

Forschungsbericht FZKA-BWPLUS

Entwicklung von Bewertungssystemen
für
Bodenressourcen
in
Ballungsräumen

Karl Stahr

Dorothea Stasch

Oliver Beck

Universität Hohenheim
Institut für Bodenkunde und Standortlehre

Förderkennzeichen: BWC 99001

Die Arbeiten des Programms Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung werden mit Mitteln des Landes Baden-Württemberg gefördert

Januar 2003

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung	1
1.2	Zielsetzung der bodenkundlichen Untersuchungen	1
1.3	Zielsetzung des Bewertungsverfahrens.....	2
2	Das Untersuchungsgebiet	4
2.1	Lage	4
2.2	Klima	5
2.3	Böden	5
2.4	Nutzung	7
3	Bodenkundliche Untersuchungen	8
3.1	Material und Methoden	8
3.1.1	Standortauswahl	8
3.1.2	Charakterisierung der Nutzungstypen	8
3.1.3	Charakterisierung der Böden	10
3.1.3.1	Feldansprache, Probenahme und Probenvorbereitung	10
3.1.3.2	Bodenchemische Untersuchungen	10
3.1.3.2	Bodenphysikalische Untersuchungen	11
3.1.3.3	Untersuchungen um Wasserhaushalt	12
3.2	Ergebnisse	13
3.2.1	Bodeneigenschaften und ökologische Beurteilung der Nutzungstypen	13
3.2.1.1	Physikalische Eigenschaften	13
3.2.1.1.1	Skelettgehalte und Textur	13
3.2.1.1.2	Lagerungsdichten	15
3.2.1.1.3	Gesättigte Wasserleitfähigkeit	16
3.2.1.1.4	Luft- und Feldkapazität	17
3.2.1.1.5	Nutzbare Feldkapazität	19
3.2.1.2	Stoffhaushalt	20
3.2.1.2.1	pH-Wert und Carbonatgehalt	20
3.2.1.2.2	Humusgehalt und technogener Kohlenstoff	21
3.2.1.2.3	Kationenaustauschkapazität	23
3.2.1.2.4	Nährstoffe	24

3.2.1.3	Schwermetallhaushalt	28
3.2.1.3.1	Beschreibung der Gesamtkonzentrationen	28
3.2.1.3.2	Mobilität der Schwermetalle	35
3.2.1.4	Zusammenfassende Darstellung	37
3.2.1.5	Qualitative Einschätzung der Auswirkungen von Nutzungstypen auf Bodeneigenschaften	41
3.2.2	Vergleich von Mess- und Schätzwerten	43
3.2.2.1	Bodenkundliche Kartieranleitung KA4/AK Stadtböden	44
3.2.2.1.1	Humusgehalt	44
3.2.2.1.2	Kationenaustauschkapazität	46
3.2.2.1.3	Gesättigte Wasserleitfähigkeit	46
3.2.2.1.4	Feldkapazität	47
3.2.2.1.5	Luftkapazität	48
3.2.2.2	Regressionsgleichungen	49
3.2.2.2.1	Feldkapazität	49
3.2.2.2.2	Gesättigte Wasserleitfähigkeit	50
4.2.2.3	Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Ableitung von ökologischen Kennwerten	51
3.3	Wärme- und Wasserhaushalt der Messstandorte	53
3.3.1	Physikalische Charakterisierung der Messstandorte	53
3.3.1.1	Textur, Skelettgehalte, Lagerungsdichten und kf-Werte	53
3.3.1.2	Porenvolumen	54
3.3.1.3	pF/WG-Charakteristik	56
3.3.2	Wärmehaushalt	59
3.3.2.1	Lufttemperaturen	59
3.3.2.1	Bodentemperaturen	60
3.3.3	Wasserhaushalt	62
3.3.3.1	Niederschläge und Grundwasserstände	62
3.3.3.2	Matrixpotentiale	63
3.3.3.4	Bodenwassergehalte und Wasservolumen	67
4	Bewertung	70

4.1	Warum urbane Böden bewerten?	70
4.1.1	Flächenrecycling als ein Teils des Flächenressourcenmanagement	70
4.2	Anforderungen an das Bewertungsverfahren	71
4.2.1	Entscheidungswerkzeug	72
4.2.2	Praxisrelevanz	72
4.2.3	Bewertung von Eingriffsszenarios.....	73
4.2.4	Nutzungseignungsbewertung	73
4.3	Das Bewertungsverfahren	73
4.3.1	Vorbereitung der Bewertung: Erstellung eines Datenpools und Indizierung der Leistungsfähigkeit	74
4.3.2	Bewertung von Einzelflächen: Zustandsbewertung	76
4.3.3	Bewertung von Szenario: optimierte Bebauung bei Alternativflächen	77
4.3.4	Gesamtbewertung für die Planung	79
4.3.5	Ein dimensionsloser Index zur umfassenden Bewertung von Böden	80
4.3.6	Beispiel für eine Indexberechnung der ökologischen Leistungsfähigkeit (Zustandsbewertung) der Böden einer Gemeinde	82
4.4	Material und Methoden	86
4.4.1	Verfügbare Daten	86
4.4.2	Bewertungsalgorithmen	86
4.4.3	Nutzungsbezogene Bodenfunktionen	86
4.4.4	Eignung der Flächen zur Wohnbebauung	87
4.4.5	Eignung der Flächen zur Gewerbe- und Industrienutzung	88
4.4.6	Eignung der Fläche als Kinderspielfläche	88
4.4.7	Ökologische Bodenfunktionen	89
4.5	Ergebnisse und Diskussion	92
4.5.1	Die ökologische Leistungsfähigkeit der Böden	92
4.5.1.1	Filter und Puffer für anorganische Schadstoffe	92
4.5.1.2	Potential des Bodens als Lebensraum für Kulturpflanzen	97
4.5.1.3	Ausgleichspotential im Wasserkreislauf	101
4.5.2	Nutzungsbezogene Bewertung von Böden	101
4.5.2.1	Eignungsbewertung als Kinderspielfläche	101
4.6	Gesamtbewertung des Schutzgutes Boden	102
5	Schlussfolgerungen und Ausblick	108
6	Literatur	109
7.	Anhang	113

Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, ein umfassendes Instrumentarium zur Erfassung und Bewertung der Leistungsfähigkeit von Böden im Stadtökosystem zu entwickeln sowie noch vorhandene Wissensdefizite über Stadtböden durch bodenkundliche Untersuchungen zu verringern. Als Untersuchungsgebiet wurde ein Transekt von Bad Cannstatt bis Steinenbronn ausgewählt.

Da die Flächennutzung einen wesentlichen Einfluss auf die Prägung der Böden hat, wurden für den Stuttgarter Raum insgesamt 17 Nutzungstypen ausgewiesen, die hinsichtlich ihrer Eigenschaften eine ähnliche nutzungsbedingte Prägung aufweisen. Im Projektverlauf wurden 11 Nutzungstypen (Wald, Acker, Weinberg, Kleingarten, Park-/Grünfläche, Einzelhaus, Blockbebauung, Dorfkern, Straßen-, Bahnfläche und Militärkaserne) beprobt und physikalisch, chemische sowie auf Schwermetalle analysiert. An 5 Standorten wurden Untersuchungen zum Wasserhaushalt durchgeführt.

