entkarb.(A-Horiz.entkarb.)
6 karbonatreich (CaCO₃ b. Oberfl.)
7 kalkflaumig (Pseudomyzel)
8 kalktuffig (seekreideartig)
9 alkalisch (pH >7,8; Na-haltig)

- [8] Verteilung des Fe-Oxides
1 verbraunt
2 quarzkörnig (blanker Sand)
3 podzolig (eisenhüllig, -krustig)
4 aschig (extr.starker B-Horizont)
5 rostfleckig (Fe-Konzentr.bunt)
6 konkretionär (Mn-Konkretionen)
7 graufleckig (Ferrolyse)
8 rubifiziert (rot,Goethit,Haemat.)

[9] Gefüge

- 40 x tonhüllig (Cutans, Argilans)
41 planosolisch (sehr tonig,B-Horiz.)
42 verhärtet (zementiert, duripan)
43 kompakt (stark verdichtet, fragipan)
44 krümelig (stabil)
45 krümelig-bröcklig (stabil)
46 klumpig (segregiert)
47 vertisologisch (selfmulching, Huminh.)
48 -- Primitivgefüge, lose/kaum bind.)

[10] Fremdwasser Stau:

- 50 schwach stagnogleyig, staufeucht [B]
51 stagnogleyig, schwach staunass [B]
52 stark stagnogleyig, staunass [IB/B] bis cm

- 53 grundfeucht [B]
54 schwach gleyig) Knötchen- 90 [B]
55 ziemlich gleyig) horizont 60 [B]
56 stark gleyig) Flecken- 60 [GB]
57 sehr stark gleyig) horizont 30 [GD]
58 fahlgleyig) Redukt.- 60 [G]
59 fahl-extremgleyig) Horizont 30 [G]
60 versumpft) 10 [N/M]

[11] Organische Substanz Gehalt

- Mächtigkeit: (Hs)
70 rohhumos > 1 cm fasrig 30 %
71 antorfig bis 39 cm > 30 %
72 flachtorfig 40-90 cm > 30 %
73 tieftorfig >90 cm > 30 %
74 modrichumos > 1 cm körnig 10 %
75 anmoorig 10-40 cm > 10 %
76 saprohumos >40 cm > 30 %
77 mullreich 2-15 %
78 huminreich; melanisiert > 2 %
79 humusarm (ganzes Profil) < 2 %

[12] Horizontierung Schichtung:

- 90 regosolisch nur A-Horizont
91 diffus undeutl.Horiz.'Uebergang
92 horizontalisiert, abrupt scharfe Ho.Gr.
93 zungenförmig horizontalisiert, taschig
94 biologisch vermischt, Bioturbation
95 schwach entwickelt, wenig deutl.
96 x entwickelt, Typ ausgeprägt
97 degradiert, Typ rückgebildet
98 cryosolisch, Permafrost

3 B O D E N F O R M - Eigenschaften

- [13] Skelettgröße cm Ø
01 x Feinkies 0,21 - 2,0
02 x Grobkies 2,1 - 5,0
03 Feingeröll 5,1 - 25
04 Grobgeröll, Steine 26 - 50
05 Blöcke > 50

- [14] Skelettgehalt Vol.%
10 skelettfrei < 1
11 skelettarm 1 - 5
12 x skeletthaltig 6 - 10
13 stark skeletthaltig 11 - 20
14 skelettreich > 20

- [15] Feinerde Ton Silt %
20 Sand 0-4 < 50
21 lehmiger Sand 5-10 < 50
22 x sandiger Lehm 11-20 < 50
23 x schwach sandiger Lehm 21-30 < 50
24 schwach toniger Lehm 31-40 < 50
25 Schluffboden > 50
26 Schlufflehm > 50
27 toniger Schlufflehm > 50
28 toniger Lehm > 50
29 Tonboden < 50

Table with columns: Plan-Eintrag, Profil. [16] Physiologische Gründigkeit in Leicht verfügbares Wasser in Wasserspeicherung: über 150 aussergewöhnlich gut, 101-150 sehr gut, 71-100 gut, 51-70 ziemlich gut, 31-50 ziemlich gering, 11-30 gering, 1-10 sehr gering

4 L O K A L F O R M - Eigenschaften

- [17] Bodenwärme und Klima m ü.M
01 Mittelland, trocken, warm >7° 6C
02 x Mittelland, feucht, kühl <7° 6C
03 Jura, mild, trocken NS <110 cm < 9C
04 Jura, montan NS >110 cm <13C
05 Jura, subalpin, humid >160 cm >15C
06 Voralpen, nördl., montan, humid <13C
07 Voralpen nördl., subalp., humid >13C
08 Zentralalpentäler: NS: trocken, kontinental <110 cm < 9C
09 trocken, kontinental <110 cm <15C
10 Subalpine Zentralalpen <20C
11 Südalpenteiler insubrisch 9C
12 Südalpen insubrisch montan <15C
13 Südalpen subalpin <20C
14 Gebirge, alpine Stufe 2000-29C
15 Gebirge, nivale Stufe >29C

[18] Landschaftselemente Neigung %

- 20 Talebene 0 - 5
21 Talmulde (Wanne) 0 - 10
22 Talsohle, breit 0 - 15
23 Tälchen, eng < 20
24 Tal-Schwemmfächer 5 - 15
25 Tal-Schuttkegel 16 - 35
26 Talwall, -rücken, -höcker < 25
27 Talterrasse 0 - 15
28 Hochterrasse < 10
29 Flachhang 15 - 25
30 starker Hang 26 - 45
31 Steilhang 46 - 75
32 extreme Steillage > 75
33 Hangrutschung
34 x Hang-Akkumulationsmulde
35 Hang-Erosionsrinne, Hangtälchen
36 Hangrippe, konvex
37 Plateau, Hochebene 0 - 15
38 Bergland, hügelig 16 - 45
39 Bergerhebung, Rücken, Kuppe > 25

[19] Hangneigung

- Gefälle: Welligkeit: %
50 a* 0-5 eben
51 b 5-10 ziemlich eben
52 schwach wellig 0 - 10
53 x c 11-15 schwach geneigt
54 d 16-20 mässig geneigt
55 e 21-25 ziemlich geneigt
56 wellig 0 - 25
57 f 26-35 stark geneigt
58 g 36-45 mässig steil
59 hügelig 0 - 45
60 h 46-55 ziemlich steil
61 i 56-75 sehr steil
62 kuptiert 0 - 75
63 k > 75 extrem steil
64 zerklüftet 0 ->75
*Lokalform

Tabelle 9: Bodenprofile Tänikon, Vergleich Archivdaten / BÜK-Daten

Die mit "*" bezeichneten Felder würden bei manueller Einzelblattbearbeitung noch übersetzbar. Die Attribute mit "***" wurde bereits bei der Ersterfassung übersetzt.)

Archivdaten		BÜK-Daten	
ID	587	ID	587
FIXPKTNR	Tk25	FIXPKTNR	Tk25
		PKT_ART	Profil
AUTOR	FAL	AUTOR	FAL
STATUS	alt	STATUS	alt
DATUM	24.02.1977	ERH_JAHR	1977
		FIXPKTKL	K6
		DATSCHL	FAL6kunst
GEMEINDE	Aadorf	GEMEINDE	Aadorf
X_KOORD		KOORDX	711784
Y_KOORD		KOORDY	261212
HOEHE	535	HOEHE	535
EXPOSF	E	EXPOSF	E
NEIGUNGF	11	NEIGUNGF	11
GLFORMF**	f	GFORMF	f
		NUTZ_GIS	L
NUTZF	L	NUTZF	L
		VEG_GIS	
		WAVEGF	
		PHYS_EINH	H1
		REG_GIS	R4
		NREG_GIS	R4a
SUBSTF	KO/MO	SUBSTF	KO
		HFORMF	
		WHF	a
PFGGRDF**	1	GRDF	1
BTYPF	T	BTYPF	T
		UTWHF	
		UTEF	
		UTPF	
		UTXF	
MACHTOBF**	20	MACHTOBF	20
MACHTUBF**	130	MACHTUBF	130
OGSOBF	3	OSOBF	3
		GEFOB	
		GEFUB	
FK_OBF_origin	sL	K_OBF	sL
FK_UBF_origin	ssL	K_UBF	sL
SK_OBF	0	SK_OBF	0
SK_UBF	0	SK_UBF	0
KALKOBF	0	KALKOBF	0
KALKUBF	0	KALKUBF	0
KALKGRE		KALKGRE	
NR_INTERN	TH25		
KANT.	TG		

*E2

*PK

Beispiel Bohrungen der WSL, Standortkundliche Karte TG:

Die WSL hat die Originalarchivdaten für die BÜK aufgearbeitet. Das Projektteam hat noch geringfügige Anpassungen durchgeführt.

Tabelle 10: Bohrungen WSL, Vergleich Archivdaten / BÜK-Daten

Archivdaten		BÜK-Daten	
		ID	146
Auf_Nr	D27	FIXPKTNR	D27
		PKT_ART	Bohrung
		AUTOR	WSL
		STATUS	alt
		ERH_JAHR	1992
		FIXPKTKL	K6
		DATSCHL	FAL6kunst
		GEMEINDE	Weinfelden
X_Koord	728100	KOORDX	728100
Y_Koord	272075	KOORDY	272075
		HOEHE	
Expos	NW	EXPOSF	NW
Neig_Pr	2	NEIGUNGF	2
Relief	2	GFORMF	a
		NUTZ_GIS	W
		NUTZF	W
		VEG_GIS	[8g]
Waldges	1	WAVEGF	1
BEK200	H2	PHYS_EINH	H2
		REG_GIS	R8
		NREG_GIS	R8a
		SUBSTF	
Hu_Fo_KL	7/8	HFORMF	L
WHH	b	WHF	b
Gr_KL	tg	GRDF	2
BT	Parabraunerde	BTYPF	T
Vernass	-	UTWHF	
		UTEF	E4
		UTPF	
		UTXF	
		MACHTOBF	
		MACHTUBF	
		OSOBF	
		GEFOB	
		GEFUB	
K_OB_KL	U	K_OBF	IU
K_UB_KL	U, T	K_UBF	tU
SK_OB_KL		SK_OBF	0
SK_UB_KL	2	SK_UBF	2
		KALKOBF	
		KALKUBF	
Kalk_cm	-	KALKGRE	
Sauer_OB	4.0		
Sauer_UB	4.0		
02_Mang			

5.8 Bodenmuster generelles Konzept

Im Kartierungsmaßstab 1:50'000 können keine reinen Bodeneinheiten ausgeschrieben werden. Die Bodeneinheiten sind im Bezug auf ihre Bodeneigenschaften noch sehr heterogen und können demzufolge nur mittels Komplexen (siehe Glossar) beschrieben werden. Um die Auswertbarkeit der Bodendaten zu erleichtern und die Bodenübersicht zu verbessern, hat das Projektteam die Bodeneinheiten mittels sog. Bodenmuster charakterisiert. Der Begriff "Bodenmuster" wurde speziell für die BÜK kreiert. Die Bodenmuster sind klar strukturierte Bodenkomplexe, bestehend aus drei Bodenformen, den sog. Hauptboden, Nebenboden und Begleitboden, die für eine bestimmte Bodeneinheit charakteristisch sind.

- Hauptboden
Flächenmässig wichtigste Bodenform einer Bodeneinheit (Polygon)
- Nebenboden
Flächenmässig zweitwichtigste Bodenform
- Begleitboden
Punktuell vorkommende Bodenform, die jedoch für die Bodeneinheit typisch oder speziell ist (z.B. Nassböden in lokal begrenzten Geländesenken).

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

Im Kanton Thurgau stehen für Waldböden und Landwirtschaftsböden bezüglich der Menge und Qualität unterschiedliche bodenkundliche Grundlagen zur Verfügung. In der Absicht, diese Grundlagen möglichst effizient zu nutzen, wurde die Kartierung der Waldböden methodisch anders ausgeführt als jene der Landwirtschaftsböden.

5.9 Bodenmuster Landwirtschaftsböden

5.9.1 Erarbeitung der Bodenmuster

Die Bodenmuster für die landwirtschaftlich genutzten Böden wurden in einem sich mehrmals wiederholenden Prozess erarbeitet. Im Wesentlichen umfasste er die folgenden Arbeitsschritte:

- Studie der Ergebnisse des BÜK-Testlaufes
- Studie der FAL-Manuskriptkarten
- Analyse der detaillierten Bodenkarten (1:5'000) der Kantone ZH und SG entlang der Grenze zum Kanton Thurgau (ca. 2. km breiter Bereich) unter Berücksichtigung der Bodenregionen
- Auswertung sämtlicher verfügbarer Fixpunkte nach Bodenregionen unter Einbezug von ausgewählten Fixpunkten aus den Kantonen SG und ZH

- Vorkartierung des Loses 1 (Gebiet zwischen Kreuzlingen und Schönholzerswilten)
- Vertiefende Feldarbeiten in den Eichgebieten Pfyn, Gertau und Erlen
- Einzelbearbeitung sämtlicher ausgeschiedener Bodeneinheiten durch zwei Bodenkartierer mittels GIS unter Einbezug der verfügbaren Grundlagen.

Bei der Erarbeitung der Bodenmuster wurden nicht allein die Eigenschaften der Fixpunkte sondern, falls relevant, die Hangneigung, die Exposition und die Höhenstufe als Kriterien verwendet. Diesbezügliche Angaben sind im Kapitel 7, bei der Vorstellung der Böden nach Regionen aufgeführt.

5.9.2 Zuordnung der Bodenmuster

Die Zuordnung der Bodenmuster zu den einzelnen Bodeneinheiten erfolgte manuell. Jede Bodeneinheit 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 in der jeweiligen Bodeneinheit geprüft. Dabei ist zu beachten, dass in vielen Bodeneinheiten gar keine Fixpunkte vorhanden sind. Die bodenkundliche Charakterisierung solcher Bodeneinheiten ist somit hypothetisch – sie basiert auf Analogieschlüssen bezüglich Bodeneinheiten mit ähnlicher Ausprägung der bodenbildenden Faktoren.

Die Bodeneinheiten der BÜK besagen somit, welche Böden in einem durch das Polygon umgrenzten Gebiet mit grösster Wahrscheinlichkeit vorkommen.

5.10 Bodenmuster Waldböden

5.10.1 Erarbeitung der Bodenmuster

In einem durch den Menschen weitgehend ungestörten Waldökosystem bestehen Beziehungen zwischen der Waldgesellschaft und den Eigenschaften des Bodens, auf welchem die betreffende Waldgesellschaft wächst. Solche Beziehungen werden von Geobotanikern seit langem untersucht und in Bezug auf Säuregrad sowie Wasserhaushalt des Bodens mittels Ökogrammen schematisch dargestellt. In der folgenden Abbildung ist als Beispiel das Ökogramm für die kolline / submontane Klimastufe im Kanton Thurgau wiedergegeben.

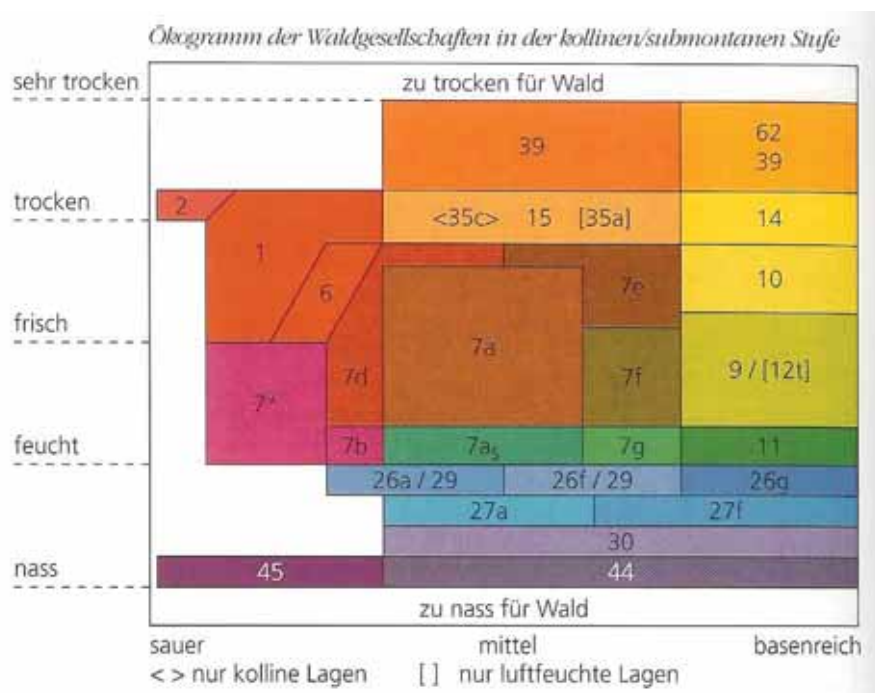


Abbildung 9: Bsp. Ökogramm (Quelle [9])

Auf der X-Achse (waagrecht) wird der Säuregrad und auf der Y-Achse (senkrecht) der Bodenwasserhaushalt dargestellt. Die Codes in den Feldern bezeichnen die Waldgesellschaften. Eine weitere Informationsebene bildet die Farbe. Der zunehmende Basengehalt wird von links nach rechts von Rot zu Grün und die zunehmende Bodenvernässung von oben nach unten von Orange über Blau zu Violett dargestellt. So ist zu erwarten, dass z.B. für die Waldgesellschaft 39 (Kronenwicken-Eichenmischwald) flachgründige, trockene, oft skelettreiche, neutrale, für die Waldgesellschaft 7f (Waldmeister-Buchenwald mit Lungenkraut) frische, tiefgründige, neutrale und für die Waldgesellschaft 44 (Seggen-Schwarzerlenbruchwald) flachgründige, nasse, neutrale bis basenreiche Böden zu erwarten sind.

Es ist ersichtlich, dass die einzelnen Waldgesellschaften oft einen grossen Bereich an Bodeneigenschaften tolerieren. 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.