Im Untersuchungsgebiet dominieren Aufschüttungsböden aus natürlichen umgelagerten Substraten und Böden aus Mischungen von natürlichen und technogenen Substraten. Böden aus überwiegend technogenen Substraten waren nur bei den Nutzungen Bahnfläche, Park-/Grünfläche und kleinflächig in einer Kleingartenanlage zu finden. Als technogenes Substrat überwiegt im Stuttgarter Raum, abgesehen von Industrie- und Gewerbestandorten, Siedlungsmüll. In unterschiedlicher Menge und Zusammensetzung fanden sich Ziegel, Bauschuttreste, Aschen, Kohle, Glas-, Porzellanscherben, Plastik, Metall. Mit zunehmender Intensität der anthropogenen Überprägung verändert sich die Bodentextur und in der Regel nehmen auch die Skelettgehalte zu mit entsprechenden Veränderungen der physikalischen Parameter.

Die Böden der Nutzungstypen Einzelhaus sind schwach, der Blockbebauung mittel skeletthaltig mit bis zu 50% technogenen Substraten. Böden der Verkehrsflächen und der frisch sanierten Militärkaserne sind stark bis sehr stark skeletthaltig. Die Lagerungsdichten liegen in der Regel im geringen bis mittleren Bereich, höhere Lagerungsdichten wurden nur vereinzelt in tonigen Unterböden gefunden. Bei der gesättigten Wasserleitfähigkeit wurden überwiegend extrem hohe Werte gemessen, die über den üblichen Bewertungsrahmen hinausgehen. Die größte Streuung von gering bis extrem hoch zeigen Böden der Nutzungstypen Acker und Blockbebauung. Die meisten Standorte weisen eine Luftkapazität im mittleren bis hohen Bereich auf, die nutzbare Feldkapazität liegt überwiegend im geringeren Bereich, die Feldkapazität ist mittel. Insgesamt weist der überwiegend Teil der anthropogen veränderten Böden ein hohes bis extrem hohes Versickerungspotential auf bei guter Durchlüftung und geringer pflanzenverfügbarer Wasserkapazität.

Der Wasserhaushalt der fünf untersuchten Standorte zeigt eine ausgesprochen jahreszeitliche Dynamik mit sommerlicher Austrocknung und winterlicher Aufsättigung. Unterschiede in den aktuellen Wassergehalten ergaben sich vor allem durch die unterschiedliche Schichtung und Substratzusammensetzung.

Durch den Eintrag von carbonathaltigen technogenen Substraten und Durchmischung des überwiegend kalkhaltigen natürlichen Ausgangsmaterials sind alle Böden carbonatreich mit

pH-Werten im schwach sauren bis schwach alkalischen Bereich in den Oberböden und schwach alkalischen Reaktionsbereich in den Unterböden.

Der Humusgehalt ist zum großen Teil als schwach bis mittel humos zu bewerten. Stark humose Oberböden wurden nur bei den Nutzungstypen Park-/Grünfläche, Kleingarten und Einzelhaus vorgefunden. Durch die mittleren bis hohen Stickstoffgesamtgehalte und günstigen Mineralisierungsbedingungen sind die meisten Böden gut mit Stickstoff aber auch mit anderen Nährstoffen gut versorgt. Die verfügbaren Phosphor- und Kaliumgehalte liegen in der Regel im mittleren bis hohen Bereich, beim Kalium auch teilweise (Acker, Weinberg, Einzelhaus) im sehr hohen Bereich. Nährstoffarme Böden finden sich nur bei den Nutzungstypen Straße, Bahn und Militärkaserne sowie Wald. Diese Standorte weisen auch relativ niedrige Kationenaustauschkapazitäten auf

Die Schwermetallgehalte bewegen sich bei den meisten Nutzungstypen auf einem mittleren bis erhöhten Niveau. Die Nutzungstypen Wald und Militärkaserne sind die am geringsten belasteten Standorte. Schwermetallgehalte im hohen Bereich wurden nur an der Park-/Grünflächen, Kleingarten, Blockbebauung und Bahnflächen. Bevorzugt angereichert werden die Schwermetalle $Pb > Zn > Cu > Cd > Ni, Cr, Hg$. Im Gegensatz zu den Gesamtgehalten weist der versauerte Waldstandort die höchsten mobilen Gehalte auf. Ca 35% des Cadmiums und 12% des Bleis sind mobil. Während hoch mit Schwermetallen belastete Böden aufgrund der hohen pH-Werte nur geringe Verfügbarkeiten aufweisen.

Aufgrund der besonderen Bedeutung die die Ableitung von Kennwerten des Wasser- und Nährstoffhaushalts in der bodenkundlichen Arbeit spielt wurden mit dem vorhandenen Datenmaterial Vergleiche zwischen Mess- und Schätzwerten nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung und Regressionsberechnungen für physikalischen Parameter durchgeführt, um zu prüfen inwieweit diese Schätzrahmen auf für anthropogene Böden realistische Werte zeigen. Die Schätzung des Humusgehaltes und der potentiellen Kationenaustauschkapazität nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung liefert in ca. 80% der Fälle halbwegs gute bzw. noch tolerierbare Werte. Größere Fehleinschätzungen sind besonders bei Böden mit höheren Gehalten an technogenen Substraten zu erwarten. Hier ist nicht nur die natürliche Bodenart, sondern auch das natürliche Farbspektrum (Kohle, rote Ziegel, Mörtel) verändert. Kritisch ist die Tendenz zur Überschätzung der Kationenaustauschkapazität zu betrachten.

Die Schätzung der Luftkapazität nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung zeigte von allen Parametern die höchste Übereinstimmung. Bei der Herleitung der Feldkapazität empfiehlt es sich die Regressionsberechnungen anzuwenden, die wesentliche bessere Ergebnisse liefert als die Schätzmethode nach KA 4. Die Ableitung der k_f -Werte ist problematisch. Entsprechend den gemessenen extrem hohen k_f -Werten und großen Streubreiten sind die Übereinstimmungen zwischen Mess- und Schätzwerten nicht besonders hoch. Gegenüber den Schätzwerten die in 35% der Fälle Übereinstimmung mit den Messwerten zeigen, liegt die Übereinstimmung bei den Regressionsberechnungen bei 57%.

Mit dem Bewertungsverfahren sollte die ökologische Leistungsfähigkeit aber auch die Eignung für typische urbane Nutzungen ermittelt werden. Das Bewertungsverfahren setzt sich dementsprechend aus 4 Teilen zusammen: Bewertung der ökologischen Bodenpotentiale, Bewertung der nutzungsbezogenen Bodenpotentiale, Bewertung von Szenarios/Aus-

wirkungen von Nutzungsänderungen und Gesamtbewertung aller ökologischen Bodenpotentiale (hohe Bedeutung des Schutzgutes Boden).

Das vorliegende Bewertungsverfahren ermittelt über einen dimensionslosen Index die ökologische Leistungsfähigkeit bzw. die Nutzungseignung. Der Vorteil bei der Bewertung mittels eines Indexes ist, dass die Leistungsfähigkeit innerhalb eines beliebig abgrenzbaren Raumes darstellbar ist. Die Bewertungsstufen werden in einem Betrachtungsraum dem vorkommenden Bodeninventar angepasst, indem die leistungsstärksten und die leistungsschwächsten Böden die Ränder bilden an denen alle anderen Böden gemessen werden.

Die Bewertung erfolgt anhand von Algorithmen, in die für die jeweilige Nutzung bzw. das jeweilige ökologische Potential spezifische Parameter eingehen. Diese Parameter bilden die Eignung einer Fläche hinsichtlich einer Nutzung und Belastbarkeit des jeweiligen Potentials am besten ab. Durch die Anwendung der Bewertungsalgorithmen werden die angewandten Parameter gewichtet und addiert. Es wurden für die natürlichen Funktionen Standort für Kulturpflanzen, Filter und Puffer für Schwermetalle, Ausgleichskörper im Wasserkreislauf, Archiv der Naturgeschichte und Lebensraum für Mikroorganismen Bewertungsalgorithmen erarbeitet. Nutzungsbezogene Algorithmen für die Eignung der Böden zur Wohnbebauung, Gewerbe- und Industrienutzungen und Kinderspielfläche. Die Bewertungsergebnisse werden z.T. beispielhaft nach den verschiedenen Bewertungsverfahren kartographisch dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass das hier entwickelte Verfahren wesentlich differenzierter Aussagen ermöglicht.

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Böden als nicht vermehrbares Gut erfüllen auch und besonders in städtisch-industriellen Ballungsräumen („Stadtböden“) verschiedene ökologische Funktionen. Sie sind Wurzelraum für Pflanzen, Lebensraum für Organismen, Filter, Puffer und Transformator von anorganischen und organischen Schadstoffen. Der Erhalt der ökologischen Leistungsfähigkeit ist wesentliche Voraussetzung für die Erhaltung lebenswerter Stadträume.

Böden in Ballungsräumen werden überwiegend in ihrer Flächenfunktion, d.h. als Standort für Siedlung, Industrie, Verkehr (Nutzungsfunktionen) genutzt. Die natürliche Bodenvielfalt wird durch diese Nutzungseingriffe potenziert. Nutzungsspezifisch werden neue Substrate eingebracht bzw. umgelagert, Stoff- und Energiedurchsätze variiert, Bodenentwicklungen gesteuert. Teilweise entstehen neue Böden mit einer Vielzahl nutzungsspezifischer Bodenmerkmale (BURGHARDT 1996). Fast die Hälfte aller Böden in Stadtgebiete sind in unterschiedlichem Umfang anthropogen überformt und in ihrer ökologischen Leistungsfähigkeit verändert.

Ein Management der Boden- und Flächenressourcen im Sinne des Bodenschutzes muss daher zum Ziel haben nicht nur den Flächenverbrauch zu minimieren, sondern vor allem noch vorhandene ökologische Funktionen zu sichern und zu verbessern. Hierfür ist neben der Kenntnis der Bodenverhältnisse auch eine Bewertung der verschiedenen Bodenformen hinsichtlich ihrer Funktionserfüllung erforderlich.

Entsprechend dem BW-PLUS Leitthema „Boden- und Flächenressourcenmanagement in Ballungsräumen“ war es das Ziel des vorliegenden Projektes am Beispiel des Stuttgarter Raumes in interdisziplinärer Zusammenarbeit ein umfassendes Instrumentarium zur Erfassung und Bewertung der Leistungsfähigkeit von Böden im Stadtökosystem zu entwickeln, um die Funktionserhaltung des Naturhaushalts in der Stadt (vorsorgender Bodenschutz) zu sichern sowie noch vorhandene Wissensdefizite über Stadtböden durch bodenkundliche Untersuchungen zu verringern.

Im Rahmen des o.g. Leitthemas laufen noch zwei weitere Projekte mit dem Thema: „Biologische und ökotoxikologische Bewertung von Böden in Ballungsräumen“ und „Entwicklung von Bewertungsrahmen zur Beurteilung der ökosystemaren Potenziale verschiedener Nutzungs- und Strukturtypen im urbanen Bereich“.

Gemeinsames Untersuchungsgebiet ist ein ca. 1 km breiter und ca. 20 km langer Transekt von Stuttgart-Bad Cannstatt bis nach Steinenbronn. Die Ergebnisse zur ökotoxikologischen Bewertung von Böden sollen in das hier entwickelte Bewertungsverfahren mit einfließen.

1.2 Zielsetzung der bodenkundlichen Untersuchungen

Vorarbeiten zum Projekt, u.a. eine Literaturstudie, zeigten zum Teil noch erhebliche Kenntnislücken im Bereich anthropogen veränderter Böden auf.

Im Rahmen dieses Projektes wurden deshalb bodenkundliche Untersuchungen schwerpunktmäßig innerhalb des Transektes mit dem Ziel durchgeführt, die bereits vorhandene bodenkundliche Datenbasis (Stadtbodenkarte und einige untersuchte Profile) zu verbessern bzw. Wissensdefizite zu verringern. Damit sollte eine ausreichende Datengrundlage für die Bewertung der Böden geschaffen werden.

Es wurden insgesamt 27 nach Nutzungstypen ausgewählte Böden physikalisch, chemisch und auf Schwermetalle untersucht. Schwerpunkt war die Erhebung der physikalischen Parameter, da hierzu für den Stuttgarter Raum bisher keine Daten vorlagen. Zusätzlich wurden an 5 Standorten Messungen zum Wasserhaushalt durchgeführt.

Eine Systematik zur feldbodenkundlichen Kartierung (AK STADTBÖDEN 1997) und ein erster Bestimmungsschlüssel zur Ansprache der technogenen Substrate (MEUSER 1996) ist vorhanden, bei der Ableitung von ökologischen Bodeneigenschaften wird aber in der Regel auf die Bodenkundliche Kartieranleitung (AG BODEN 1994) verwiesen, die für Böden in der freien Landschaft aus natürlichen Gesteinen entwickelt wurde.

Die Ableitung von Bodeneigenschaften aus einfachen Bodenmerkmalen ist eine wesentliche Voraussetzung für flächendeckende Aussagen und langjährige Praxis in der bodenkundlichen Arbeit. In städtisch-industriellen Ballungsräumen sind entsprechende Böden in vielfältiger Weise verändert worden, so dass die Schätzverfahren nur teilweise zuverlässige Werte ergeben. So ist z.B. die Ableitung des Humusgehaltes aus der Munsell-Farbhelligkeit (Graustufe) dann problematisch, wenn neben den Huminstoffen auch noch andere den Boden schwarzfärbende Stoffe (z.B. Kohlestaub, Müll) auftreten.

HORN & TAUBNER (1996) entwickelten Regressionsgleichungen für die Schätzung von Wasserhaushaltskennwerten aus einfachen Bodenmerkmalen für Böden anthropogener Substrate. Da diese Berechnungen schwerpunktmäßig an überwiegend sandig-schluffigen Böden des nord-/ostdeutschen Raumes geeicht wurden, wurde dieses Verfahren im Rahmen dieses Projektes auf seine Anwendbarkeit im süddeutschen Raum überprüft.

1.2 Zielsetzung des Bewertungsverfahrens

Aufgrund der aktuellen Entwicklung des Flächenverbrauchs in Deutschland ist die dringende Notwendigkeit der Lenkung des Flächenverbrauchs und eines haushälterischen Umgangs mit der Ressource und dem natürlichen Potential von Fläche und Boden in Städten offensichtlich. Ziel des entwickelten Bewertungsverfahrens ist es, die Flächennutzung in einem Ballungsraum lenkbar zu gestalten und großen Kommunen und Städten ein Werkzeug an die Hand zu geben, das es ihnen ermöglicht, schonend mit der Ressource Boden auf ihren Flächen umzugehen. Bei der Entwicklung des Bewertungsverfahrens wurde besonderen Wert auf die

Anwendbarkeit in der Praxis, die nahtlose Integration in bestehende planerische Verfahren bei der Flächennutzungsplanung und den Aufbau auf bestehende Bewertungsverfahren in Baden-Württemberg gelegt.

Das Verfahren bietet mittels der Bewertung ökologischer Bodenpotentiale die Darstellung des aktuellen Bodenzustands einer Gemeinde und die schutzgutbezogene Bewertung des Bodens für die für die Flächennutzungsplanung. Durch die Möglichkeit des Austauschs der Bewertungsalgorithmen bleibt das Verfahren offen für zukünftige Entwicklungen, genauso wie es die Übertragung auf einen Raum erlaubt, der weiter gefasst ist als eine Gemeindefläche. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, mit Hilfe von Szenarios die Auswirkungen von Nutzungsänderungen auf die bodenökologische Leistungsfähigkeit von Flächen vor ihrer realen Durchführung abzuschätzen.