Um die Beziehungen Pflanzen/Böden zu eichen, wurden im Rahmen der vegetationskundlichen Kartierung im Kanton Thurgau 19 Bodenprofile und 168 Bohrungen untersucht. Die Bodenprofile wurden allerdings nicht gemäss der "Bodenklassifikation der Böden der Schweiz" [20], welche für die Erarbeitung der BÜK verbindlich ist, sondern in Anlehnung an die "Deutsche Bodenklassifikation" bodenkundlich aufgenommen. Die bodenkundliche Ansprache der Bohrungen wurde stark vereinfacht. Die direkte Verwendung dieser Bodendaten war somit nicht möglich – sie mussten, so weit es möglich war, übersetzt werden.

Dort wo deutliche Informationslücken vorlagen, hat das Projektteam ergänzende Bohrungen durchgeführt und bodenkundlich beschrieben. Trotzdem standen für die Waldböden weniger Fixpunkte zur Verfügung als für die Landwirtschaftsböden. Das Projektteam hat demzufolge die Bodenmuster nur aus Haupt- und Nebenboden gebildet.

5.10.2 Zuordnung der Bodenmuster

Für jede Bodeneinheit wurden mittels GIS die flächenmässig wichtigste und die flächenmässig zweitwichtigste Waldgesellschaft ermittelt. Mit Hilfe des Übersetzungsschlüssels wurden diesen zwei (Leit-) Waldgesellschaften die entsprechenden Bodenformen (Haupt- und Nebenboden) zugeordnet. Diese bilden das eigentliche Bodenmuster der Bodeneinheiten im Wald.

5.11 Schlussbetrachtung methodisches Vorgehen

Das Kapitel 5 hat eine zentrale Bedeutung für das Verständnis der BÜK. Nachfolgend werden die z.T. neu entwickelten Methoden diskutiert und mit Hilfe von Diagrammen schematisch dargestellt.

Die BÜK wurde vollständig digital aufgearbeitet. Nicht nur die BÜK, sondern auch die verwendeten Grundlagen sind als GIS-Applikation verfügbar.

Vorteile:

- Die BÜK und weitere bodenkundliche Grundlagen können nun effizient genutzt und weiter verarbeitet werden.
- Karten können der Fragestellung angepasst und hergestellt werden.
- Die BÜK ist ein "dynamisches" Produkt, das ständig weiter verbessert und ausgebaut werden kann.
- Laufende Nachführungen der Daten, Korrekturen und methodenbedingte Anpassungen können schnell und kostengünstig realisiert werden.
- Zur Beantwortung von interdisziplinären Fragen kann die BÜK mit anderen Daten des ThurGIS verknüpft und kombiniert werden.
- Die BÜK-Struktur (Bodenregionen und Bodennebenregionen) ist als ein Grundstein für den Aufbau eines kantonalen Bodeninformationssystems geeignet.
- Es bestehen viel mehr Darstellungsmöglichkeiten als in einer klassischen Bodenkarte.

Nachteile:

- Die "massstabfreien" Darstellungsmöglichkeiten des GIS können dazu verleiten die BÜK für Zwecke zu verwenden für die sie aufgrund des Datenerhebungsmassstabes (1:50'000) nicht konzipiert ist.

Die **primäre und sekundäre Abgrenzung der Bodeneinheiten** (Bodenregionen bzw. Bodennebenregionen) erfolgte sowohl in offenen Flächen als auch im Wald durch die direkte Übernahme von Grenzen aus der Geologischen Übersichtskarte des Kantons Thurgau [8].

Vorteile:

- Bei der Erarbeitung der Geologischen Übersichtskarte (1:50'000), bzw. den als Grundlagen dienenden Geologischen Karten (1:25'000), wurden z.T. Auswertungen durchgeführt, die durch die Übernahme der Grenzen in die BÜK einfließen (Geländeanalyse, Luftbilderauswertung etc.).

- Durch die Übernahme der Grenzen wurde Digitalisierarbeit erspart.
- Bezüglich der Klassierung und Abgrenzung des Ausgangsgesteins für die Bodenbildung ist die Abgrenzung in den erwähnten Grundlagen identisch.

Nachteile:

- Im Rahmen von geologischen Kartierungen wird in der Regel dem Boden nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Die Abgrenzung der bodenbildenden geologischen Substrate allein aufgrund der Geologischen Übersichtskarte ist somit teilweise unscharf. Im Massstab 1:50'000 ist diese Fehlerquelle jedoch vernachlässigbar.
- Die Einheiten der Geologischen Übersichtskarte sind oft zu kleinflächig, um weiter unterteilt werden zu können. Der Differenzierung nach Bodeneigenschaften sind somit in solchen Fällen Grenzen gesetzt.

Die **tertiäre Abgrenzung der Bodeneinheiten** erfolgte nach der Art der Bodennutzung Wald / Landwirtschaft.

Vorteile:

- Die Waldgrenzen konnten direkt vom ThurGIS digital übernommen werden. Sollten in der Zukunft die Waldgrenzen neu erfasst bzw. neu definiert werden, können auch die dadurch betroffenen Bodeneinheitengrenzen mit einem minimalen Aufwand korrigiert werden.
- Die Bodenbildungsbedingungen unter Wald unterscheiden sich deutlich von jenen unter landwirtschaftlicher Nutzung. Die Waldgrenze ist somit in den meisten Fällen auch eine natürliche Bodeneinheitengrenze.
- Im Kanton Thurgau liegen für den Wald und für die landwirtschaftlich genutzten Flächen quantitativ und qualitativ unterschiedliche Grundlagen vor. Die Waldgrenze bildet somit auch eine methodische Grenze in der Erarbeitung der BÜK.

Nachteile:

- Wegen der primären und sekundären Unterteilung wurden die Waldflächen zerschnitten. Es entstanden viele kleine Waldrestflächen die nicht genug gross waren, um als eigenständige Bodeneinheiten abgegrenzt werden zu können.
- Es mussten bezüglich der Nutzung gemischte Bodeneinheiten gebildet werden. Bei diesen gemischten Bodeneinheiten ist eine klare Trennung zwischen Waldböden und Landwirtschaftsböden nicht vorhanden.

In der Abbildung 10 sind die verschiedenen Ebenen der BÜK am Beispiel der Bodenregion R1 schematisch dargestellt. Das Vorgehen im Bereich der Waldflächen ist aus der Abbildung 11 ersichtlich.

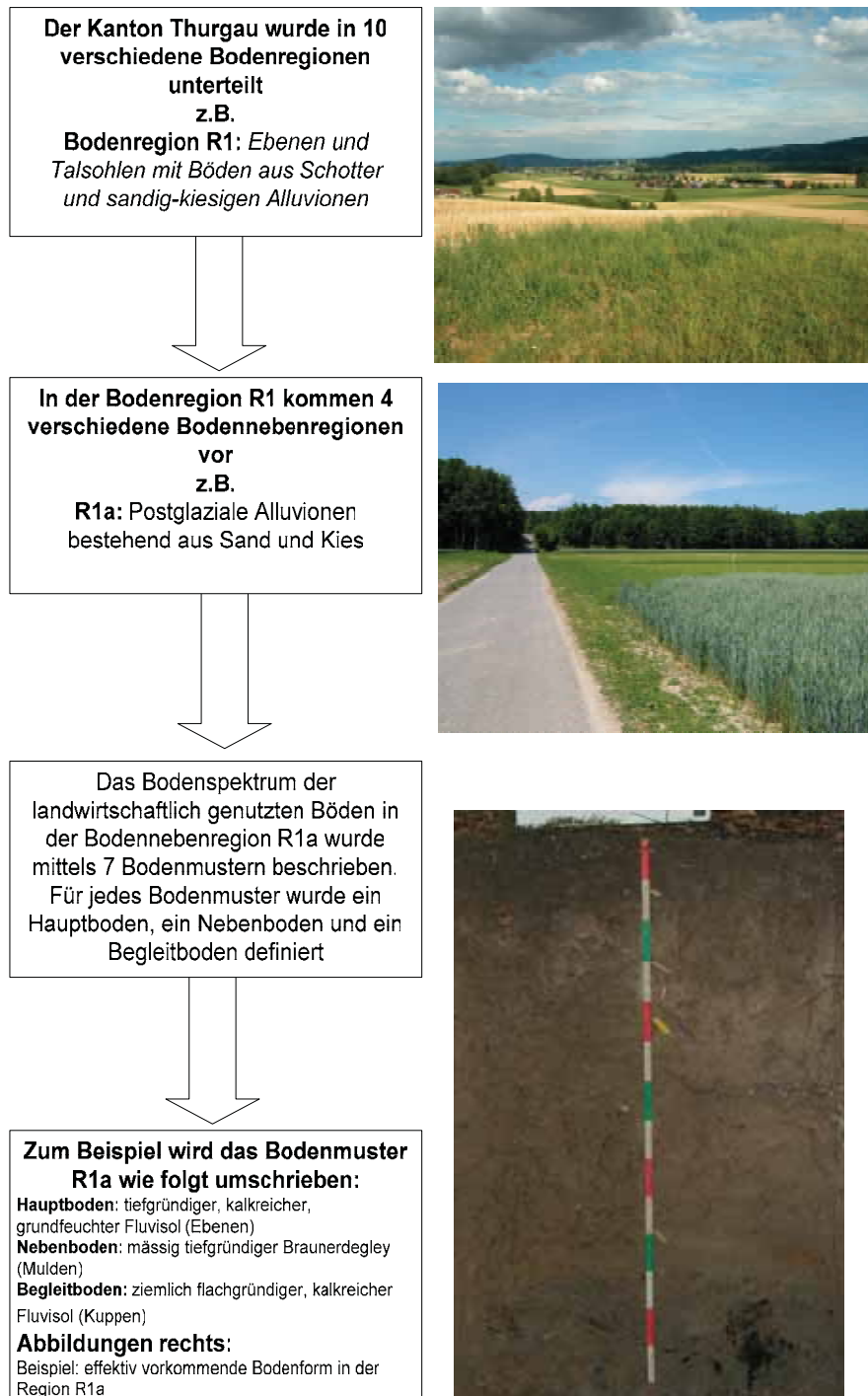


Abbildung 10: Von der Bodenregion zum Bodenmuster

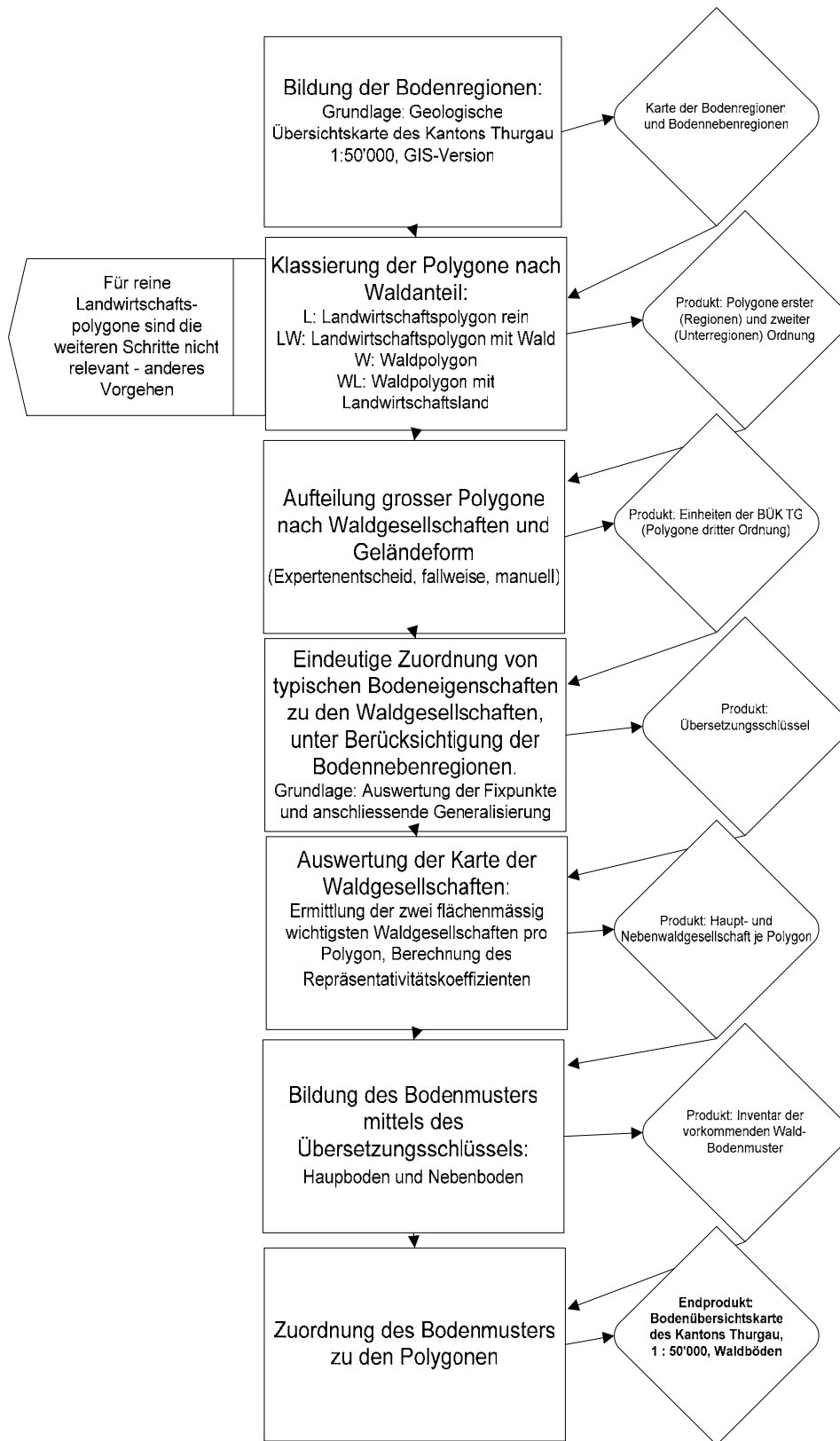


Abbildung 11: Synthese Kartierung Waldböden

6. Fallbeispiel: Vorgehen und Ergebnisse

6.1 Einführung

Um die Erarbeitung der BÜK transparent zu dokumentieren, werden am Fallbeispiel des Gebietes zwischen Kreuzlingen im Norden und Sulgen im Süden die einzelnen Arbeitsschritte in 15 Kartenauschnitten visualisiert.

Das Gebiet des Fallbeispiels umfasst eine Fläche von 23'670 ha und beinhaltet 209 Bodeneinheiten. Die bodenkundlichen Informationen beziehen sich auf 91 Fixpunkte (Bohrungen oder Bodenprofile), davon sind 72 neu (aufgenommen seit dem Jahr 2000) und 19 alt (aufgenommen vor dem Jahr 2000).

Wichtige Bemerkung

Um die Karten in diesen Bericht übertragen zu können, wurden die Karten auf ca. 78% verkleinert. Der auf den Abbildungen im Bericht angegebene Massstab 1 : 50'000 entspricht somit je nach Karte einem Massstab von ca. 1:64'100.

6.2 Abgrenzung des Kartierungsperimeters

In der BÜK wird das Kantonsgebiet gemäss Nutzungen in drei Teilperimeter unterteilt:

- Landwirtschaftsperimeter (kartiert)
Umfasst sämtliche landwirtschaftlich genutzte Flächen, sowie Naturschutzgebiete ausgenommen innerhalb von Siedlungen eingeschlossene Flächen.
- Waldperimeter (kartiert)
Umfasst sämtliche als Wald klassierten Flächen ausgenommen innerhalb von Siedlungen eingeschlossene Waldflächen.
- Siedlungsperimeter (nicht kartiert)
Umfasst sämtliche als Siedlung klassierten Flächen sowie die innerhalb von Siedlungen eingeschlossenen Wald- und Landwirtschaftsflächen.

Die Abgrenzung des Kartierungsperimeters ist im folgenden Kartenausschnitt (Abbildung 12) beispielhaft dargestellt.