2. Das Untersuchungsgebiet

2.1 Lage

Die Art und Intensität der Nutzung hat wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung und Ausprägung der Böden. Die Lage des Untersuchungsgebietes wurde deshalb so gewählt, dass möglichst alle charakteristischen und stadtrelevanten Nutzungen erfasst werden.

Als Untersuchungsgebiet wurde ein 1 km breites und ca. 20 km langer Transekt ausgewählt (Abb. 1). Es reicht vom Stuttgarter Nordosten (Bad Cannstatt) über des Zentrum von Stuttgart in den Außenraum bis Steinenbronn (Landkreis Esslingen). Die Höhenlagen reichen im nördlichen Teil des Talkessels von 230 bis 310 m über NN, der südliche Teil zieht sich über die Filderebene hinauf bis in den Schönbuch und erreicht Höhen bis zu 450 m über NN.



Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes

2.2 Klima

Der Stuttgarter Raum befindet sich im Einflussbereich des maritimen westeuropäischen Klimaregimes.

Charakteristisch hierfür sind relativ warme Sommer und milde Winter. Die Jahresmitteltemperatur liegt bei +10°C im Talkessel von Stuttgart und +8,4°C in den höher gelegenen Randbereichen (Tab. 1). In den Monaten Juni, Juli und August ist es am wärmsten, es treten Maximumtemperaturen von mehr als 30°C auf. Die kältesten Monate sind Dezember, Januar und Februar. In diesem Zeitraum können im Stadtgebiet die Minimaltemperaturen bis auf über -20°C absinken.

Die durchschnittlichen Jahresniederschläge liegen bei 700 mm. Die höchsten Niederschläge fallen in den Monaten Mai, Juni und Juli, häufig als Starkregen oder Hagelschlag.

Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit ist mit 2,5 m/sec. relativ schwach. Im Talkessel selbst sind die Windgeschwindigkeiten noch geringer. Dies führt im Sommer häufig zu unangenehmer Schwüle. Im Herbst und Winter begünstigen länger anhaltende Inversionswetterlagen die Smogbildung (NACHBARSCHAFTSVERBAND STUTTGART, 1992).

Tab. 1: Langjährige monatliche Mittelwerte der Niederschläge und Lufttemperaturen der Klimastation Stuttgart-Mitte und Flughafen-Echterdingen (Filderebene) nach Klimaatlas (NACHBARSCHAFTSVERBAND STUTTGART, 1992)

Monat	Niederschlag (l/m ²)		Lufttemperatur (°C)	
	Stuttgart-Mitte	Echterdingen	Stuttgart-Mitte	Echterdingen
Januar	43	43	1,3	-0,4
Februar	41	44	2,4	1,0
März	38	39	5,7	4,5
April	48	52	9,5	8,3
Mai	72	73	13,7	12,7
Juni	96	100	17,1	16,0
Juli	70	73	18,8	17,7
August	84	89	18,1	17,0
September	52	56	15,9	14,1
Oktober	40	42	10,2	9,2
November	51	51	5,4	4,1
Dezember	40	42	2,3	0,8
Jahr	675	705	10,0	8,7

2.3 Böden

Durch seine Lage im Zentrum des Süddeutschen Schichtstufenlandes mit tertiärer und quartärer Überprägung weist der Stuttgarter Raum eine große Variationsbreite an bodenbildenden Ausgangsgesteinen auf. Als natürliche Bodenbildungen finden sich im Untersuchungsgebiet schluffig-sandige Braunerden aus Stubensandstein, Parabraunerden, pseudo-

vergleyte Parabraunerden aus Löß bzw. Lößlehm, Braunerde-Pelosole und Pelosol-Braunerden auf Keupermergen, Parabraunerden, Braunerde-Pelosole und tiefgründige Kolluvien an den Keuperhängen und Vegen, Gleye und Kolluvien in den Auenbereichen.

42% der Böden im Stuttgarter Stadtgebiet sind anthropogen überprägt. Hier dominieren entsprechend der noch jungen bzw. gestörten Bodenentwicklung Pararendzinen mit unterschiedlicher, meist nutzungsbedingter Merkmalsüberprägung (Klassifikation s. Kap. 3.13.1).

In Park- und Grünanlagen finden sich häufig aufgeschüttete Allosol- und Phyrosol-Pararendzinen aus natürlichen Substraten, oft mit Trümmer- und Bauschuttbeimengungen, teilweise auch mächtigen Abdeckungen über Industriemüll. Weinbergböden (Rigosole) sind durch langjähriges regelmäßiges Rigolen geprägt. Friedhofsnutzung führt im Grabbereich zu sehr tiefgründig mit Humus- und Fremdbestandteilen durchsetzten Böden neben den ursprünglichen Bodenformen.

Auf Sport- und Freizeitflächen finden sich durch den spezifischen Aufbau der Böden unter Sportrasen (Drainageschicht aus technogenen Substraten) Mehrschichtallosol-Pararendzinen.

Im Bebauungsbereich finden sich in Abhängigkeit von der Bebauungsdichte und -häufigkeit noch ursprüngliche Böden, die teilweise durch langjährige gartenbauliche Tätigkeit häufig oberflächlich gestört und mit Humus angereichert sind bis hin zu Allosol- und Mehrschichtphyrosol-Pararendzinen aus Kulturschutt und verschiedenen technogenen Substraten in den dicht besiedelten Innenstadtbereichen. Der Versiegelungsgrad variiert dementsprechend zwischen gering (10-35%) bis sehr stark (85-100%).

In den alten Dorfkernen haben sich im Bereich alter ehemals landwirtschaftlich genutzter Wohn- und Wirtschaftsgebäude Phyrosol-Hortisole gebildet, auf verschiedenen Aufschüttungen finden sich Mehrschicht-Phyrosol-Pararendzinen.

Böden der jungen Gewerbe- und Industriegebiete sind häufig nur einmal, dafür aber durch die sehr tief gegründeten Büro- und Lagerkomplexe grundlegend gestört. Hier finden sich Schichtphyrosol-Pararendzinen aus überwiegend schluffig-lehmigen Substraten und Schichttechnosol-Lockersyroseme auf kies- und schotterbedeckten Parkflächen. Ältere Industriebauten sind in der Regel weniger tief gegründet. Die Bauten stehen teilweise direkt auf geköpften Böden bzw. Gestein oder auf Aufschüttungen. Hier finden sich Mehrschichtphyrosol-Pararendzinen aus unterschiedlichen Aufschüttungen von spezifisch anfallenden technogenen Substraten in Gemenge mit natürlichen Bodensubstraten. Kleinflächig treten auch Mehrschichttechnosol-Pararendzinen aus technogenen Substraten auf (HOLLAND 1996).

Im Bereich der Straßenflächen werden Phyrosol-Pararendzinen mit Baumaterial (Kalkschotter, Teerreste) mit zunehmender Entfernung von Allosol-Pararendzinen und oberflächlich gestörten Böden abgelöst. Unter Grünstreifen in der Fahrbahnmitte finden sich skelettreiche Schichtphyrosol-Pararendzinen aus aufgeschüttetem Boden-Bauabfall-Gesteinsgemisch. Im Bereich lecker Gasleitungen können Reduktosole auftreten. Kleinflächig wurden auch Reduktosole auf einer abgedeckten und aufgeforsteten Hausmülldeponie bei Steinenbronn auf Knollenmergel vorgefunden.

Böden des Bahnbereichs sind durch den spezifischen Gleisunterbau humusarm und skelettreich. Vorherrschend sind hier Technosol-Lockersyroseme aus Bahnschotter, häufig mit Aschen angereichert und Mehrschichttechnosol-Lockersyroseme. An den Böschungen der Bahndämme finden sich tiefgründige, kalkhaltige Schichtallosol-Pararendzinen aus Aufschüttungen von umgelagerten Gesteins-Bodengemisch und Pararendzinen aus Keuper-tonmergeln.

Stark steinhaltige, nährstoffarme Schichtallosol- und Schichtphyrosol-Lockersyroseme wurden auf einer frisch sanierten Militärkaserne kartiert. In den Randbereichen dieses Gebietes wurden neben den naturnahen Böden noch Schichtallosol-Pararendzinen vorgefunden.

2.4 Nutzung

Der nördliche Teil des Transektes liegt in der Neckarniederung und ist dicht besiedelt. Vorherrschend sind hier dichte Wohnbebauung (alter Stadtkern) und gewerblich/industrielle Nutzung. Am Osthang im Westen des Transektes befindet sich noch der größte Weinberg des Untersuchungsgebietes.

Daran anschließend zieht sich eine alte Parkanlage (mit Zoo), die westlich von Bahnanlagen mit teilweiser Wohn- und Gewerbebebauung eingengt wird, bis ins Zentrum zum Hauptbahnhof. In diesem Bereich wird das Transekt noch von einem der ältesten Friedhöfe Stuttgarts (Pragfriedhof) tangiert.

Vom dichtsbesiedelten (Wohn- und Geschäftsbebauung) Zentrum von Stuttgart bis zur Filderebene hinaus wird die Bebauung lockerer und geht in ein Waldgebiet mit kleineren Weinbergen und Kleingartenanlagen über.

Die Filderebene selbst (Lößböden) wird noch zum großen Teil landwirtschaftlich genutzt. Mitten dring liegt der alte Dorfkern von Möhringen, umgeben von lockerer Bebauung mit kleineren Freizeitanlagen (Schwimmbad, Sport- und Tennisplätze).

Im südlichen Teil des Transektes außerhalb der Stadtgrenze von Stuttgart, folgt eine Nutzungsmischung neuere Industriegebiete, lockere Wohnbebauung und Landwirtschaft.

Der geologische Wechsel zu Stubensandstein und Knollenmergel bedingt einen Nutzungswechsel zum Wald, begleitet von kleinflächiger Ackernutzung und Grünland im Auenbereich des Reichenbachs. In diesem Bereich wurde an der Ostgrenze des Transektes im Wald auf Knollenmergel eine abgedeckte und aufgeforstete Hausmülldeponie gefunden.

Das Transekt endet im Süden mit dem Beginn der Ortschaft Steinenbronn mit Kleingärten, Ackerflächen, lockerer Wohnbebauung, Sportanlagen und einem kleineren neuen Industriegebiet.

3 Bodenkundliche Untersuchungen

3.1 Material und Methoden

3.1.1 Standortauswahl

Im Projektverlauf wurden 11 Nutzungstypen im unterschiedlichen Umfang beprobt (Tab. 2). Es wurden schwerpunktmäßig solche Standorte untersucht, wo noch keine Untersuchungen vorlagen, z.B. bei den Bahnböden oder wo aufgrund der besonderen Stadtrelevanz, wie z.B. bei Parkanlagen, oder Wohnbebauung eine bessere Datengrundlage wünschenswert erschien. Aufgrund der übergeordneten Fragestellung und Zusammenhängen zu anderen Flächenrecyclingprojekten wurden noch ein Altstandort (Militärkaserne) und Böden auf einer typischen Altablagerung außerhalb des Transektes in die Untersuchungen miteinbezogen. Die Lage der Standorte kann der anliegenden Karte entnommen werden.

Tab. 2: Anzahl der beprobten Nutzungstypen und Bezeichnung der Standorte

Nutzungstyp	Anzahl	Standortname
Wald/Forst	1	Mäulesmühle
Acker	3	Eichberg, Fasanenhof, Kessel
Weinberg	1	Römisches Kastell
Park-/Grünanlage	3	Kinderheim, Klingenbachpark, Schwefelbrunnen
Kleingarten	2	Pfarreigarten, Kleingarten
Einzelhaus	3	Pfaffenweg, Zuckerfabrik IIa und IIb
Blockbebauung/ Innenstadt	4	Hospitalhof, Allianz, Diakonissenkrankenhaus, Bergstraße
Alte Ortskerne	1	Stadtgraben
Straßenflächen	2	Roto Frank, Zuckerfabrik I
Bahnflächen	4	Bahn I, II, III und IV
Militärkaserne	3	Grenardierkaserne I, II und III

3.1.2 Charakterisierung der Nutzungstypen

Die Flächennutzung stellt in besiedelten Bereichen den Faktor dar, der nahezu alle ökologischen Faktoren beeinflusst (BERLEKAMP et al. 1990). Die nutzungsbezogene Raumgliederung spielt deshalb in der Stadtökologie eine herausragende Rolle. Für stadtoökologische Erhebungen existieren bereits Systematiken landschaftsökologisch differenzierter Nutzungstypen, wie z.B. SCHULTE & VOGGENREITER (1986).

Zur Erfassung, Beschreibung und Bewertung von Merkmalen und Kenngrößen städtischer Böden ist es daher naheliegend ebenfalls Nutzungstypen zu definieren und deren spezifische Eigenschaften und Entwicklung festzuhalten. Auf der Grundlage der Bodenkarte von Stuttgart (HOLLAND 1996) und bereits vorliegenden bodenkundlichen Untersuchungen sowie schon

Tab. 3: Nutzungstypen im Stuttgarter Raum mit charakteristischen Bodenveränderungen

Nutzungstyp	Bodenform	Bodenveränderungen
Wald/Forst	Natürliche Böden	Oberboden durch Pflanzmaßnahmen gestört, stark versauert, Schwermetallanreicherung, Versiegelung <15%
Acker	Naturnahe Böden	Oberböden gepflügt, unterschiedlich starke organische und mineralische Düngung, pH-Werte erhöht, z.T. Schwermetallanreicherung, Versiegelung <15%
Weinberg	Rigosol	Rigolen, z.T. Beimischung von Müll, Skelettierung, Schwermetallanreicherung, spez. Cu, Versiegelung <15%
Park-/Grünfläche	Allosol- und Phyrosol-Pararendzina	Aufschüttungsböden, oft mit Trümmer- und Bauschuttbeimengungen, Carbonatisierung und pH-Erhöhung, z.T. Oberböden leicht versauert, erhöhte Nähr- und Schadstoffgehalte
Sportanlagen	Allosol- und Mehrschichtphyrosol-Pararendzina	Aufschüttungsböden aus überwiegend natürlichen Substraten, intensive Düngung, sandige Oberböden oder Drainageschicht unter Rasen, Versiegelung 36-75%
Friedhof	Nekrosol, naturnahe Böden	Tiefgründige Anreicherung mit Humus und Fremtteilen, Zerstörung der Bodenstruktur
Kleingarten	Hortisol	Anreicherung und Vertiefung von Humus, pH-Erhöhung, erhöhte Nähr- und Schadstoffgehalte
Einzelhaus	Schichtallosol-Pararendzina, naturnahe Böden	Oberflächlich gestörte, oft mit Humus angereicherte überwiegend naturnahe Böden
Mehrfamilienhaus	Allosol- und Schichtallosol-Pararendzina	Tiefgründige Umlagerung von ursprünglichen Böden, Kalkanreicherung, Bauschuttbeimengungen
Blockbebauung/Innenstadt	Mehrschichtphyrosol-Pararendzina	z.T. sehr alte Aufschüttungsböden aus Kulturschutt (Schlacken, Aschen, Bauschutt) mit Deckschichten aus natürlichen Substraten, stark verdichtete Oberböden, Skelettierung der Unterbodens, Schadstoffanreicherung, häufig unterflurversiegelt, starke Versiegelung (76-100%)
Alter Dorfkern	Mehrschichtphyrosol-Pararendzina, Phyrosol-Hortisol	Humus-, Nähr- und Schadstoffanreicherung, starke Versiegelung (76-100%)
Neue Industrie-/Gewerbegebiete	Schichtphyrosol-Pararendzina	Tiefgründige Umlagerung, Beimischung von Bauabfällen, starke Versiegelung (76-100%)
Alte Industrie-/Gewerbegebiete	Mehrschichtphyrosol- und Mehrschichttechnosol-Pararendzina	Bodenabtrag, Bodenauftrag auf spezifisch anfallenden Substraten, teilw. hohe Schadstoffanreicherung, sehr starke Versiegelung (90-100%)
Hausmülldeponie	Reduktosol	Siedlungsabfallboden, hohe Methangehalte, hoher Skelettgehalt, Schadstoffanreicherung, Sauerstoffmangel
Straßenflächen	Phyro- / Allosol-Pararendzina, Schicht-Phyrosol-Lockersyosem	Skelettierung durch Beimischung von Baumaterial (Kalkschotter, Teerreste), pH-Erhöhung, Schadstoffanreicherung
Bahnflächen	Schichttechnosol-Lockersyosem	Starke Skelettierung durch Bahnschotter, Aschebeimengungen, humusarm, Schadstoffanreicherung
Militärkaserne (saniert)	Schichtallosol-Pararendzina, Schichtphyrosol-/allosol-Lockersyosem	Tiefgründiger Auf- und Abtrag, Humus- und Nährstoffarmut, Skelettierung, Carbonatanreicherung