Die Abgrenzung des Perimeters basiert auf den folgenden Grundlagen:

- Waldgrenzen: File „fwrand_“ (Bezeichnung von ThurGIS)
- Siedlungsgrenzen: File „z14pri_f“ (Bezeichnung von ThurGIS)
- Landwirtschaftsgrenzen: Restfläche

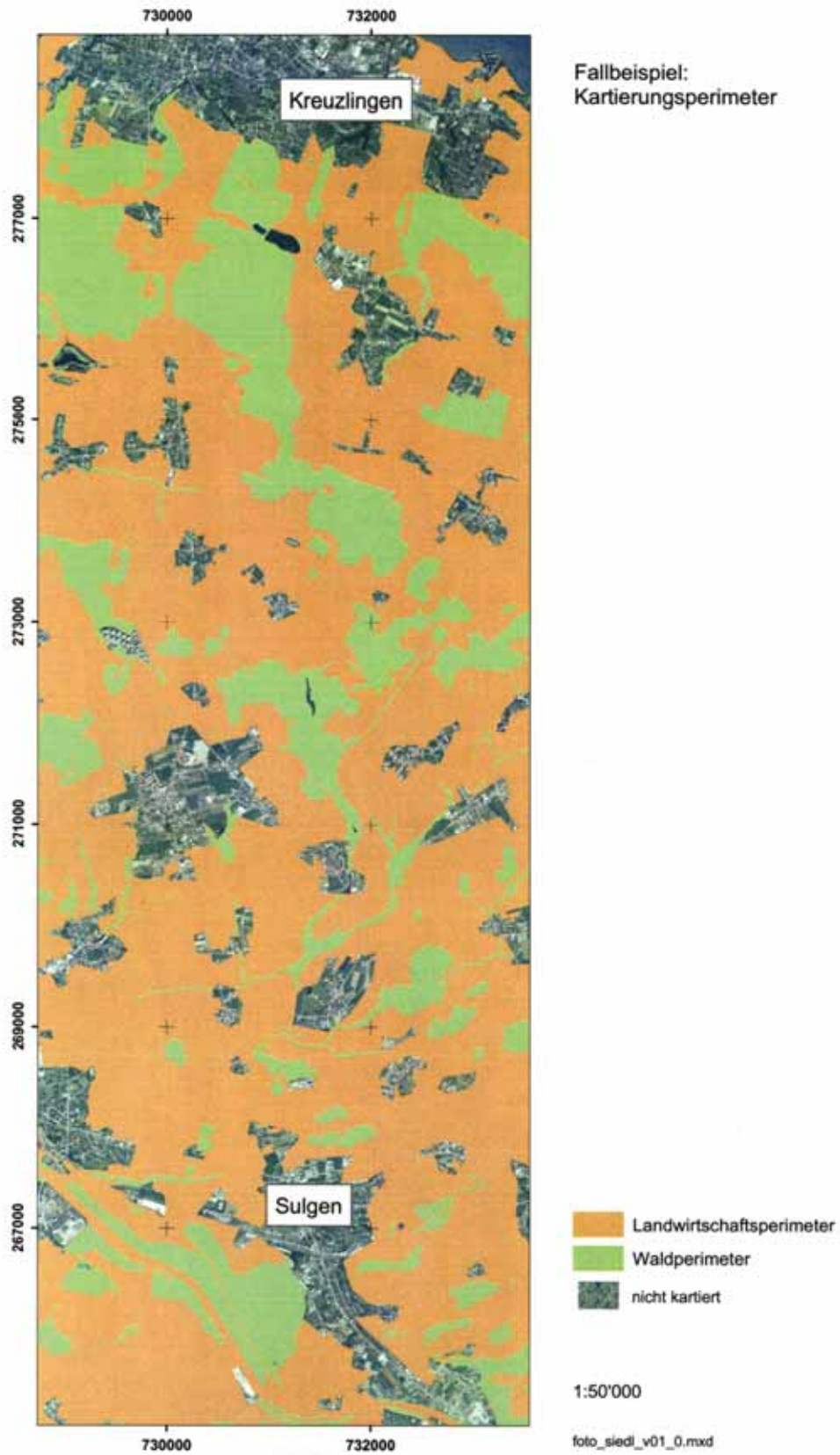


Abbildung 12: Abgrenzung des Kartierungsperimeters
(Abbildung verkleinert auf ca. 78% vom Masstab 1:50'000)

6.3 **Grundlage Bodeneignungskarte (BEK 200)**

Das Methodenhandbuch [1] schlägt vor, die physiographischen Einheiten der Bodeneignungskarte der Schweiz [15] als Grundlage für die Definition und Abgrenzung der Bodenregionen zu verwenden.

Die physiographischen Einheiten der BEK 200 (Abbildung 13) liefern im Kartenmassstab 1:200'000 stark generalisierte Angaben zu:

- Geologie
- Geomorphologie und
- Bandbreiten von diversen zu erwartenden Bodeneigenschaften.

Die BEK 200 ist digital vorhanden und kann somit direkt ins GIS integriert und dort analysiert werden.

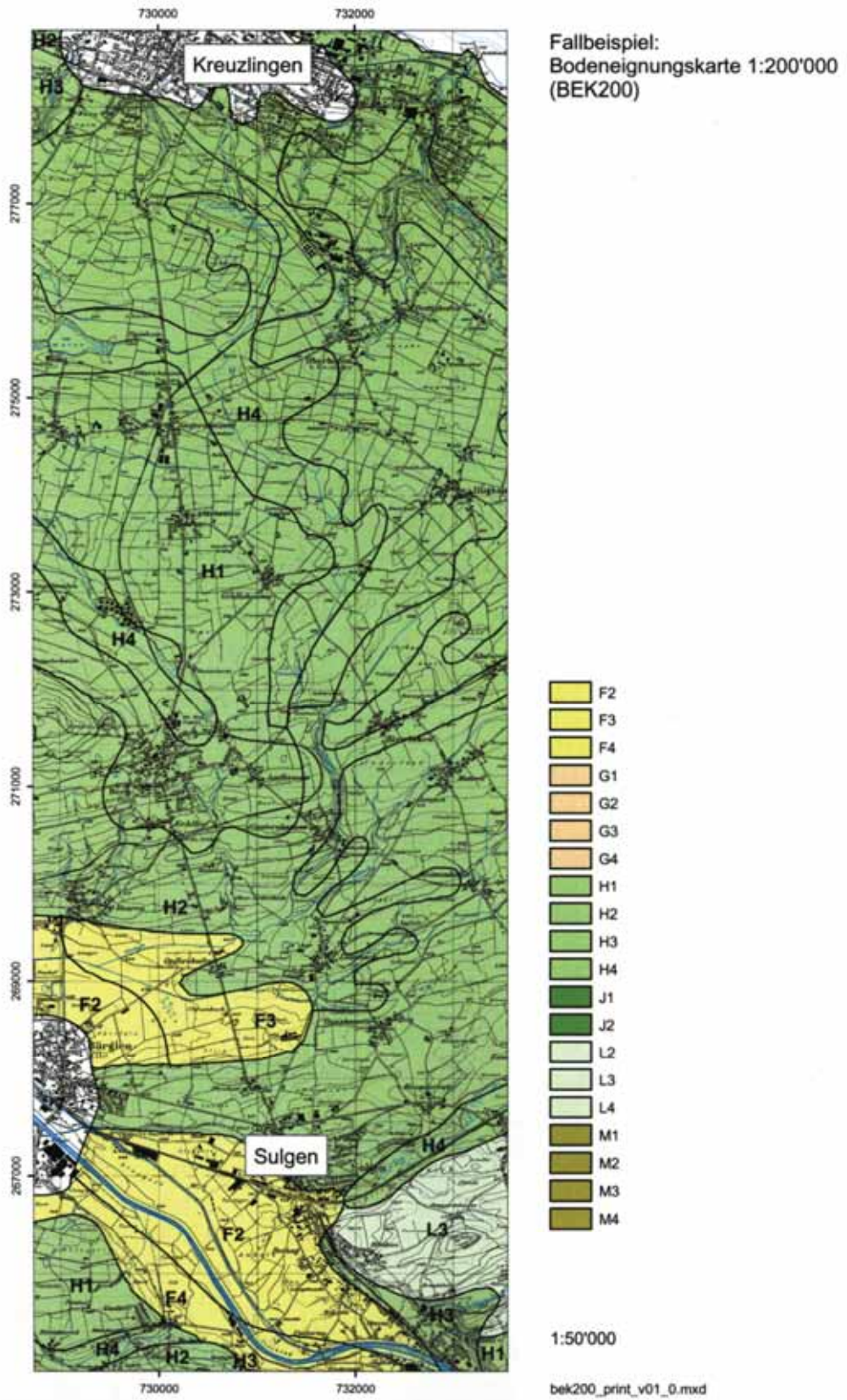


Abbildung 13: Bodeneignungskarte (BEK 200)
(Abbildung verkleinert auf ca. 78% vom Massstab 1:50'000)

6.4 Karte der Bodenregionen, Grundlage BEK 200

In der ersten Phase des Projektes wurden die Bodenregionen gemäss Handbuch [1] ausgehend von der BEK 200 definiert und abgegrenzt (Abbildung 14). Die so entstandene Karte der Bodenregionen wurde dem Auftraggeber als GIS-Applikation abgegeben. (File „bo_reg2_.shp“)

Es hat sich gezeigt, dass die Polygongrenzen der BEK 200 mit den Polygongrenzen der im Kanton flächendeckend und digital vorhandenen Geologischen Übersichtskarte [8] (Abbildung 15) z.T. nicht übereinstimmen.

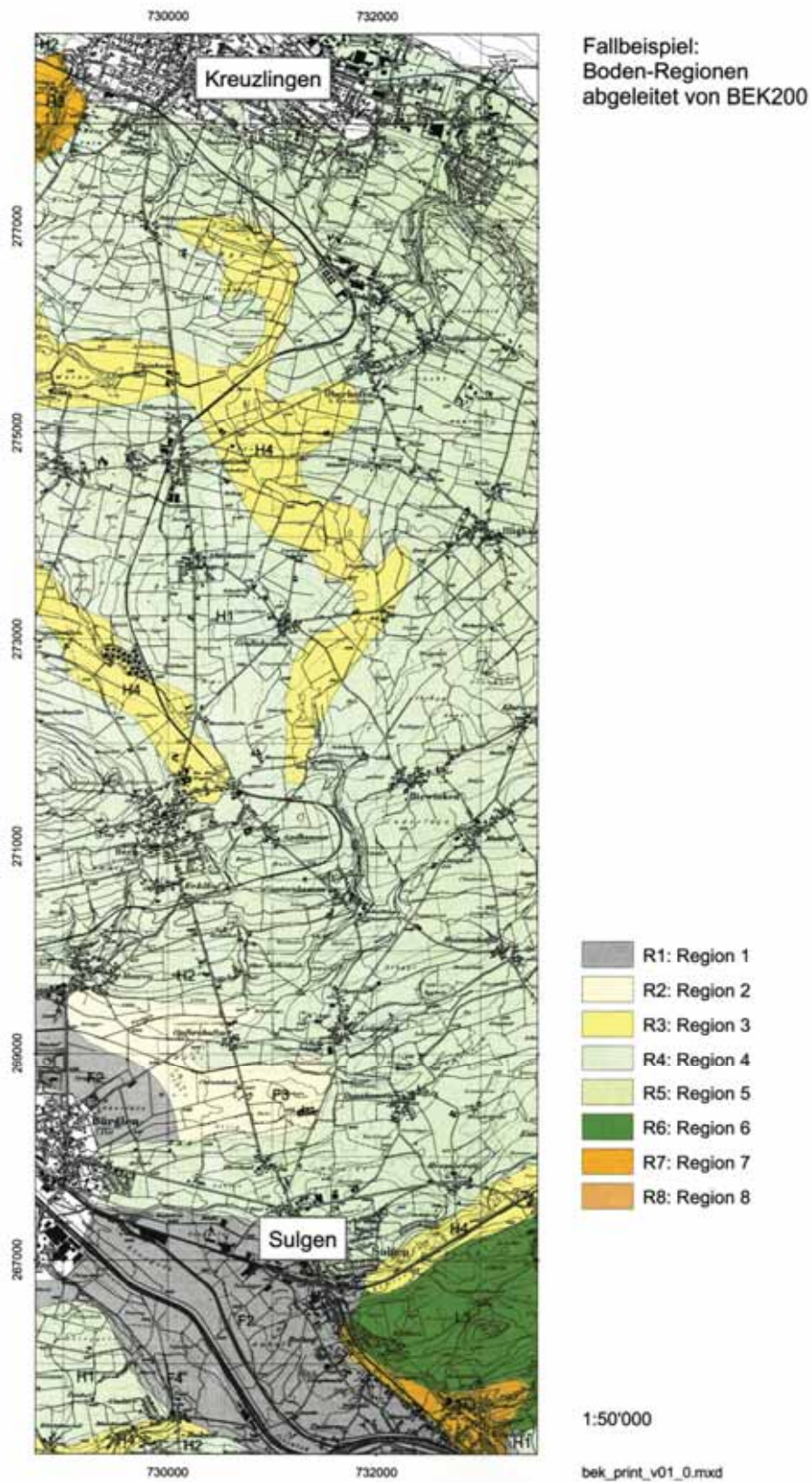


Abbildung 14: Karte der Bodenregionen; Grundlage Bodeneignungskarte (BEK 200)
(Abbildung verkleinert auf ca. 78% vom Massstab 1:50'000)

6.5 Grundlage Geologische Übersichtskarte

Die Geologische Übersichtskarte des Kantons Thurgau [8] (Abbildung 15) ist eine Synthesekarte der geologischen Karten im Massstab 1:25'000.

Sie ermöglicht eine relativ detaillierte räumliche Gliederung der Ausgangsgesteine für die Bodenbildung und wurde deswegen vom Projektteam als massgebende Grundlage für die Erarbeitung der BÜK gewählt. Sie wurde als primäres Abgrenzungskriterium für die Bodeneinheiten verwendet.

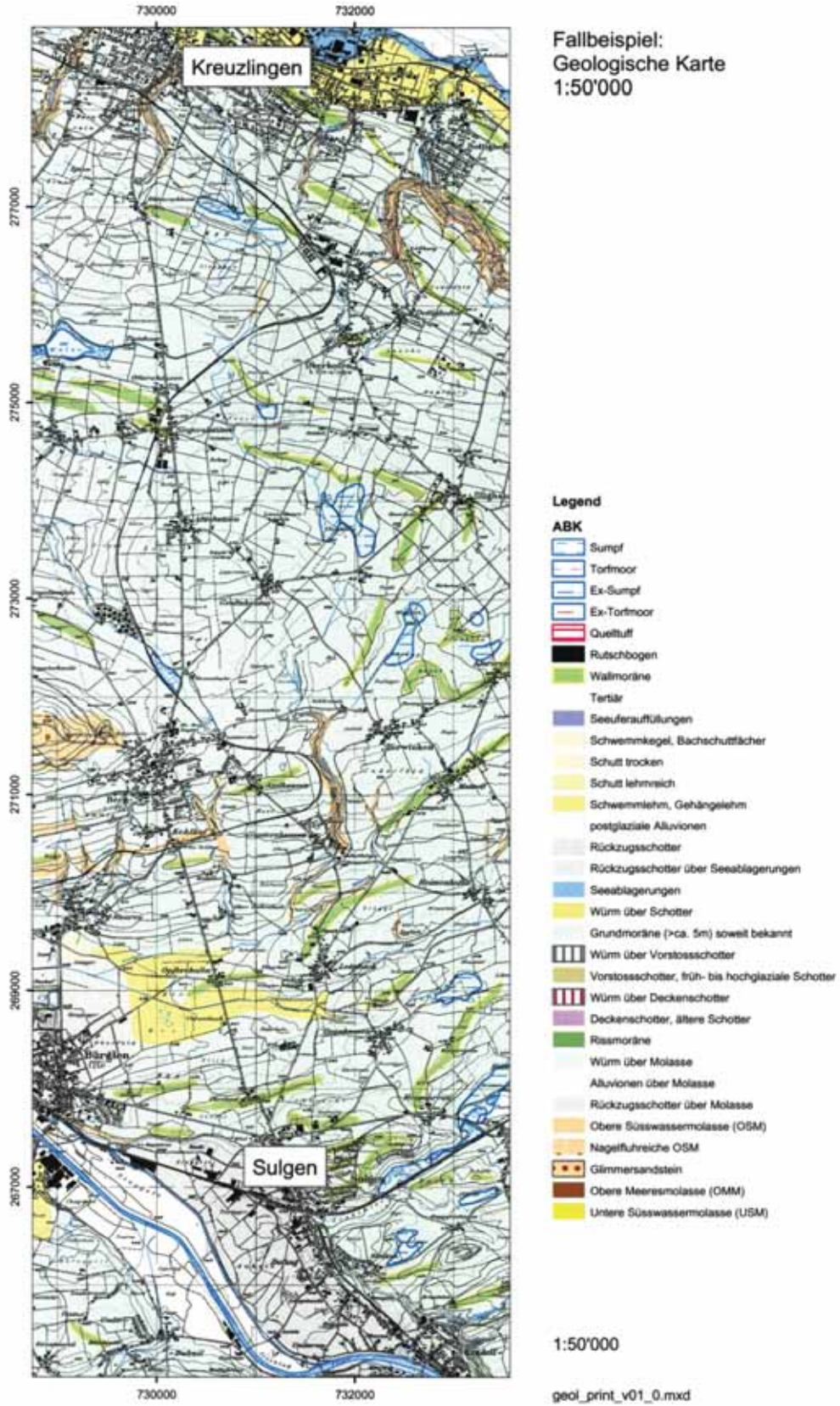


Abbildung 15: Geologische Übersichtskarte
(Abbildung verkleinert auf ca. 78% vom Massstab 1:50'000)

6.6 Karte der Bodenregionen, Grundlage Geologie

Das Projektteam hat beschlossen, die Unterteilung des Kantons in Bodenregionen auf der Basis der Geologischen Übersichtskarte des Kantons Thurgau (vgl. Kap. 6.5) zu erarbeiten.

Die Karte der Bodenregionen (Abb. 16) bildet die Basis für die BÜK. Sie kann direkt als Grundlage für die Bearbeitung von diversen bodenorientierten Fragestellungen verwendet werden. So könnte z.B. ein kantonales Bodeninformationssystem nach Bodenregionen aufgebaut werden.

Im ausgewählten Fallbeispiel kommen alle 10 Bodenregionen vor. In der Abbildung 16 ist ersichtlich, dass einige Bodenregionen grosse zusammenhängende Einheiten bilden, während andere Bodenregionen inselartig verteilt sind. Dies ist durch die Entstehungsgeschichte der diversen bodenbildenden Gesteine zu erklären – während die Grundmoränen (Bodenregion R4) und Alluvionen (Bodenregion R1) zusammenhängend vorkommen, nehmen Verlandungen (Bodenregion R3), Wallmoränen (Bodenregion R5) und insbesondere Auffüllungen (Bodenregion R10) kleinere Flächen ein.

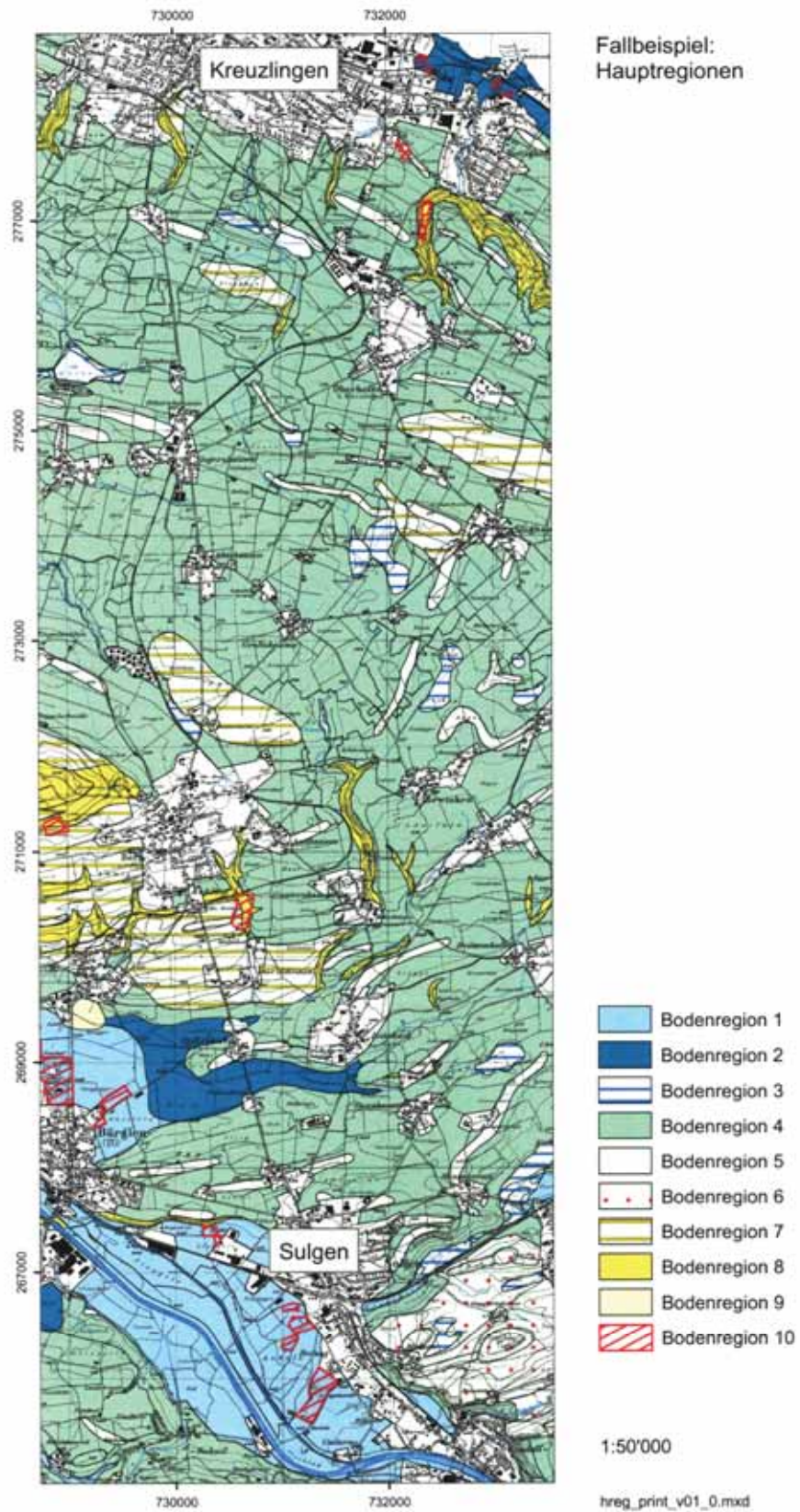


Abbildung 16: Karte der Bodenregionen
(Abbildung verkleinert auf ca. 78% vom Massstab 1:50'000)

6.7 Karte der Nebenregionen, Grundlage Geologie

Die Nebenregionen wurden durch eine weitere Gliederung der Ausgangsgesteine für die Bodenbildung innerhalb der einzelnen Bodenregionen gebildet. So wie die Grenzen der Bodenregionen wurden auch die Grenzen der Nebenregionen während der Erarbeitung der Bodenübersichtskarte nicht mehr verändert. Sie wurden direkt aus der Geologischen Übersichtskarte übernommen

Aus der Abbildung 17 ist die Unterteilung der Bodenregionen in Bodennebenregionen ersichtlich. So wird z.B. bei Sulgen die Bodenregion R1 (Böden auf Schotter und sandig-kiesigem Alluvium) in die Nebenregionen R1a (Böden auf Sand und Kies) und R1b (Böden auf Rückzugschotter) unterteilt.

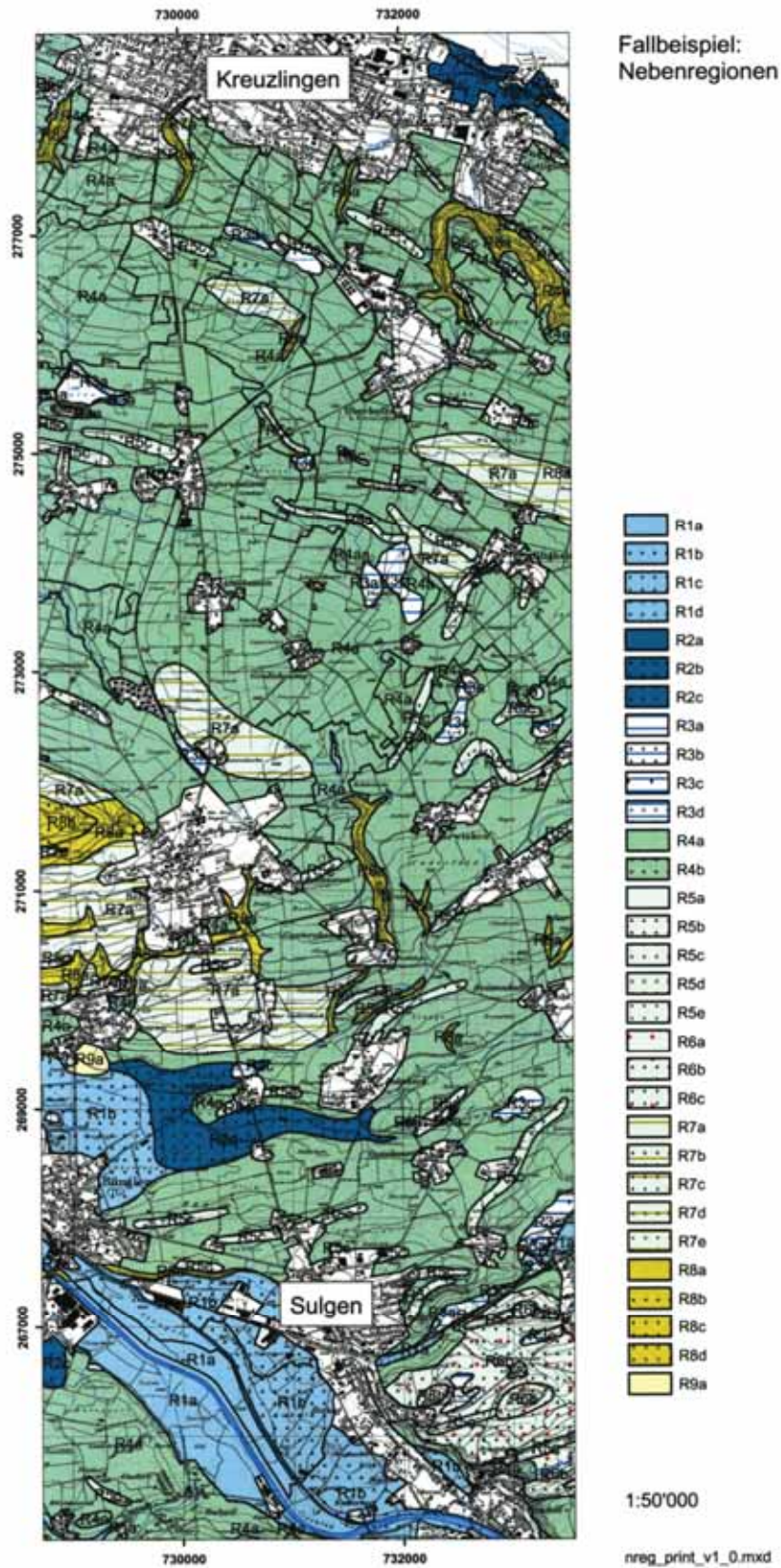


Abbildung 17: Karte der Nebenregionen
(Abbildung verkleinert auf ca. 78% vom Massstab 1:50'000)

6.8 Gliederung nach Nutzung

Die Einheiten der Bodennebenregionen wurden nach der dominierenden Bodennutzung klassiert und weiter unterteilt. Für jedes Polygon wurde mittels GIS der Waldanteil berechnet (vgl. Abbildung 18).

Dies ermöglichte vor allem, die grossen Einheiten (z.B. innerhalb der Bodenregion 4) weiter zu unterteilen. Dieses Vorgehen führte aber auch zur Bildung von vielen kleinen Einheiten (z.B. innerhalb der Region 5).

Betrachten wir nun das bereits erwähnte Gebiet bei Sulgen (Abbildung 18), so wird das Vorgehen der Abgrenzung leicht verständlich: Das grosse Ausgangspolygon der Bodenregion 1 (Abbildung 16) wurde nach Nebenregionen in zwei Polygone unterteilt, (Abbildung 17) die anschliessend nach Nutzung nochmals in je zwei Polygone gegliedert wurden. Somit wurde hier ein Polygon in vier Polygone unterteilt.

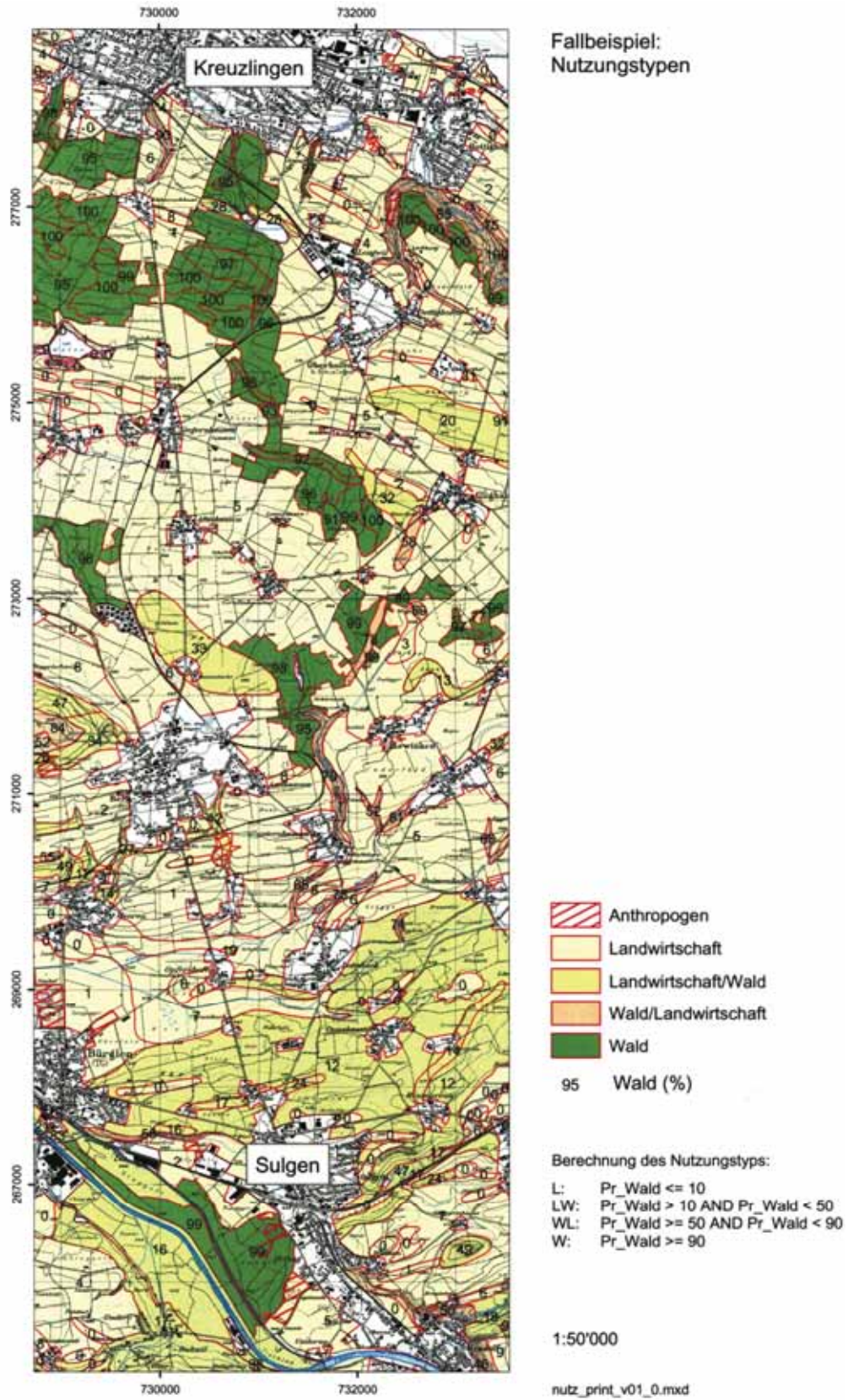


Abbildung 18: Dominanten Bodennutzung
 (Abbildung verkleinert auf ca. 78% vom Massstab 1:50'000)

6.9 Bodeneinheiten und Vegetationseinheiten Wald

Waldeinheiten, die nach den drei bereits diskutierten Abgrenzungsschritten noch genug gross waren, um im Massstab 1:50'000 weiter unterteilt werden zu können (ca. > 50 ha), wurden fallweise manuell auf der Basis von Wald-Vegetationsgesellschaften [9] gegliedert.

Aus der Abbildung 19 sind die massstabsbedingten Unterschiede der Polygongrössen der BÜK (1:50:000) und der Karte der Waldgesellschaften (1:5'000) ersichtlich.

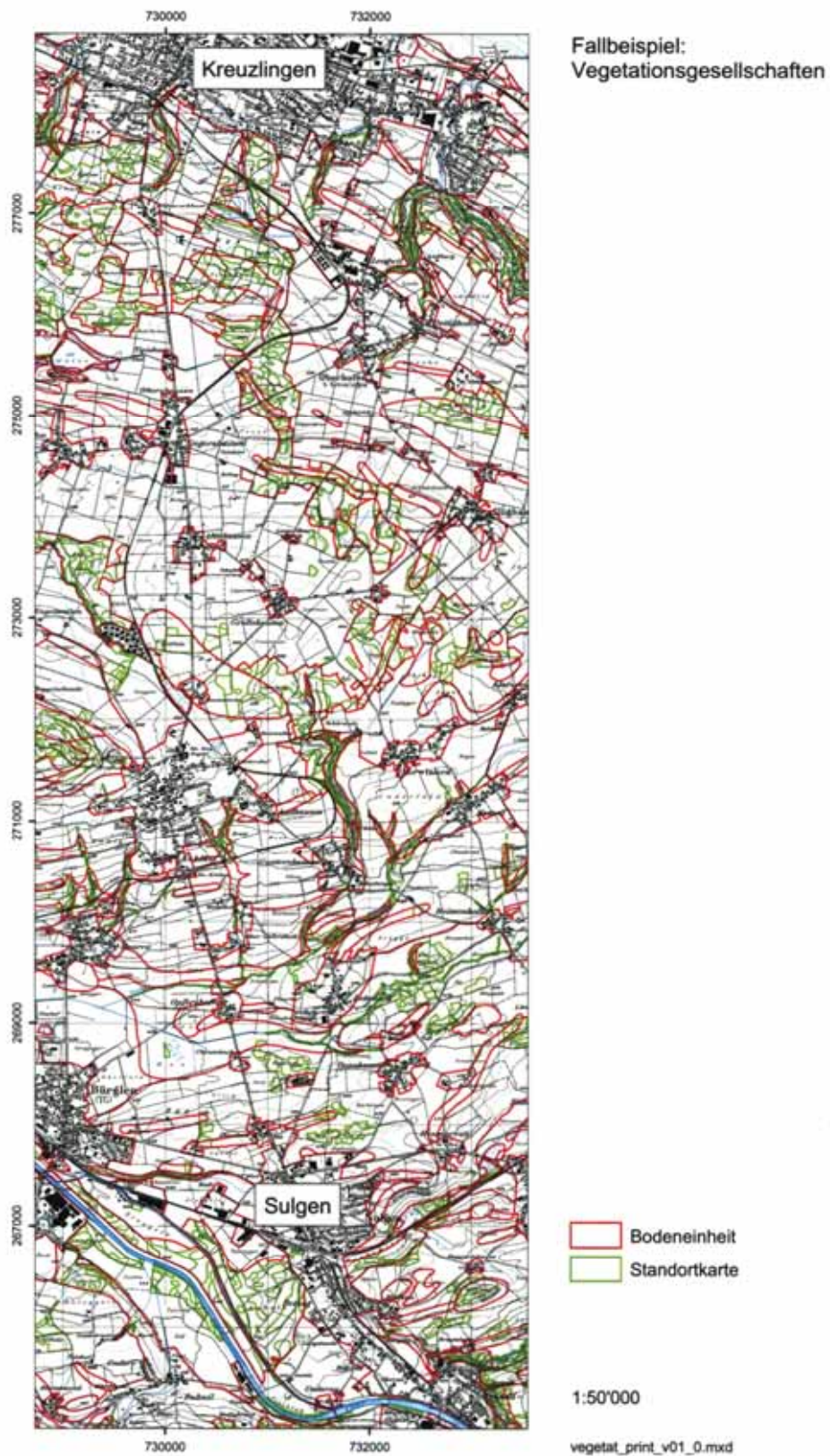


Abbildung 19: Vergleich der Polygone der BÜK (rot) mit jenen der Karte der Waldgesellschaften (grün)
(Abbildung verkleinert auf ca. 78% vom Massstab 1:50'000)

6.10 Grenze der Bodeneinheiten auf Orthophotos

Polygone mit landwirtschaftsbezogener Nutzung, die nach den drei ersten Abgrenzungsschritten noch genügend gross waren um weiter unterteilt werden zu können, wurden fallweise nach vorherrschender Geländeform gegliedert.