vorhandenen nutzungsbezogenen Raumgliederungen für Stadtböden (GRENZIUS 1987, REINIRKENS 1989) wurden für den Stuttgarter Raum 17 Nutzungstypen ausgewiesen, die hinsichtlich ihrer Eigenschaften eine ähnliche nutzungsbedingte Prägung aufweisen. Die Bodenformen und die charakteristischen Bodenveränderungen sind in Tab. 3 dargestellt.

3.1.3 Charakterisierung der Böden

3.1.3.1 Feldansprache, Probenahme und Probenvorbereitung

Die **Profilansprache** erfolgte nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA4) der Geologischen Landesämter (AG BODENKUNDE 1994) und den Empfehlungen des ARBEITSKREISES STADTBÖDEN der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft für die bodenkundliche Kartierung urban, gewerblich, industriell und montan überformter Flächen (Stadtböden) (1997).

Die Farbabstimmung erfolgte nach der MUNSELL SOIL COLOR CHARTS, die **Klassifizierung** nach ARBEITSKREIS STADTBÖDEN (1997). Angleichend an die Bodenkarte von Stuttgart wurde die erweiterte Klassifikation nach HOLLAND (1996) verwendet, die zusätzlich noch die Menge der technogenen Substrate und die Schichtungshäufigkeit in die Namensgebung mit einbezieht. Danach wird bei <5% technogener Substrate Allosol-, zwischen 5-60% Phyrosol und >60% Technosol vorangestellt (z.B. Phyrosol-Pararendzina). Bei einer Schichtgrenze bis 80 cm Bodentiefe wird Schicht-, bei mehreren Schichtgrenzen bis 80 cm Bodentiefe Mehrschicht- vorangestellt (z.B. Mehrschichtphyrosol-Pararendzina).

Die Profilproben wurden über einen Zeitraum von August 1998 bis September 2001 genommen. **Beutelp Proben** (gestörte Mischproben) entsprechend der Horizontierung jeweils von Horizontober- bis Horizontuntergrenze. **Volumenproben** (ungestört) mit 100 ml Stechzylindern, 12 Stück pro Horizont.

Nach Trocknung der Proben bei 35°C im Umlufttrockenschrank wurden die Proben im Mörser zerdrückt und durch Sieben der Feinerdeanteil <2 mm vom Skelett getrennt. Beide Anteile wurden gewogen und die Art und Menge der technogenen Skelettgehalte bestimmt. Jeweils ca. 50g der lufttrockenen Feinerde wurde zur Wassergehaltsbestimmung bei 105°C getrocknet, anschließend in der Kugelmühle auf <0,2 mm gemahlen.

3.1.3.2 Bodenchemische Untersuchungen

Alle Analysen wurden an lufttrockener Feinerde <2 mm durchgeführt, die Werte wurden um die Wassergehaltsdifferenz von lufttrocken zu absolut trocken bereinigt.

pH-Wert: Bestimmung elektrometrisch mit Glaselektrode in 0,01 m CaCl₂-Lösung und H₂O ein. im Verhältnis Boden : Lösung = 1:2,5 nach SCHLICHTING et al. (1995).

Elektrische Leitfähigkeit (EC): Messung mit einem temperaturkompensierenden Leitfähigkeitsmessgerät in der Suspension für pH-Wert (H₂O).

Gesamt-C und -N: gaschromatographische Bestimmung am LECCO CN-2000.

Carbonatgehalt: Messung mit Wösthoff-Apparatur: Freisetzung von Carbonat-C als CO₂ durch Phosphorsäure und konduktometrische Bestimmung in NaOH (INSTITUT FÜR BODENKUNDE UND STANDORTSLEHRE 2000).

Organische Substanz: Abschätzung durch Erhitzen bei 375°C.

Technogener Kohlenstoff: Berechnung aus $C_{tech} = C_t - C_{org} - C_{carb}$.

Potentielle Kationenaustauschkapazität (KAK_{pot}): Austausch mit 1n Na-Acetat pH 8.2 nach BOWER et al. (1952). Rücktausch mit 1n NH₄-Acetat pH 7 und flammenphotometrische Bestimmung des rückgetauschten Na.

Austauschbare (Neutral)-kationen Ca, Mg, K, Na: Austausch mit 1n NH₄-Acetat pH 7, Ca- und Mg-Bestimmung mit dem Atom-Absorptions-Spektrometer, K- und Na-Bestimmung flammenphotometrisch, in kalkhaltigen Proben Ca errechnet aus $KAK_{pot} = \Sigma Mg+K+Na$ (INSTITUT FÜR BODENKUNDE UND STANDORTSLEHRE 2000).

H-Wert: errechnet aus $KAK_{pot} - \Sigma \text{Einzelkationen}$, falls $\Sigma \text{Einzelkationen} < KAK_{pot}$

P_{cal}, K_{cal}: Extraktion mit Calcium-Acetat-Laktat nach SCHÜLLER (1969): P-Bestimmung kolormetrisch unter partieller Reduktion mit Ascorbinsäure, K-Bestimmung flammenphotometrisch.

Gesamtgehalte an Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, Hg, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K: Aufschluss mit Königswasser, Messung am ICP von der Landesanstalt für Chemie, Hohenheim.

Austauschbares Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, Hg: Aufschluss mit Ammonium-Nitrat entsprechend BBodschV, Messung am ICP von der Landesanstalt für Chemie, Hohenheim.

3.1.3.3 Bodenphysikalische Untersuchungen

Steingehalt: Beim Absieben der Feinerde anfallende Steine in Gew.% zu Feinerde und Trennung nach natürlichen und technogenen Anteilen.

Körnung: Bestimmung an lufttrockener Feinerde (Einwaage 20g + Anteil Kalk und Humus) bei mehr als 1% Humus Vorbehandlung mit H₂O₂, Dispergierung mit 0,05n NH₄OH, 2 Stunden schütteln und anschließend 5 Minuten Ultraschall; Nasssiegung der Sandfraktion; Bestimmung der Ton- und Schlufffraktion mittels Pipettanalyse nach SCHLICHTING et al. (1995).