In der Abbildung 20 sind die Polygongrenzen der BÜK auf Orthophotos projiziert, um die Einbettung der Bodeneinheiten in die Landschaft sichtbar zu machen.

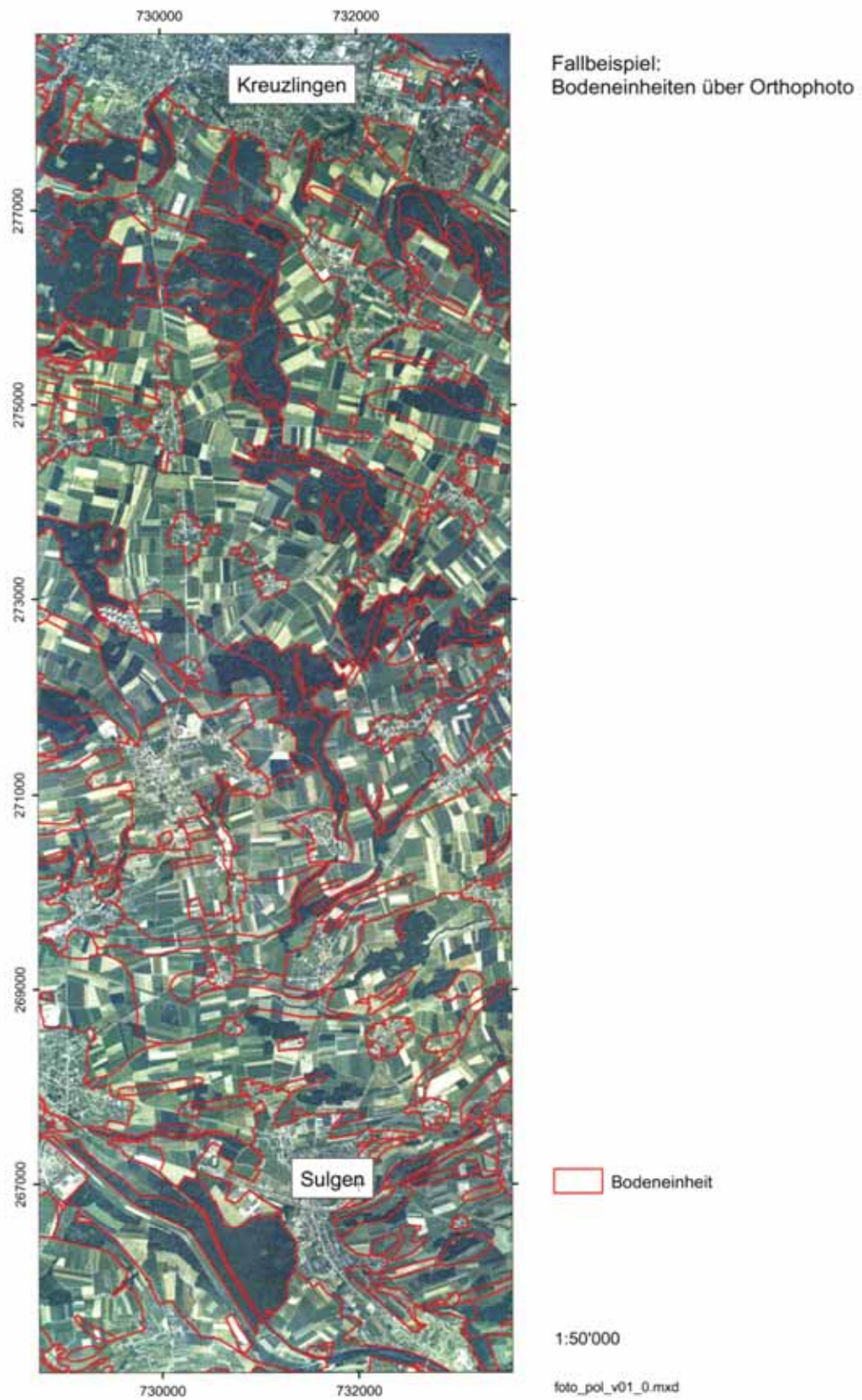


Abbildung 20: Bodeneinheiten der BÜK (rot) projiziert auf Orthophoto (Abbildung verkleinert auf ca. 78% vom Masstab 1:50'000)

6.11 Bodeneinheiten BÜK auf Manuskriptkarte FAL

Bei der Abgrenzung der Bodeneinheiten der BÜK wurden die Bodeneinheiten der FAL-Manuskriptkarten nicht berücksichtigt. Sie wurden aber bei der Bildung und Zuordnung des "bodenkundlichen Inhaltes" als Grundlage verwendet.

Durch die Überlagerung der FAL-Manuskriptkarten mit den Polygongrenzen der BÜK (Abbildung 21) können diese zwei Kartenwerke mit Vorbehalt⁴ verglichen werden:

- Die Polygone der BÜK sind deutlich kleiner als jene der FAL-Manuskriptkarte.
- Die dominanten Gelände-Grossformen werden durch die FAL-Manuskriptkarte klarer erfasst als durch die BÜK.
- Die BÜK beschreibt die kleinere Geländeformen (z.B. Wallmoränen) besser als die FAL-Manuskriptkarte.
- Z.T sind die Grenzverläufe sehr ähnlich (z.B. Thurtal) in anderen Gebieten oft gänzlich verschieden.

⁴ Die FAL-Manuskriptkarten sind im Bereich des ausgewählten Fallbeispiels weniger detailliert als in anderen Teilen des Kantons, da sie hier lediglich als Grundlage für die BEK200 erarbeitet wurden.

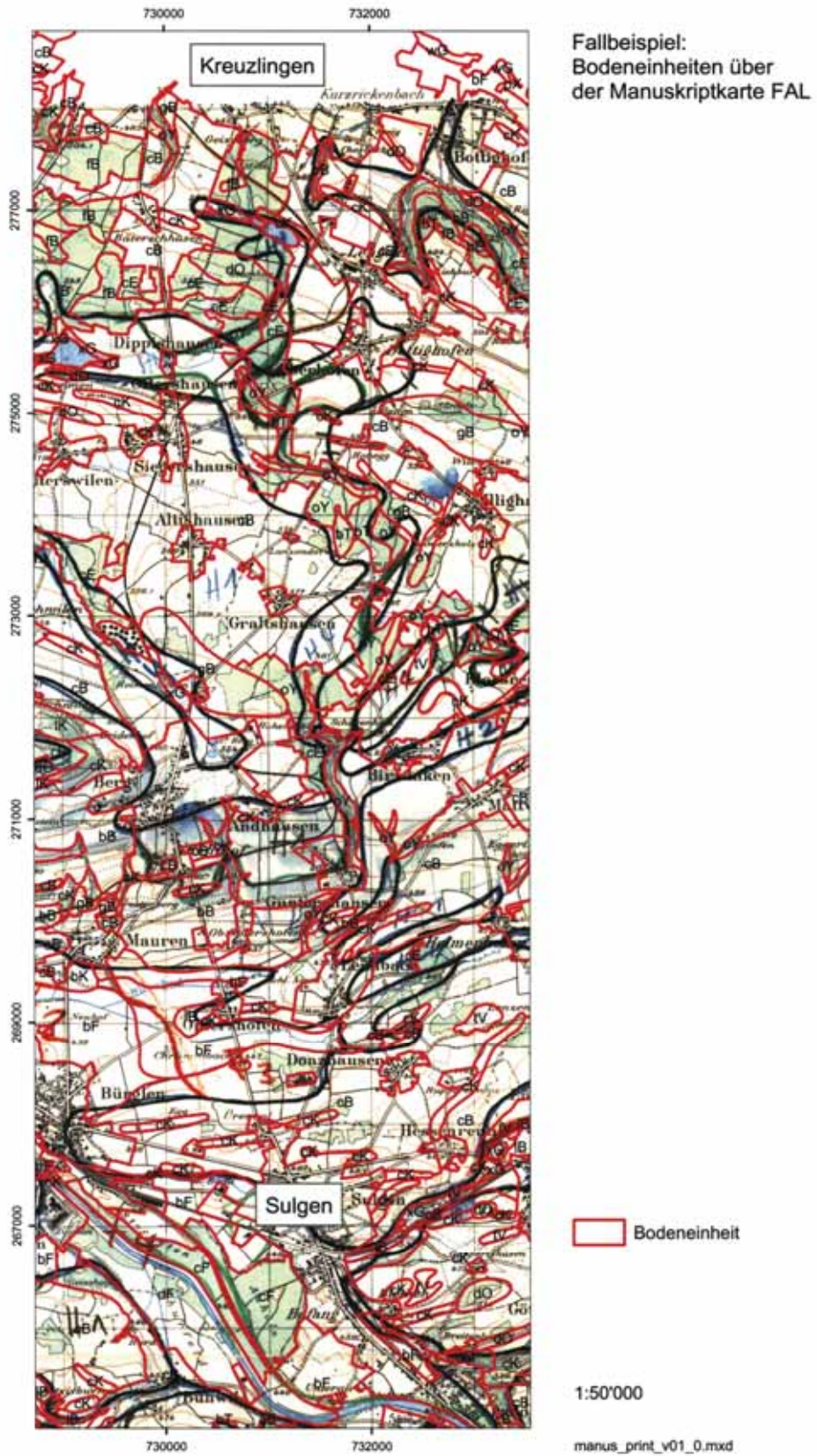


Abbildung 21: Bodeneinheiten der BÜK (rot) projiziert auf FAL-Manuskriptkarte (Abbildung verkleinert auf ca. 78% vom Massstab 1:50'000)

6.12 Fixpunkte

Nachdem die Bodeneinheiten der BÜK definitiv abgegrenzt wurden, begann das eigentliche "Füllen" der Bodeneinheiten mit bodenkundlichem Inhalt⁵.

Als Basis dienten die in früheren Arbeiten erhobenen und anlässlich der BÜK-Erarbeitung neu aufgenommenen Fixpunkte (Bohrungen, Aufschlüsse und Bodenprofile).

Im Bereich des Fallbeispiels stehen 91 Fixpunkte, davon 72 "neue" und 19 "alte", zur Verfügung (Abbildung 22). Bezüglich der Fixpunkte ist das Gebiet des Fallbeispiels für die BÜK nicht repräsentativ - generell sind viel mehr alte als neue Fixpunkte vorhanden. Im Gebiet des Fallbeispiels wurden neue Fixpunkte während der Testphase und anlässlich der Vorkartierung des Loses 1 entnommen. Da die FAL-Manuskriptkarten in diesem Gebiet keine Fixpunkte beinhalten, ist die Anzahl der alten Fixpunkte relativ gering.

Ein Teil der alten Fixpunkte wurde im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung im Trasse der N7 aufgenommen. Diese Fixpunkte entsprechen nicht mehr dem aktuellen Bodenzustand (z.B. die alten Fixpunkte südlich von Kreuzlingen).

Die bodenkundlichen Inhalte der Bodeneinheiten werden in der BÜK mittels sog. Bodenmuster charakterisiert. Es standen zu wenige Fixpunkte zur Verfügung, um die Bodenmuster allein auf diese abstützen zu können. Die Bodenmuster wurden in mehreren Durchläufen unter Einbezug aller verfügbarer Informationen und Erfahrungen des Projektteams definiert.

⁵ Das Vorgehen unterscheidet sich wesentlich von der üblichen Bodenkartierung im Grossmassstab (1:1'000 bis 1:10'000). Bei Grossmassstabkarten werden die Bodeneinheiten vorwiegend in Feldarbeit nach dem bodenkundlichen Inhalt abgegrenzt.

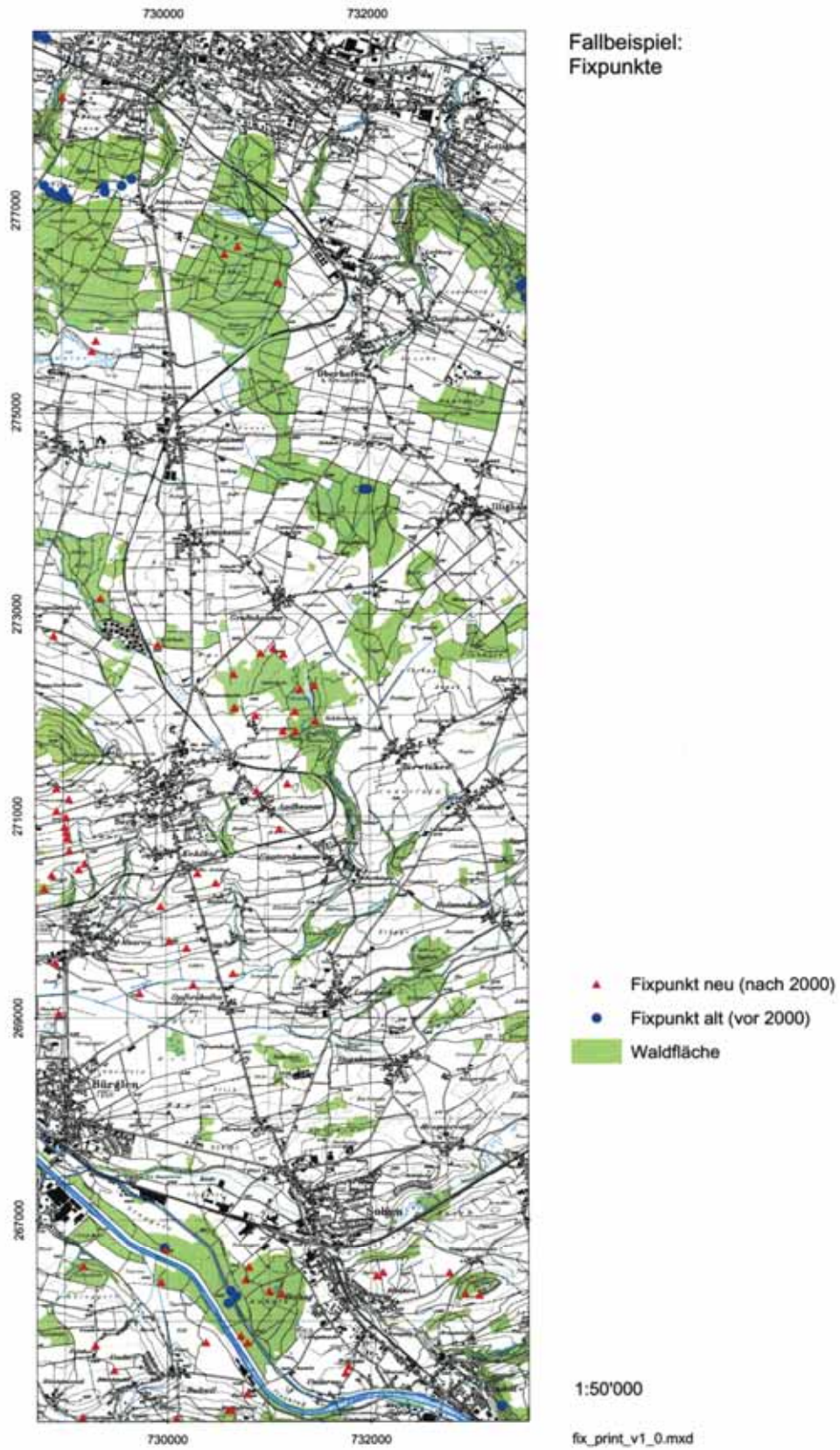


Abbildung 22: Fixpunkte im Bereich des Fallbeispiels
(Abbildung verkleinert auf ca. 78% vom Massstab 1:50'000)

6.13 Bodenübersichtskarte, Hauptboden

Der in der Abbildung 23 dargestellte Kartenausschnitt entspricht der "Papierversion" der BÜK. Dargestellt wird der Hauptboden, die Einfärbung erfolgt nach der Wasserhaushaltsgruppe.

Betrachten wir nun wieder die Bodeneinheiten in der Thurebene südlich von Sulgen, stellen wir fest, dass hier auf feinkörnigen Substraten mässig tiefgründige und auf Schotter ziemlich flachgründige Fluvisole den Hauptboden bilden – dies unabhängig von der dominanten Nutzung.

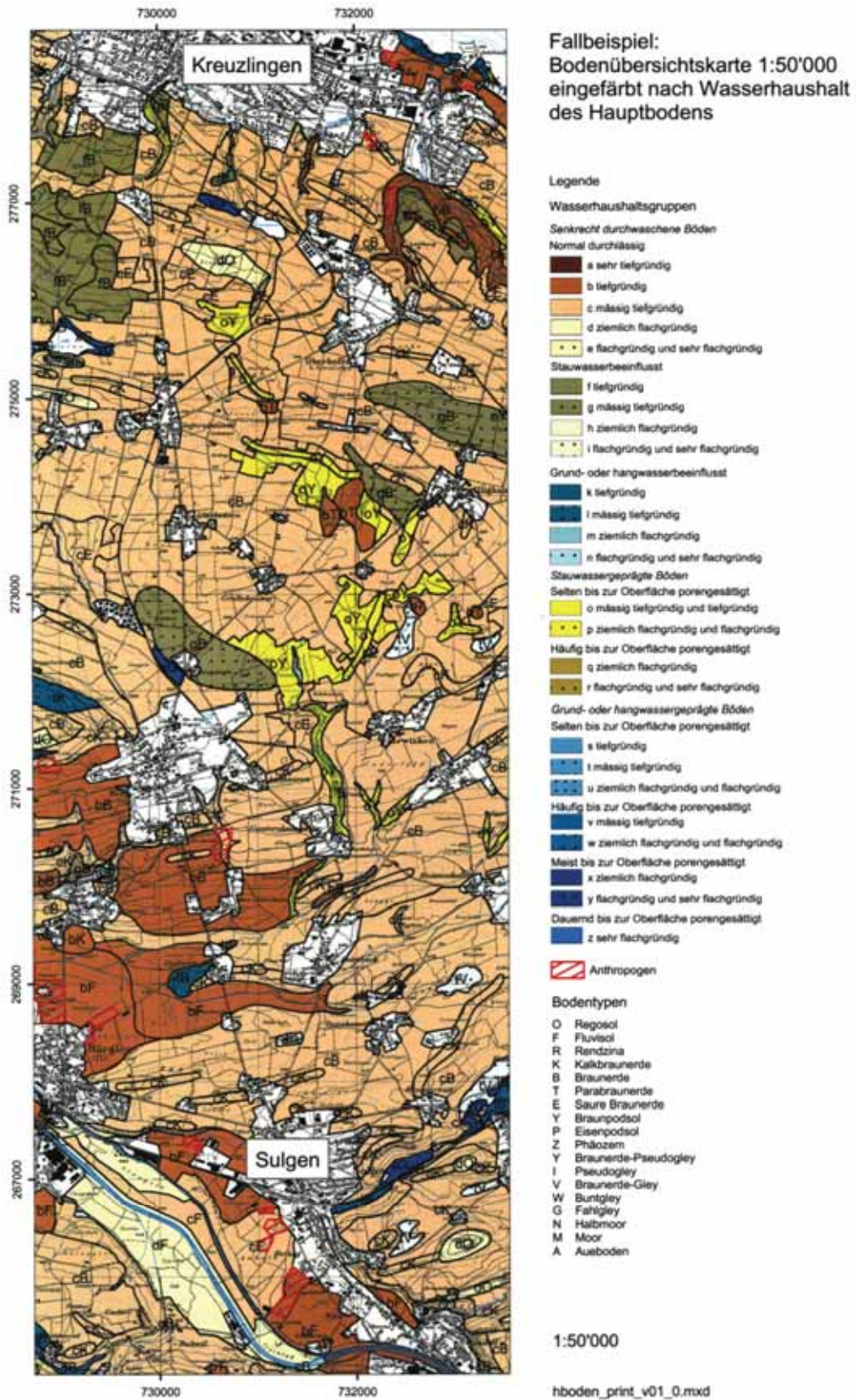


Abbildung 23: BÜK, eingefärbt nach Wasserhaushaltsgruppe des Hauptbodens
(Abbildung verkleinert auf ca. 78% vom Massstab 1:50'000)

6.14 Bodenübersichtskarte, Nebenboden

Die Abbildung 24 zeigt ebenfalls die BÜK, in diesem Fall wurden jedoch nur die Eigenschaften des Nebenbodens berücksichtigt. Wie der Hauptboden kann auch der Nebenboden relativ grossflächig vorkommen.

Betrachten wir nun die Bodeneinheiten südlich von Sulgen, stellen wir fest, dass im Bereich der landwirtschaftlich genutzten Böden der Nebenboden bezüglich der Wasserhaushaltsgruppe und dem Bodentyp dem Hauptboden gleicht. Unter Wald sind aufgrund der Pflanzengesellschaften und vorhandenen Fixpunkten grössere Anteile an tiefgründigen, durch das Grundwasser beeinflusste Böden zu erwarten.

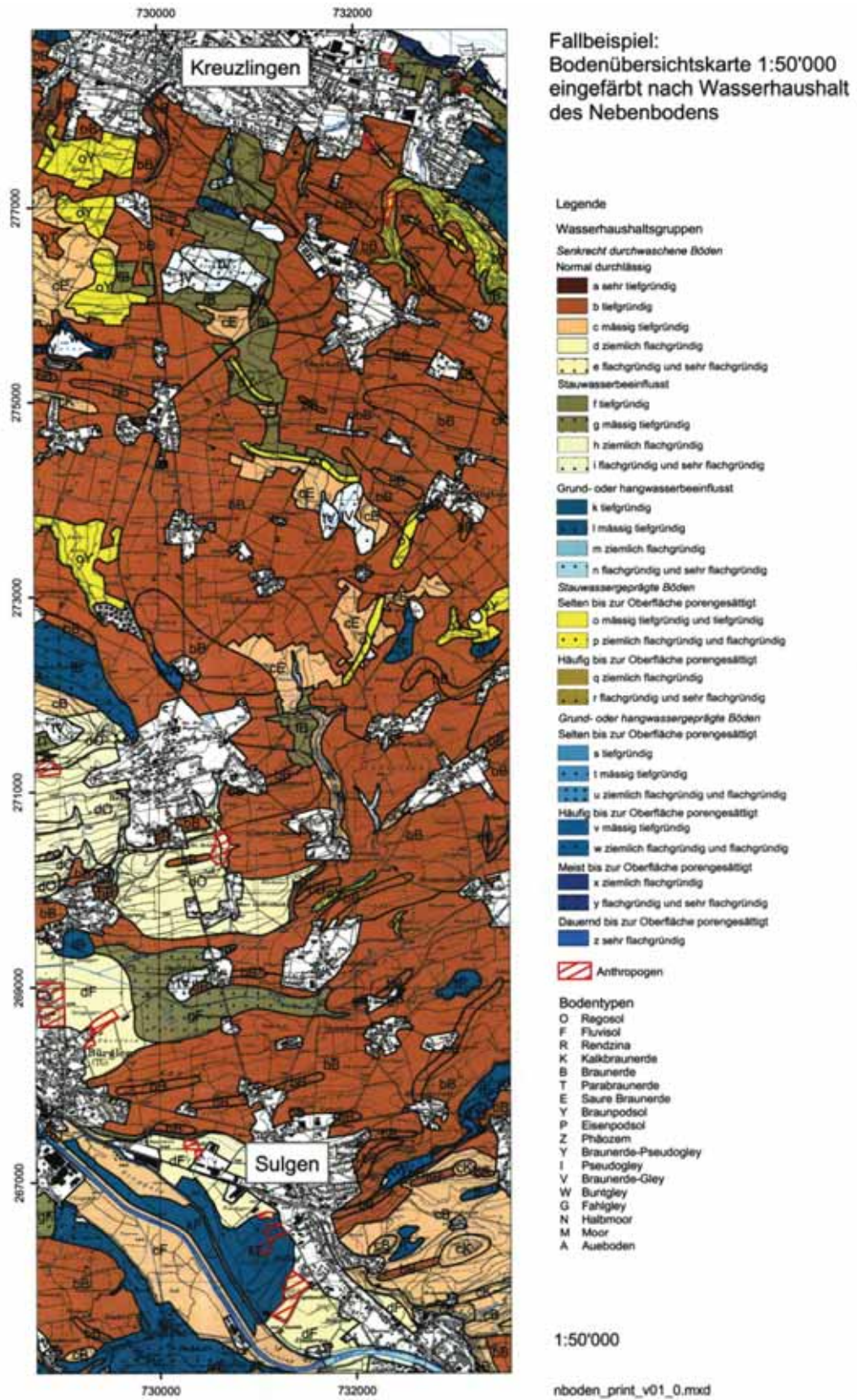


Abbildung 24: BÜK, eingefärbt nach Wasserhaushaltsgruppe des Nebenbodens
(Abbildung verkleinert auf ca. 78% vom Masstab 1:50'000)

6.15 Bodenübersichtskarte, Begleitboden

Das für die BÜK entwickelte Konzept der Bodenmuster bezeichnet kleinflächig vorkommende, sich aber vom Hauptboden und Nebenboden deutlich unterscheidende Böden als "Begleitböden". Somit ist die flächendeckende Darstellung der BÜK aufgrund der Eigenschaften des Begleitbodens (Abbildung 25) nicht zulässig. Im Kontext zum Haupt- und Nebenboden liefert jedoch der Begleitboden wertvolle Informationen zu kleinflächigen Extremlagen (z.B. Schotter- und Felsaufstösse, vernässte Geländesenken etc.).

Betrachten wir nun wieder die Polygone südlich von Sulgen, stellen wir fest, dass in der alluvialen Ebene der Thur kleinflächig Schotteraufstösse vorkommen können. Hier sind flachgründige Böden zu erwarten. Für die Waldflächen stehen keine Informationen zum Begleitboden zur Verfügung – demzufolge sind die Waldpolygone in der Karte nicht eingefärbt.

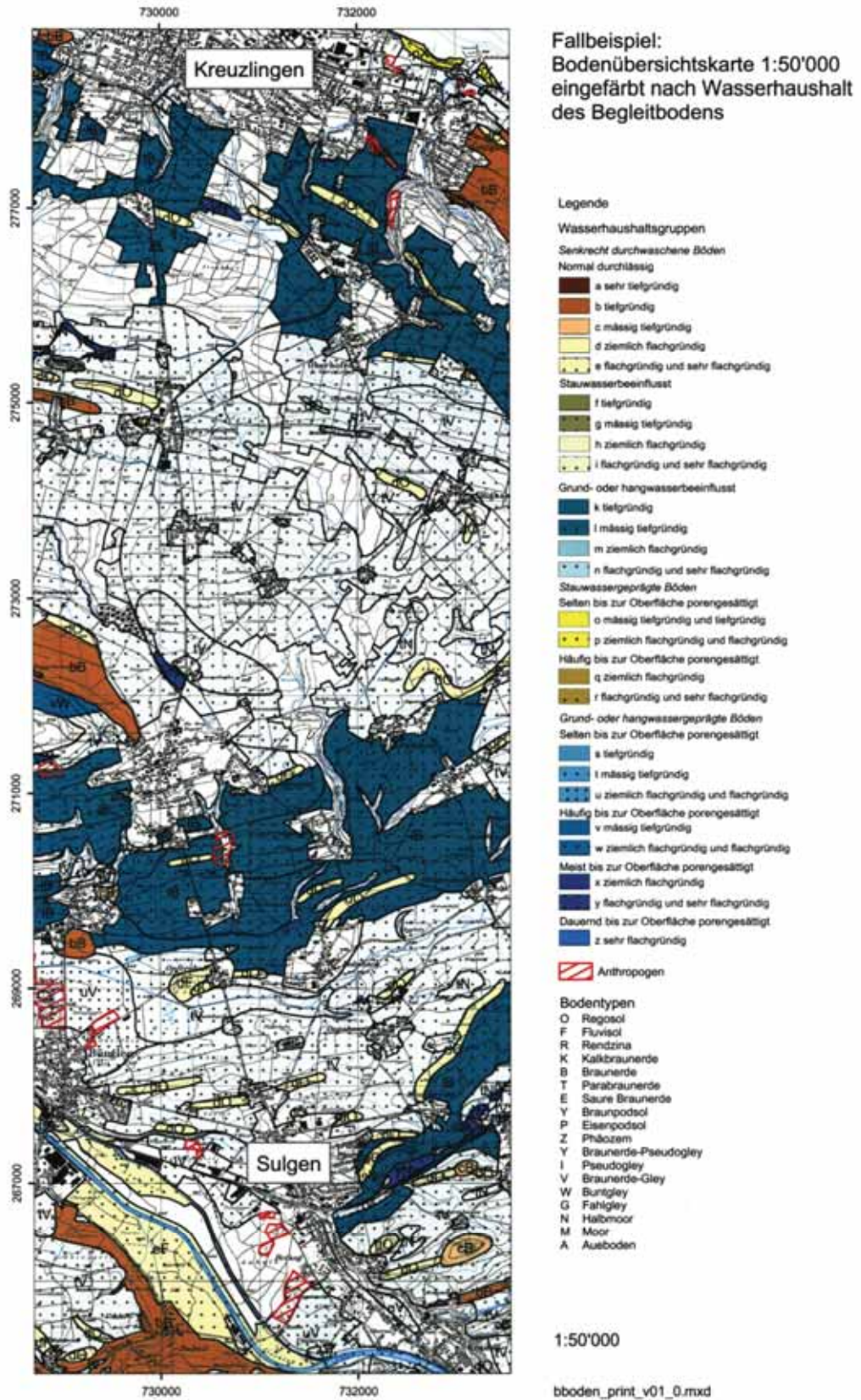


Abbildung 25: BÜK, eingefärbt nach Wasserhaushaltsgruppe des Begleitbodens (Abbildung verkleinert auf ca. 78% vom Masstab 1:50'000)

6.16 Auswertungskarte Bodenart des Oberbodens

Die digitale Aufarbeitung der BÜK bietet nun zahlreiche Auswertungs- beziehungsweise Darstellungsmöglichkeiten⁶. Es können thematische Einzelparameterkarten mit minimalem Aufwand erstellt werden. Dies ist vor allem für die interdisziplinäre Nutzung der BÜK von grosser Bedeutung.

Die Abbildung 26 zeigt die Karte der Bodenart des Oberbodens. Als Datenbasis wurden die Eigenschaften des Hauptbodens gewählt.

Dies kann mit allen Einzelparametern durchgeführt werden. Die Parameter können beliebig kombiniert, analysiert und dargestellt werden.

⁶ So können unter anderem alle im Fallbeispiel gezeigten Karten direkt am Bildschirm betrachtet, ausgewertet und falls erforderlich, auf Papier gedruckt werden.

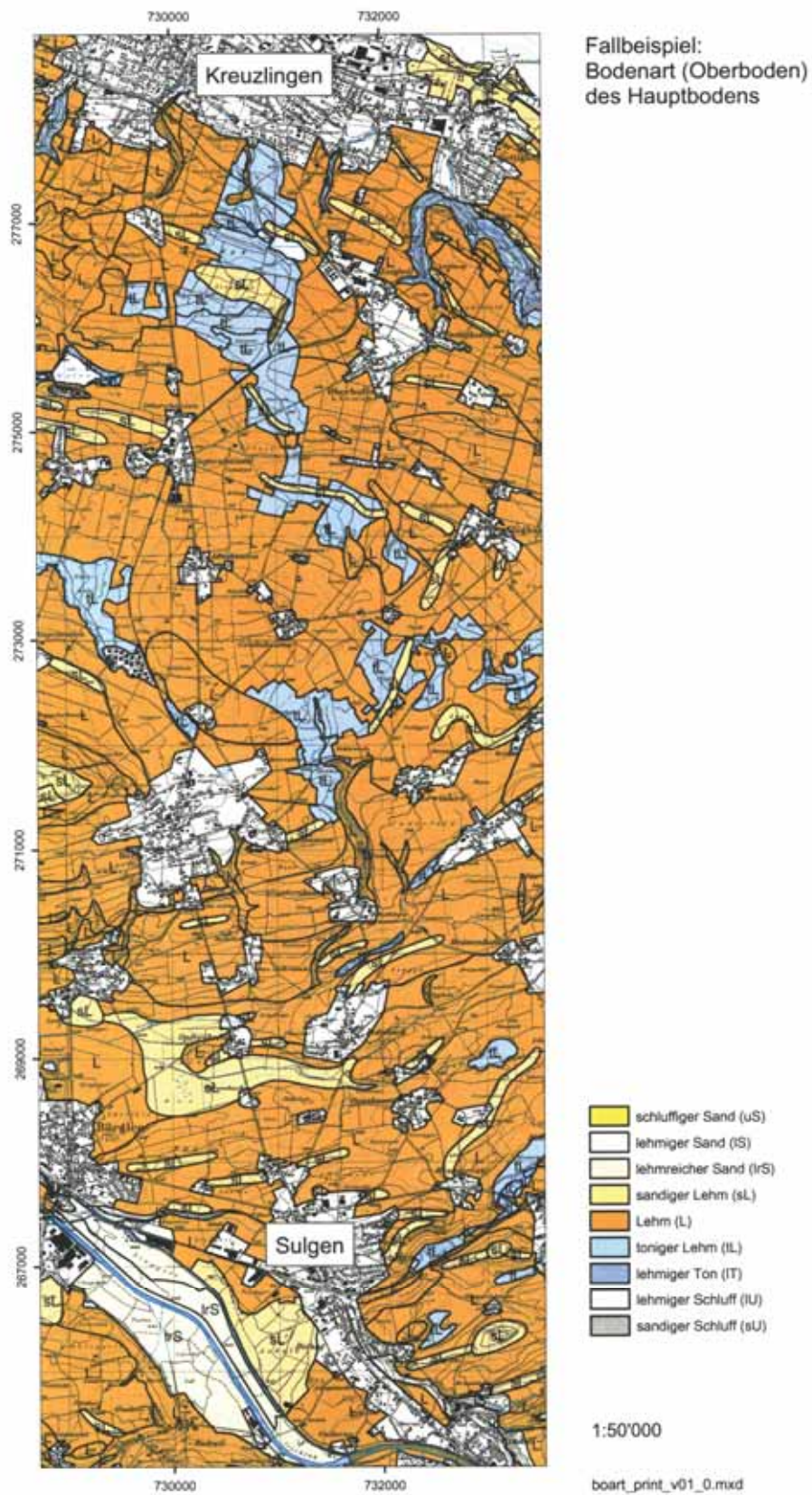


Abbildung 26: Hauptboden, Bodenart des Oberbodens
(Abbildung verkleinert auf ca. 78% vom Massstab 1:50'000)

7. Die Böden des Kantons Thurgau

Vorbemerkung zum Kapitel 7

Im Kapitel 7 werden die Böden des Kantons Thurgau so, wie sie in der BÜK erfasst sind, vorgestellt.

Das Ziel des vorliegenden Berichtes ist, das methodische Vorgehen bei der Erarbeitung der BÜK und die verschiedenen Produkte zu dokumentieren. Eine detaillierte Auswertung der BÜK nach Bodenregionen würde den Rahmen des vorliegenden Berichtes bei weitem sprengen. Als Beispiel wird lediglich die Bodenregion R1 ausführlich beschrieben. Die Bodenverhältnisse der übrigen Bodenregionen werden lediglich kurz erläutert.

7.1 Bodenregion R1

7.1.1 Fixpunkte

Aufgrund der Fixpunkte sind in der Bodenregion R1 normal durchlässige, mässig tiefgründige bis tiefgründige Fluvisole und Braunerden dominierend. Im Wald ist der zweitwichtigste Bodentyp die Kalkbraunerde. Erwartungsgemäss ist die Bodenart auf Rückzugsschotter (R1b und R1c) etwas grobkörniger als auf postglazialen Alluvionen (R1a und R1b). Bei den Bohrungen im Wald ist die Übersetzung der stark vereinfachten Bodenartansprache⁷ in dem Kartierungsschlüssel 6 ungenau.