Lagerungsdichte: Bestimmung an Stechzylinderproben nach Trocknung bei 105°C.

Gesamtporenvolumen: Ermittlung aus der Differenz des Substanzvolumens ($LD/D \cdot 100$) zu 100%.

Wasserspannungskurve: Bestimmung an 100 ml Stechzylinderproben (6 Parallelen) nach Wassersättigung im Desorptionsgang bei pF 0, 1.0, 1.3 und 1.8 im Unterdruck und bei pF 2.5 und 3.3 im Überdruckverfahren nach HARTGE & HORN (1992), pF 4.2 an mit aufgesättigter Feinerde befüllten 25 ml Ringen im Überdruckverfahren.

Gesättigte Wasserleitfähigkeit: Bestimmung an im Wasserbad aufgesättigten Stechzylinderproben (6 Parallelen) nach SCHLICHTING et al. (1995).

3.1.3.4 Untersuchungen zum Wasserhaushalt

An 5 Böden der Nutzungstypen Einzelhaus, Park-/Grünfläche, Blockbebauung, Blockbebauung über Tiefgarage und Bahnfläche wurden in dem Zeitraum von April 2001 bis März 2002 in wöchentlichen Abständen folgende Messungen durchgeführt.

Niederschläge wurden im HELLMANN-Regensammler erfasst.

Bodentemperaturen wurden ohne Wiederholungen mit fest installierten Temperaturfühlern in den Bodentiefen 30, 60, 90 und 150 cm sowie in 10 cm Bodentiefe und an der Erdoberfläche mit einem transportablen Temperaturfühler gemessen.

Die **Wasserspannungen** (Matrixpotentiale) wurden in 4 Parallelen mit Einstichtensiometern in den Bodentiefen 10, 30, 60, 90 und 150 cm erfasst.

Volumetrische Wassergehalte wurden mit fest installierten TDR (Time Domaine-Reflectometry)-Sonden mit 4 Parallelen pro Tiefe jeweils in 30, 60, 90 und 150 cm Bodentiefe sowie einer transportablen TDR-Sonde in 10 cm Bodentiefe erfasst. Die Werte wurden mit einem TDR-Gerät der Fa. EASY TEST (Lublin, Polen) abgelesen.

Gravimetrische Wassergehalte wurden in 4-6 wöchigen Abständen mit dem Pürckhauer Bohrstock mit 3 Parallelen pro Tiefe in 10, 30, 60, 90 und teilw. 150 cm Bodentiefe bestimmt.

3.2 Ergebnisse

3.2.1 Bodeneigenschaften und ökologische Beurteilung der Nutzungstypen

Nachfolgend werden die wichtigsten Ergebnisse der physikalischen und chemischen Analysen dargestellt. Die Auswertung erfolgt, der Zielsetzung des Projektes entsprechend, nach Nutzungstypen. Der Vergleichbarkeit wegen und auch im Hinblick auf die unterschiedlichen Bodenfunktionen sind die Ergebnisse jeweils als gewichtetes Mittel für die Ober (0-30 cm)- und Unterböden (30-100 cm) dargestellt. Die Profilbeschreibungen und Profilanalysen können für jeden Standort dem Anhang entnommen werden. Im Rahmen dieses Projektes wurden noch zusätzlich physikalische Untersuchungen am Profil Lehenpark durchgeführt, das von HOLLAND (1996) kartiert und chemisch analysiert worden ist.

3.2.1.1 Physikalische Eigenschaften

3.2.1.1.1 Skelettgehalte und Textur

Die intensive Bautätigkeit in Stadtgebieten führt zur Umlagerung und Vermischung unterschiedlicher Materialien die natürlichen oder technogenen Ursprungs sein können. Damit verbunden sind Veränderungen der Textur und in der Regel auch eine Erhöhung der Skelettgehalte, abgesehen von Komposten, Klär- und Industrieschlämmen.

Geologisch bedingt dominiert bei den Böden im Untersuchungsgebiet ein überwiegend tonig-schluffiges Körnungsspektrum. Sandigere Bodenarten finden sich in Böden aus Stubensandstein (Profil Mäulesmühle, Profil Eichberg) oder anthropogen bedingt in Aufschüttungsböden, z.B. in Oberböden der Bahnflächen, vereinzelt auch auf der Militärkaserne oder in Straßenböden. In tieferen Schichten finden sich sandigere Substrate in Böden von Altablagerungen (Profil Klingebachpark, Profil Bergstraße).

Die geringsten Skelettgehalte finden sich erwartungsgemäß bei Böden unter naturnahen Nutzungen. Der Waldstandort und die Ackerstandorte sind als schwach steinig einzustufen. Beim Weinbergstandort liegen die Steingehalte durchgehend im mittleren Bereich. Hier handelt es sich um überwiegend natürliche Steine (vgl. Tab. 4), die durch das tiefgründige Rigolen bis in den Oberboden relativ gleichmäßig verteilt wurden.

Die Böden der Park- und Grünflächen sind durchschnittlich im Oberboden schwach skeletthaltig, im Unterboden erreicht der Skelettgehalt den mittleren Bereich. Die geringsten Skelettgehalte finden sich im Profil Kinderheim aus tonigen Substraten, die höchsten im Profil Klingebachpark aus Siedlungsmüll.

Die Kleingartenböden stellen von ihrer Entwicklungsgeschichte und Substratzusammensetzung zwei Extremstandorte dar. Der Standort Pfarreigarten aus umgelagerten tonigen Lehmen über Auelehm ist fast steinfrei, der Standort Kleingarten aus Kompost und

Siedlungsmüll ist stark skeletthaltig. Ca. 90% des Skeletts sind hier anthropogenen Ursprungs.

Tab. 4: Durchschnittliche Skelettgehalte (Gew.%) und Anteil an *technogenen Substraten* (%) in Ober-(0-30 cm) und Unterböden (30-100 cm) der verschiedenen Nutzungstypen

Nutzungstyp	n	0-30 cm			30-100 cm		
		MW	Min.	Max.	MW	Min.	Max.
Wald/Forst	1	6,8	-	-	15,3	-	-
		0	-	-	0	-	-
Acker	3	3,2	2,0	5,0	4,7	1,5	7,6
		0	-	-	0	-	-
Weinberg	1	31,3	-	-	42,3	-	-
		1,0	-	-	0,2	-	-
Park-/Grünfläche	4	10,6	3,0	17,5	22,3	0	36,1
		19,2	1,8	49,1	31,4	0	89,5
Kleingarten	2	33,3	1,2	65,3	19,8	1,3	38,3
		46,1	0	92,2	41,7	0	83,3
Einzelhaus	3	8,3	3,5	13,0	11,1	5,0	16,2
		9,4	4,7	14,3	13,3	0	24,0
Blockbebauung/Innenstadt	4	19,9	7,0	35,0	30,0	10,4	46,3
		47,2	26,5	81,6	12,9	3,2	28,4
Dorfkern	1	2,0	-	-	23,5	-	-
		15,0	-	-	0	-	-
Straßenfläche	1	79,5	75,0	84,0	41,7	31,7	51,6
		0	-	-	0	-	-
Bahnfläche	4	50,9	39,2	64,0	61,6	45,0	82,0
		33,8	15,1	50,8	11,9	0	24,1
Militärkaserne	3	49,2	36,7	70,5	53,3	28,7	78,4
		2,6	0,2	4,4	5,9	0,3	7,8

Die Böden der Nutzungstypen Einzelhaus sind schwach skeletthaltig, die Böden der Blockbebauung weisen höhere Skelettgehalte auf, die durchschnittlich als mittel zu bewerten sind. Der technologische Skelettanteil erreicht hier im Mittel ca. 50% im Oberboden und ca. 13% im Unterboden.

Der Standort Dorfkern ist im Oberboden sehr schwach skeletthaltig, im Unterboden liegt der Skelettgehalt im mittleren Bereich. Aufgrund seiner Entstehungsgeschichte als Auenboden handelt es sich vorwiegend um Gerölle.

Die Böden der Nutzungstypen Straßenfläche, Bahnfläche und Militärkaserne sind in der Regel stark bis sehr stark skeletthaltig. Der technologische Skelettanteil ist aber sehr unterschiedlich. Der beim Straßenbau verwendete Kalkschotter wird nicht als technologisch definiert. Bei den Bahnböden erreicht der technologische Skelettanteil bis zu 50%, bei den Böden der Militärkaserne liegt das Maximum im Unterboden bei ca. 10%.

Da im Rahmen dieser Arbeit Industriestandorte nicht untersucht wurden und großflächige industrieller Nutzungsformen, wie z.B. die Montanindustrie im Ruhrgebiet im Stuttgarter Stadtgebiet nicht vorhanden sind, ist die Zusammensetzung der technogenen Skelettanteile in der Regel durch die Siedlungstätigkeit des Menschen geprägt.

In fast allen anthropogen beeinflussten Böden finden sich in unterschiedlicher Menge und Zusammensetzung technogene Substrate wie Ziegel-, Bauschuttreste, Asche- und Kohlereste aus Hausbrand oder Fremdbestandteile anthropogenen Ursprungs wie Glas-, Porzellan-scherben, Knochen, Plastik, Metall. Auf Bahnflächen dominieren Aschen, Schlacken und Kohle. Diese Ergebnisse decken sich weitgehend mit den Ergebnissen der Untersuchungen von HOLLAND (1996).

3.2.1.1.2 Lagerungsdichten

Die Lagerungsdichte ist ein Kennwert des Bodengefüges und ein wesentliches Kriterium zur Abschätzung von Kennwerten des Wasser- und Lufthaushaltes sowie der Berechnung von Nähr- und Schadstoffmengen.

Nach SCHLICHTING et al. (1995) liegen die durchschnittlichen Lagerungsdichten in der Oberböden im geringen ($0,8-1,25 \text{ g/cm}^3$) bis mittleren ($1,25-1,5 \text{ g/cm}^3$) Bereich, abgesehen von 2 Standorten (Park-/Grünfläche-Kinderheim und Militärkaserne), wo die Lagerungsdichte aufgrund des sehr tonigen Substrates im mittleren Bereich liegen (Tab. 5).

Tab. 5: Durchschnittliche Lagerungsdichten in Ober-(0-30 cm) und Unterböden (30-100 cm) der verschiedenen Nutzungstypen

Nutzungstyp	n	0-30 cm			30-100 cm		
		MW	Min.	Max.	MW	Min.	Max.
Wald/Forst	1	1,12	-	-	1,63	-	-
Acker	3	1,47	1,35	1,55	1,59	1,45	1,70
Weinberg	1	1,5	-	-	1,52	-	-
Park-/Grünfläche	4	1,39	1,16	1,71	1,30	0,70	1,68
Kleingarten	1-2	1,43	-	-	1,43	1,30	1,55
Einzelhaus	3	1,28	1,15	1,50	1,44	1,40	1,50
Blockbebauung/Innenstadt	4	1,43	1,20	1,56	1,63	1,57	1,70
Dorfkern	1	1,54	-	-	1,60	-	-
Straßenfläche	1	1,10	-	-	1,35	-	-
Bahnfläche	3	1,24	1,10	1,42	1,57	1,52	1,60
Militärkaserne	2	1,56	1,50	1,62	1,65	1,60	1,70

In den Unterböden ist die Lagerungsdichte in der Regel etwas höher. Bei den Nutzungstypen Wald/Forst, Blockbebauung, Ortskern und Bahnflächen liegt sie im hohen ($1,5-1,75 \text{ g/cm}^3$) Bereich. Die größte Variationsbreite wurde im Unterboden bei dem Nutzungstyp Park-/Grünfläche vorgefunden. Substratbedingt schwanken die Lagerungsdichten von sehr gering (Profil Klingebachpark) bis mittel (Profil Kinderheim).

Sehr hohe Lagerungsdichten wurden im Rahmen dieser Untersuchungen nicht vorgefunden. Diese Ergebnisse decken sich größtenteils mit Untersuchungen aus anderen Städten. WOLFF (1993) fand in ca. 90% der Böden des Hamburger Stadtgebietes eine sehr geringe bis mittlere Lagerungsdichte.

3.2.1.1.3 Gesättigte Wasserleitfähigkeit

Die Wasserleitfähigkeit der Böden beeinflusst die Infiltration des Wassers in den Boden und stellt damit eine wichtige Kenngröße zur Einschätzung bzw. Quantifizierung der Versickerungsleistung dar.

Aufgrund der besonderen Abhängigkeit von der Bodenstruktur sind die kf-Werte schon von Natur aus großen Streubreiten unterworfen, was in Stadtböden durch die vorwiegend anthropogene Substratzusammensetzung und Substrataufbau noch verstärkt wird. Aus diesem Grund wurden die Messergebnisse als harmonisches Mittel ausgewertet. Diese dürften einen Anhaltspunkt über die tatsächlich zu erwartenden kf-Werte darstellen.

Die höchsten Wasserleitfähigkeiten wurden bei dem Weinbergsboden im Ober- als auch im Unterboden sowie im Unterboden eines Park-/Grünflächenstandortes (Klingenbachpark) gemessen (Tab. 6). Der Weinbergsboden zeichnet sich durch eine tonige Bodenart, geringe Lagerungsdichte und relativ gleichmäßig verteilte Skelettgehalte im mittleren Bereich. Hier kann man davon ausgehen, dass durch die tiefgründige Rigolen zusätzliche Makroporen geschaffen wurden, durch die das Wasser schnell versickern kann. Der Unterboden im Klingenbachpark zeichnet sich durch eine sehr geringe bis geringe Lagerungsdichte, sandige Textur und hohe Skelettgehalte aus und weist hier einen extrem hohen Grobporenanteil auf. Dies dürfte die höchsten kf-Werte von allen Profilen erklären. Nach HORN & TAUBNER (1996) bewirkt eine Zunahme der weiten Grobporen u.a. hohe Wasserleitfähigkeiten. In der KA4 werden Werte >300 cm/d als äußerst hoch eingestuft. Die höchsten Werte in natürlichen Substraten werden in der KA4 für Grobsande mit etwa 600 cm/d angegeben.

kf-Werte im „normalen“ Bereich wurden bei den natürlichen Böden unter Ackernutzung (gering bis äußerst hoch) und den teilweise aufgeschütteten Böden aus natürlichen Substraten gemessen. Z.B. weist das Profil Kinderheim mit durchschnittlich 4 cm/d im Oberboden und 37 cm/d im Unterboden geringe bis mittlere Wasserleitfähigkeiten auf (Tab. 6).

Die zwei untersuchten Böden der Militärkaserne (GK I und GK III) weisen ebenfalls kf-Werte im mittleren bis sehr hohen Bereich auf. Der Standort GK II konnte aufgrund der hohen Skelettgehalte nicht beprobt werden. Dies trifft auch größtenteils für die Oberböden der Straßen- und Bahnflächen zu. Die kf-Werte schwanken dementsprechend von gering in der natürlichen Unterboden des Parkplatzprofils Roto Frank bis extrem hoch in dem Unterboden des Profils Bahn IV.

Tab. 6: Mittlere (harm. Mittel) gesättigte