Tabelle 11: Statistik Fixpunkte Landwirtschaftsböden

Region	Kurzbeschreibung	Anzahl Fixpkt.	Bodentyp 1	Bodentyp 2	WHG1	WHG2	Bodenart 1	Bodenart 2
R1 gesamt	Schotter, sandigkiesiges Alluvium	68	Fluvisol	Braunerde	b	c	sandiger Lehm	Lehm
R1a	Postglaziale Alluvionen	22	Fluvisol	Braunerdegley	c	b	sandiger Lehm	Lehm
R1b	Rückzugsschotter	41	Fluvisol	Braunerde	b	c	sandiger Lehm	lehmiger Sand
R1c	Rückzugsschotter über Seeablagerungen	4	Braunerde	Parabraunerde	d	--	lehmreicher Sand	sandiger Lehm
R1d	Alluvionen über Molasse	1	Braunerdegley	--	t	--	sandiger Schluff	--

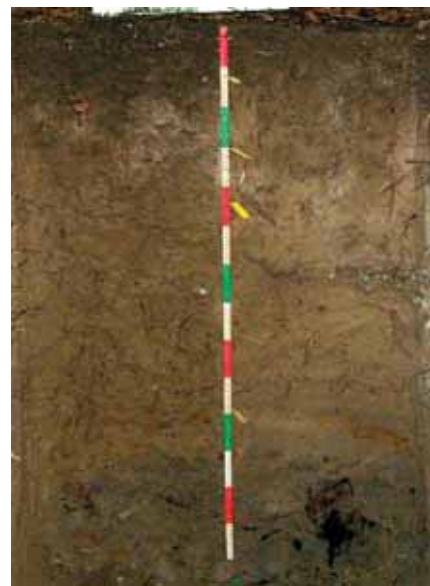
Erläuterungen: Fixpkt.= Fixpunkt; Bodentyp 1 = häufigster Bodentyp; Bodentyp 2 = zweithäufigster Bodentyp; WHG1 = häufigste Wasserhaushaltsgruppe; WHG2 = zweithäufigste Wasserhaushaltsgruppe; Bodenart 1= häufigste Bodenart; Bodenart 2 = zweithäufigste Bodenart

⁷ Dies gilt für alle Bodenregionen: Die Bodenart wurde bei den Bohrungen oft nur in die Klassen sandig, schluffig, lehmig und tonig unterteilt.

Tabelle 12: Statistik Fixpunkte Waldböden

Region	Kurzbeschreibung	Anzahl Fixpkt.	Bodentyp 1	Bodentyp 2	WHG1	WHG2	Bodenart 1	Bodenart 2
R1 gesamt	Schotter, sandigkiesiges Alluvium	41	Fluvisol	Kalkbraunerde	b	c	sandiger Schluff	Lehm
R1a	Postglaziale Alluvionen	25	Fluvisol	Kalkbraunerde	b	c	sandiger Schluff	Lehm
R1b	Rückzugschotter	9	Fluvisol	Kalkbraunerde	b	d	sandiger Lehm	sandiger Schluff
R1c	Rückzugschotter über Seeablagerungen	6	Braunerde	Parabraunerde	c	b	lehmreicher Sand	sandiger Schluff
R1d	Alluvionen über Molasse	1	Braunerde	--	b		Lehm	--

7.1.2 Bodenregion R1: BÜK-Eckdaten

**Abbildung 27:** Bodenregion R1, Thurthal bei Felben**Abbildung 28:** Profil LP03, Wald

karbonatreicher, verbraunter, grundfeuchter, mässig tiefgründiger Fluvisol; Lehm über lehmigem Sand auf Kies

Landschaft und Nutzung

Die Bodenregion R1 umfasst alluviale Ebenen entlang der Flüsse und Schotterterrassen. Es dominiert die landwirtschaftliche Nutzung, der Anteil an Ackerbau ist hoch. Die Flächenanteile der Nutzungskategorien sind aus der Tabelle 13 ersichtlich.

Tabelle 13: R1: Flächenanteile der Nutzungskategorien

Nutzungskategorie	Fläche [ha]
Landwirtschaft	5022
Landwirtschaft mit Wald	2285
Wald	585
Wald mit Landwirtschaft	39
<i>Total R1</i>	<i>7931</i>

Ausgangsgestein für die Bodenbildung

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

Kartierungskonzept

Die Böden der Bodenregion R1 sind relativ jung. Kalk ist in der Regel noch profillumfassend 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 tiefergründiger 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.

Die gegenseitige Abgrenzung der Bodenunterregionen R1a, R1b, R2c und teilweise auch R3a ist im Kartenmassstab 1:50'000 unscharf, da diese Bodenunterregionen oft kleinflächig nebeneinander vorkommen. Dies kann am Beispiel der Leitprofile im Gebiet Pfyn / Felben / Mettendorf gezeigt werden. Gemäss der Geologischen Übersichtskarte liegt das Leitprofil LP02 in der Bodenregion 1. Nach effektiv vor Ort vorkommenden Ausgangsgesteinen entspricht diese, gleich wie das Leitprofil LP01, der Bodenunterregion R2c – das sandig kiesige Alluvium ist hier mit Schwemmlehm überdeckt. Das Leitprofil LP03 liegt in der Bodenunterregion R3a, ist aber aufgrund des effektiv vorkommenden Ausgangsgesteins für die Bodenunterregion R1a charakteristisch – das Sumpfgebiet kommt hier nur punktuell im sandig kiesigen Alluvium vor.

Flächenstatistik

In der Region R1 dominieren flächenmässig die Böden der Nebenregionen R1a und R1b. Aus der Tabelle 14 ist ersichtlich, dass die mittlere Fläche der Polygone (Bo-

deneinheiten) bei ca. 35 ha liegt. Der arithmetische Mittelwert wird von einigen grossen Polygonen stark beeinflusst (vgl. Median und Mittelwert).

Tabelle 14: R1: Flächenstatistik Polygone

Bodenregion	Gesamtfläche [ha]	Anzahl Polygone	Mittelwert [ha]	Median [ha]
R1a	3611	107	34	6
R1b	3732	104	36	7
R1c	471	8	59	38
R1d	117	8	15	10
Total:	7931	227	35	7

Bodenspektrum Landwirtschaftsböden

Die vollständigen Definitionen der Bodenmuster sind im Ordner 1, Register 8 zu finden. Die Flächenanteile der einzelnen Bodenmuster sowie die Anzahl und die Fläche der Polygone sind aus der Tabelle 15 ersichtlich.

Tabelle 15: R1; Flächenanteile der Bodenmuster, Landwirtschaftsböden

Bodenmuster	Gesamtfläche [ha]	Anzahl Polygone	Mittelwert [ha]	Median [ha]
R1aM1	1885	12	157.1	2.7
R1aM3	556	51	10.9	6.2
R1aM4	427	18	23.7	13.4
R1aM5	440	2	219.9	219.9
R1aM6	92	13	7.1	1.5
R1aM7	1	1	1.0	1.0
R1bM1	2644	18	146.9	33.7
R1bM2	646	40	16.1	9.2
R1bM3	132	8	16.5	3.0
R1bM4	89	15	5.9	3.9
R1bM5	62	14	4.4	3.5
R1bM6	4	3	1.4	1.4
R1cM1	255	4	63.8	38.2
R1dM1	115	7	16.5	12.0
Total:	7931	227	34.9	7.2

Tabelle 16: R1; Kurzcharakterisierung der wichtigsten Bodenmuster

Eigenschaft	R1aM1	R1aM3	R1bM1	R1bM2
Bemerkung	grosse Täler	kleine Täler	karbonathaltig	überwiegend karbonatfrei
Ausgangsgestein	Alluvium: postglazial, sandig bis kiesig	Alluvium: postglazial, sandig bis kiesig	glaziale Schotter und Flussschotter	glaziale Schotter und Flussschotter
Bodenform Hauptboden	Fluvisol, tiefgründig, karbonatreich, Lehm über sandigem Lehm, schwach skeletthaltig	Braunerde, mässig tiefgründig, grundwasserbeeinflusst, Lehm über tonigem Lehm, skelettarm über schwach skeletthaltig	Fluvisol, tiefgründig, karbonatreich, Lehm über lehmigem Sand, skelettarm über schwach skeletthaltig	Parabraunerde, tiefgründig, sandiger Lehm über Lehm, schwach skeletthaltig über kieshaltig
Bodenform Nebenboden	Braunerde-Gley, mässig tiefgründig, karbonatreich, lehmiger Schluff, skelettarm	Braunerde, tiefgründig, normal durchlässig, sandiger Lehm über Lehm, schwach skeletthaltig	Fluvisol, ziemlich flachgründig, karbonatreich; lehmreicher Sand über lehmigem Sand, kieshaltig über Kies	Braunerde, tiefgründig, Lehm, schwach skeletthaltig
Bodenform Begleitboden	Fluvisol, ziemlich flachgründig, karbonatreich; lehmreicher Sand über lehmigem Sand, schwach skeletthaltig über stark kieshaltig	Braunerde-Gley, mässig tiefgründig, toniger Lehm, skelettarm	Braunerde-Gley, ziemlich flachgründig, karbonatreich, toniger Lehm über lehmigem Schluff, skelettarm	Regosol, ziemlich flachgründig, karbonatreich, sandiger Lehm über lehmreichem Sand, stark kieshaltig über kiesreich

Bodenspektrum Waldböden

Die Eigenschaften der Wald-Bodeneinheiten sind im Ordner 1, Register 6 zu finden. Methodenbedingt wurden für Waldböden viel mehr Bodenmuster⁸ gebildet als für die Landwirtschaftsböden. In der Regel charakterisiert ein Bodenmuster nur einige wenige Polygone in einer Bodennebenregion. Eine Flächenstatistik nach Bodenmustern ist für Waldböden demzufolge wenig aussagekräftig. Es wurde darauf verzichtet.

In der Region R1 dominieren die Böden des Bodenmusters R1a29a28. Dies bedeutet, dass die Waldgesellschaften 29a (Zweiblatt-Eschenmischwald) und 28 (typischer Ulmen-Eschen-Auenwald) oft den grössten Flächenanteil in den Bodeneinheiten einnehmen.

Tiefgründige, normal durchlässige Fluvisole sowie tiefgründige, grundwasserbeeinflusste Fluvisole sind typische Waldböden in der Bodenregion R1. Unter diversen weiteren Bodenformen ist flächenmässig die tiefgründige, stauwasserbeeinflusste Braunerde von Bedeutung.

Leitprofile

Die Unterlagen zu den Leitprofilen sind im Ordner 2 zu finden.

⁸ Die Bodenmuster der Waldböden sind durch direkte Übersetzung der Waldgesellschaften (Vegetationseinheiten) entstanden. Die Wald-Bodenmuster sind somit nicht mit den Landwirtschafts-Bodenmuster direkt vergleichbar.

7.2 Bodenregion R2



Abbildung 29: Bodenregion R2, Loo bei Stettfurt im Lauchetal



Abbildung 30: Profil LP12P, Landwirtschaft

Drainierter, pseudogleyiger, teilweise entkarbonateter, ziemlich flachgründiger Braunerde-Gley, toniger Lehm über lehmreichem Sand, skelettfrei

Kurzcharakterisierung

Die Bodenregion R2 umfasst eine Fläche von 1793 ha. In dieser Bodenregion werden Böden aus feinkörnigem Alluvium zusammengefasst, die einerseits entlang von Seeufern (Bodennebenregion R2a) und andererseits in breiten alluvialen Ebenen auf Schwemmlehm vorkommen (Bodennebenregion R2c). Als Spezialfall ist die Bodenregion R2b (Seeuferauffüllungen) zu erwähnen, die auch der Bodenregion 10 (anthropogene Böden) zugeordnet werden könnte.

Kartierungskonzept

In der Bodenregion R2 werden die Böden nach Vernässungsgrad, Bodenart, Bodenschichtung (z.B. Torfzwichenschichten) und anthropogener Beeinflussung (Auffüllung, Drainage) differenziert. Der Vernässungsgrad kann kleinflächig stark variieren (kleine Kuppen und Mulden).

Fixpunkte

Es stehen 40 Fixpunkte zur Verfügung, davon 37 in Landwirtschaftsböden und 3 in Waldböden. Aufgrund der Fixpunkte sind die wichtigsten Bodentypen in der Bodenregion R2 tiefgründiger Fluvisol und mässig tiefgründiger Braunerde-Gley. Die häufigste Bodenart ist sowohl im Oberboden als auch im Unterboden sandiger Lehm.

Bodenübersichtskarte

Die Bodenregion R2 wird in der BÜK in 60 Bodeneinheiten unterteilt – waldbetonte Einheiten sind sehr selten (3 Polygone). Für den grössten Teil der Landwirtschaftsböden sind die Bodenmuster R2cM1 – schwach gleyiger, z.T. pseudogleyiger, mässig tiefgründiger bis tiefgründiger Fluvisol – und R2aM3 – ziemlich flachgründiger Fahlgley kombiniert mit Halbmoor – charakteristisch.

7.3 Bodenregion R3



Abbildung 31: Bodenregion 3, verlandete Senke zwischen Wallmöränen unterhalb von St. Pelagiberg



Abbildung 32: Profil LP09Z, Landwirtschaft

tieftorfiges, neutrales, häufig bis zur Oberfläche porengesättigtes, flachgründiges Moor

Kurzcharakterisierung

Die Bodenregion R3 umfasst eine Fläche von 1228 ha. Zu dieser Bodenregion gehören diverse Verlandungsbildungen wie Sümpfe, Riede und Torfmoore. Dementsprechend kommt die Bodenregion R3 inselartig verteilt innerhalb von anderen Bodenregionen vor.

Kartierungskonzept

Die Differenzierung der Bodeneinheiten erfolgt nach den Bodennebenregionen in Abhängigkeit von der Intensität der anthropogenen Eingriffe (Entwässerung, Torfstich etc.) und der aktuellen Nutzung (Landwirtschaft, Naturschutzgebiet). Sämtliche Polygonengrenzen wurden aus der Geologischen Übersichtskarte übernommen.

Fixpunkte

In der Bodenregion R3 stehen lediglich 16 Fixpunkte zur Verfügung, davon 6 in Landwirtschaftsböden und 10 in Waldböden. Aufgrund der Fixpunkte sind die wichtigsten Bodentypen in der Bodenregion R3 ziemlich flachgründige mineralische und organische Nassböden. Es kommen aber auch normaldurchlässige mineralische Böden vor. Sowohl im Oberboden als auch im Unterboden dominieren schluffreiche Bodenarten.

Bodenübersichtskarte

Die Bodenregion R2 wird in der BÜK in 167 Bodeneinheiten unterteilt – etwa ein Sechstel der Bodeneinheiten werden waldbetont genutzt – die landwirtschaftliche Nutzung dominiert. Der grösste Teil der Bodenregion R3 wird dem Bodenmuster R3aM1 – meist bis zur Oberfläche porengesättigter, ziemlich flachgründiger Fahlgley kombiniert mit Buntgley und Halbmoor – und R3cM1 – selten bis zur Oberfläche gesättigter, mässig tiefgründiger Braunerdegley kombiniert mit Fluvisol und Halbmoor – zugeordnet. Die häufigsten Bodenarten sind sandig bis tonige Schluffe.

7.4 Bodenregion R4



Abbildung 32: Bodenregion R4, Seerücken bei Schwaderloh

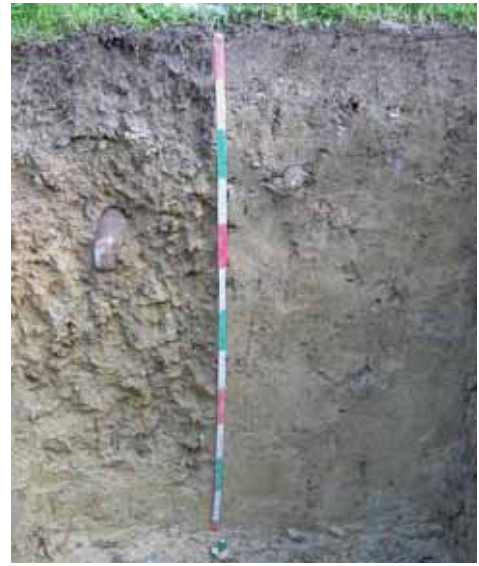


Abbildung 33: Profil LP14P, Landwirtschaft

kalkflaumige, schwach saure, stauwasserbeeinflusste, mässig tiefgründige Braunerde, Lehm über tonigem Lehm, schwach skeletthaltig

Kurzcharakterisierung

Die Bodenregion R4 umfasst eine Fläche von 35'496 ha und ist somit die im Kanton Thurgau flächenmässig wichtigste Bodenregion. Das Ausgangsgestein für 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.

Kartierungskonzept

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 Polygone 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.

Fixpunkte

In der Bodenregion R4 stehen 309 Fixpunkte zur Verfügung, davon 209 in Landwirtschaftsböden und 100 in Waldböden. Aufgrund der Fixpunkte sind die wichtigsten Bodentypen in dieser Bodenregion normal durchlässige, tiefgründige Braunerden und Parbraunerden sowie stauwasserbeeinflusste Braunerden. Unter den Nassböden dominieren mässig tiefgründige Braunerde-Gleye. Die häufigsten Bodenarten sind sandiger Lehm und Lehm, im Unterboden kommt zusätzlich die Bodenart toniger Lehm häufig vor.

Bodenübersichtskarte

Die Bodenregion R4 wird in der BÜK in 477 Bodeneinheiten unterteilt – davon werden 141 Bodeneinheiten waldbetont genutzt – die landwirtschaftliche Nutzung dominiert.

Die bezüglich ihrer Flächenanteile wichtigsten Bodenmuster sind:

- R4aM1 (12964 ha): normal durchlässige, mässig tiefgründige bis tiefgründige Braunerden, mit kleinflächig vorkommendem, mässig tiefgründigem Braunerde-Gley. Die vorherrschende Bodenart ist Lehm. Dieses Bodenmuster ist für Plateaulagen kennzeichnend.
- R4aM4 (7853 ha): normal durchlässige, mässig tiefgründige Braunerden und durch Hangwasser beeinflusste mässig tiefgründige Braunerden mit kleinflächig vorkommenden tiefgründigen Braunerden. Die vorherrschende Bodenart ist Lehm. Dieses Bodenmuster ist für nord-, west- und ostexponierte Hänge, mit einer Hangneigung zwischen 10 und 25% typisch.
- R4aM2 (5606 ha): normal durchlässige, mässig tiefgründige bis tiefgründige Braunerden, mit kleinflächig vorkommenden, mässig tiefgründigen Braunerden. Die vorherrschende Bodenart ist Lehm. Dieses Bodenmuster charakterisiert Flachhänge bis 10% Hangneigung in allen Expositionslagen.

Die wichtigsten Waldböden der Bodenregion R4 sind stauwasserbeeinflusste, tiefgründige Braunerden in der Kombination mit mässig tiefgründigen Braunerde-Pseudogleyen, tiefgründigen Parabraunerden sowie mässig tiefgründigen sauren Braunerden vergesellschaftet mit stauwasserbeeinflussten, tiefgründigen Braunerden.

7.5 Bodenregion R5



Abbildung 34: Bodenregion R5, Wallmoräne oberhalb Gertau



Abbildung 35: Profil LP10P, Landwirtschaft

tonhüllige, schwach saure, mässig tiefgründige Braunerde, sandiger Lehm, schwach skeletthaltig über stark kieshaltig

Kurzcharakterisierung

Die Bodenregion R5 umfasst eine Fläche von 6504 ha. So wie in der Bodenregion R4 liefert auch in der Bodenregion R5 die Würmmoräne das Ausgangsgestein für die Bodenbildung. Im Unterschied zu der oft dicht gelagerten Grundmoräne (R4) werden in dieser Bodenregion "lockere" Moränebildungen zusammengefasst – Wallmoränen und diverse Moräneablagerungen über Schotter. Ein Spezialfall 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.

Kartierungskonzept

Bezüglich der Abgrenzung der Landschaftsformen wurden die gleichen Regeln verwendet wie in der Bodenregion R4. Zusätzlich wurde bei den Wallmoränen die Ausprägung der Geländeform berücksichtigt (ausgeprägt oder flach).

Fixpunkte

In der Bodenregion R5 stehen 60 Fixpunkte zur Verfügung, davon 37 in Landwirtschaftsböden und 23 in Waldböden. Das Bodenspektrum ist relativ breit. Die wichtigsten Bodentypen in dieser Bodenregion sind normal durchlässige tiefgründige Braunerden und Parabraunerden - vernässte Bodenformen kommen nur selten vor. Die häufigste Bodenart im Oberboden ist sandiger Lehm und im Unterboden Lehm.

Bodenübersichtskarte

Die Bodenregion R5 wird in der BÜK in 610 Bodeneinheiten unterteilt – davon werden 151 Bodeneinheiten waldbetont genutzt – die landwirtschaftliche Nutzung dominiert. Die bezüglich ihrer Flächenanteile wichtigsten Bodenmuster sind R5cM2 - mässig tiefgründige Kalkbraunerden kombiniert mit tiefgründigen Braunerden und begleitet durch ziemlich flachgründige Regosole, R5aM2 – tiefgründige, teilweise schwach pseudogleyige Braunerden begleitet durch gleyige, mässig tiefgründige Braunerden - und R5cM3 – ziemlich flachgründige Regosole kombiniert mit mässig tiefgründigen Kalkbraunerden, begleitet durch tiefgründige Braunerden.

Die wichtigsten Waldböden in der Bodenregion R5 sind tiefgründige Parabraunerden und mässig tiefgründige Braunerden. Als Nebenboden kommen bei den erwähnten Bodentypen mässig tiefgründige Braunerde-Pseudogleye vor.

7.6 Bodenregion R6



Abbildung 36: Bodenregion R6, Pfyn, Räbberg

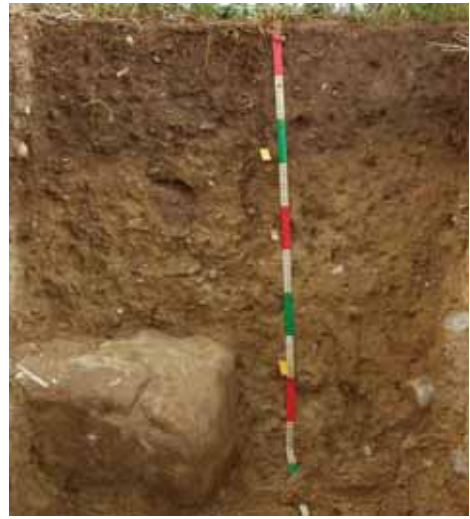


Abbildung 37: Profil LP04P, Landwirtschaft

karbonatreicher, ziemlich flachgründiger Regosol, Lehm, kieshaltig

Kurzcharakterisierung

Die Bodenregion R6 umfasst eine Fläche von 3'572 ha. Sie wurde durch die Abgrenzung von Gebieten mit häufig vorkommenden Drumlins gebildet. Das Ausgangsgestein für die Bodenbildung ist die Würmmoräne. Die Drumlins und die dazwischen liegenden Senken und Mulden prägen das Landschaftsbild der Bodenregion R6.

Kartierungskonzept

Der häufige Wechsel von Verlust- und Akkumulationslagen sowie der Exposition auf relativ kleinem Raum prägen die Bodenbildung in der Bodenregion R6. Die wichtigsten Kriterien für die Herleitung der Bodenmuster waren die Ausprägung und Ausrichtung der Drumlins sowie die Ausdehnung der Gebiete zwischen den Drumlins.

Fixpunkte

In der Bodenregion R6 stehen lediglich 28 Fixpunkte zur Verfügung, davon 21 in Landwirtschaftsböden und 7 in Waldböden. Die wichtigsten Bodentypen sind normal durchlässige, tiefgründige Braunerden, es kommen aber auch stauwasserbeeinflusste Braunerden häufig vor. Die typische Bodenart im Oberboden ist sandiger Lehm und im Unterboden Lehm.

Bodenübersichtskarte

Die Bodenregion R6 wird in der BÜK in 267 Bodeneinheiten unterteilt – davon werden 70 Bodeneinheiten waldbetont genutzt. Die wichtigsten Bodenmuster sind R6bM4 – mässig tiefgründige Kalkbraunerden kombiniert mit schwach pseudogleyigen, mässig tiefgründigen Braunerden und R6bM1 – schwach pseudogleyige, mässig tiefgründige Braunerden kombiniert mit gleyigen, mässig tiefgründigen Kalkbraunerden.

Die häufigsten Waldböden in der Bodenregion R6 sind normal durchlässige und stauwasserbeeinflusste Formen der tiefgründigen Braunerde.

7.7 Bodenregion R7



Abbildung 38: Bodenregion R7, Gebiet mit Gehängelehm



Abbildung 39: Profil LP06Z, Landwirtschaft
karbonatreicher, pseudogleyiger, ziemlich
flachgründiger Regosol, Lehm, kieshaltig

Kurzcharakterisierung

Die Bodenregion R7 umfasst eine Fläche von 6'461 ha. Gebiete, in welchen das Ausgangsgestein für Bodenbildung sowohl Moräne- wie auch Molassegesteine enthalten kann, werden der Bodenregion R7 zugeordnet. Es können sowohl ebene Lagen, mit geringmächtiger Moräneschicht über Molasse wie auch Hänge, mit Gehängelehm oder Schutt sein.

Kartierungskonzept

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

Fixpunkte

In der Bodenregion R7 stehen 101 Fixpunkte zur Verfügung, davon 69 in Landwirtschaftsböden und 32 in Waldböden. Die Bodenvielfalt ist in dieser Bodenregion sehr gross. Am häufigsten kommen normal durchlässige und stauwasserbeeinflusste Formen der tiefgründigen Braunerde vor. Die typischen Bodenarten im Oberboden und Unterboden sind sandiger Lehm und Lehm. Oft kommt auch toniger Lehm vor.

Bodenübersichtskarte

Die Bodenregion R7 wird in der BÜK in 277 Bodeneinheiten unterteilt – davon werden 70 Bodeneinheiten waldbetont genutzt. Die wichtigsten Bodenmuster sind R7aM2 – schwach pseudogleyige, mässig tiefgründige bis tiefgründige Braunerden, begleitet von mässig tiefgründigen Braunerde-Gleyen - und R7aM4 – schwach pseudogleyige, tiefgründige Braunerden kombiniert mit ziemlich flachgründigen Regosolen. Die häufigsten Waldböden in der Bodenregion R7 sind normal durchlässige sehr tiefgründige Braunerden kombiniert mit mässig tiefgründigen Regosolen.

7.8 Bodenregion R8



Abbildung 40: Bodenregion R8, Wellenberg



Abbildung 41: Bodenprofil D20, Wald
stark saure, schwach pseudogleyige, sehr tiefgründige Parabraunerde, lehmreicher Sand, kieshaltig
(Quelle: WSL, Standort Ermatingen)

Kurzcharakterisierung

Die Bodenregion R8 umfasst eine Fläche von 11'367 ha. Das Ausgangsgestein für die Bodenbildung besteht aus diversen Molassegesteinen (Sandstein, Mergel, Konglomerat etc.). Hochgelegene Berggebiete sowie erodierte Tobel und Steilhänge sind für die Bodenregion R8 kennzeichnend.

Kartierungskonzept

Um die Bodenvielfalt 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.

Fixpunkte

In der Bodenregion R8 stehen 130 Fixpunkte zur Verfügung, davon 30 in Landwirtschaftsböden und 100 in Waldböden. Wegen der grossen Bodenvielfalt ist es schwierig, eine Bodenform als dominant zu bezeichnen. Die meisten Fixpunkte wurden als tiefgründige Braunerden und Parabraunerden klassiert. Es kommen diverse Bodenarten vor, am häufigsten Lehm und sandiger Lehm. Relativ gross ist auch der Anteil an schluffreichen Böden.

Bodenübersichtskarte

Die Bodenregion R7 wird in der BÜK in 567 Bodeneinheiten unterteilt – davon werden 323 Bodeneinheiten (6606 ha) waldbetont genutzt. Es ist somit die einzige Bodenregion, in der Wald vorherrscht. Kein Bodenmuster kann als "dominant" bezeichnet werden. Bei den Landwirtschaftsböden nimmt die grösste Fläche (923 ha) das für Steil-

hänge mit Hangneigung zwischen 25 und 50 % definierte Bodenmuster RaM3 ein – hangwasserbeeinflusste, mässig tiefgründige Kalkbraunerden, kombiniert mit ziemlich flachgründigen Regosolen, kleinflächig begleitet durch ziemlich flachgründige Buntgleye.

So wie bei den Landwirtschaftsböden kann auch bei den Waldböden keine Bodenform 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.

7.9 Bodenregion R9

(Es stehen keine Abbildungen für die Bodenregion 9 zur Verfügung)

Kurzcharakterisierung

Die Bodenregion R9 umfasst eine Fläche von 1498 ha. Das in Bachschuttfächern abgelagerte Geschiebe liefert hier das Ausgangsgestein für die Bodenbildung. Kegelförmige Landschaftselemente im Bereich von Einmündungen der Seitentäler sind für diese Bodenregion charakteristisch.

Kartierungskonzept

Bei der Definition der Bodenmuster wurden die Grösse und die Steilheit des Einzugsgebietes, die Ausprägung der Schuttfächer sowie die Exposition berücksichtigt.

Fixpunkte

In der Bodenregion R9 stehen lediglich 10 Fixpunkte für Landwirtschaftsböden zu Verfügung. Die Waldböden werden somit mit Fixpunkten nicht erfasst. Die meisten Fixpunkte wurden als normal durchlässige oder stauwasserbeeinflusste, tiefgründige Braunerden klassiert. Die häufigste Bodenart im Oberboden und Unterboden ist sandiger Schluff.

Bodenübersichtskarte

Die Bodenregion R9 wird in der BÜK in 133 Bodeneinheiten unterteilt – davon werden nur 4 Bodeneinheiten waldbetont genutzt. Die meisten Böden werden mit den Bodenmuster R9aM1 – grundfeuchte, tiefgründige Kalkbraunerden kombiniert mit gleyigen, mässig tiefgründigen Braunerden und R9aM2 – tiefgründige Kalkbraunerden, kombiniert mit tiefgründigen Braunerden, begleitet durch grundwasserbeeinflusste mässig tiefgründige Braunerden – beschrieben.

7.10 Bodenregion R10

In der Bodenregion 10 sind stark anthropogen veränderte Böden (Auffüllungen, Re-kultivierungen etc.) zusammengefasst. Diese Bodenregion wurde in der BÜK als rot schraffierte Fläche überlagert. Da keine Informationen bezüglich der Bodeneigenschaften vorliegen, werden in der BÜK die Bodeneigenschaften, die vor den menschlichen Eingriffen vermutlich vorhanden waren, dargestellt.

8. Schlusswort

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

Mit der BÜK wurde aber nicht nur ein Dateninventar bereitgestellt. Die Definition der Bodenregionen und die konsequente Umsetzung der Geologischen Übersichtskarte sind methodische Ansätze, die für ähnliche Projekte wegweisend sein könnten.

Die BÜK ist eine dynamische, immer weiter zu entwickelnde Grundlage. Neu erhobene Daten sollen laufend in die BÜK integriert werden. Periodisch sind die weitgehend auf Hypothesen basierenden Bodenmuster auf ihre Plausibilität zu prüfen und gegebenenfalls den neuen Erkenntnissen anzupassen.

Die Verfügbarkeit im Geographischen Informationssystem (GIS) bringt neben den erwähnten Vorteilen aber auch Gefahren einer ungeeigneten Verwendung der BÜK mit sich. Obwohl die Karte in diversen Massstäben dargestellt werden kann, bleibt die Informationsdichte und auch die Informationsqualität der Bodeneinheiten 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.

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".

Literatur- und Grundlagenverzeichnis

- [1] Handbuch für die Erstellung der Bodenübersichtskarte 1:50'000 Kanton Thurgau. Zihlmann U., 2002. Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau
- [2] Kommentar zur standortkundlichen Wald-Kartierung Kanton Thurgau: Forstrevier Aadorf – Tänikon; ARGE BGU/AquaTerra, 2000. Kantonsforstamt Thurgau
- [3] Bodenkarte TG: Geländemuster. BGU, 2002
- [4] Bodenübersichtskarte des Kantons Thurgau, Testgebiete: Schlussbericht. ARGE Ambio-Gfeller-Pazeller, 2002. Amt für Umwelt Kanton Thurgau
- [5] Bodenübersichtskarte des Kantons Thurgau, Zwischenbericht Testgebiet 1. ARGE Ambio-Gfeller-Pazeller, 2001. Amt für Umwelt Kanton Thurgau
- [6] Bodenübersichtskarte des Kantons Thurgau, Zwischenbericht Testgebiet 2. ARGE Ambio-Gfeller-Pazeller, 2001. Amt für Umwelt Kanton Thurgau
- [7] Bodenübersichtskarte des Kantons Thurgau, Zwischenbericht Testgebiet 3. ARGE Ambio-Gfeller-Pazeller, 2001. Amt für Umwelt Kanton Thurgau
- [8] Geologie des Kantons Thurgau mit einer Übersichtskarte 1:50'000. Diverse Autoren, 1999; Schläfli A. (Hrsg.); Mitt. Thurg. naturf. Ges. 55, 1999
- [9] Wälder im Kanton Thurgau: Waldgesellschaften, Waldstandorte, Waldbau. Schmider P., Winter D., Lüscher P. und Erismann H., 2003; Mitt. Thurg. naturf. Ges. 58, 2003
- [10] Geotop-Inventar des Kantons Thurgau: Der Stichbach bei Bottighofen, Erd- und Landschaftsgeschichte. Büro für angewandte Geologie, Naef H., 2002
- [11] Schlussbericht zur Methodenentwicklung Wald im Rahmen des Projektes "Bodenübersichtskarte Kanton Thurgau". ARGE Lüscher P., Nievergelt J., Ruef A. und Schmider P., 2002
- [12] Boden für die Zukunft: Informationsblatt zur Bodenübersichtskarte des Kantons Thurgau. Amt für Raumplanung und Amt für Umwelt Kanton Thurgau, 2003
- [13] Bodenkundliche Planungsgrundlagen Kanton Thurgau. Nievergelt J., 2000; Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau
- [14] Die landwirtschaftlichen Böden beider Basel: Schlussbericht über die Bodenkartierung der Kantone Basel-Landschaft und Basel-Stadt. Presler J., Simon P. und Mahrer W., 2001. Landwirtschaftliches Zentrum Ebenrain (Hrsg.)
- [15] Bodeneignungskarte der Schweiz 1 : 200'000, 1980, Eidg. Justiz- und Polizeidepartement – Bundesamt für Raumplanung
- [16] Beiträge zur Geologie des Kantons Thurgau. Diverse Autoren, 2003. Geisser H. (Hrsg.); Mitt. Thurg. naturf. Ges. 59, 2003
- [17] Lehrbuch der Bodenkunde. Scheffer F., Schachtschabel P., 1998. Stuttgart
- [18] Bodenkarte Blatt Hörnli 1093, Landeskarte der Schweiz 1:25'000, 1985
- [19] Bodenkarte Zürich 1:5'000, diverse Kartenblätter, Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Zürich
- [20] Klassifikation der Böden der Schweiz, 1992, 2. Auflage 2002. Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau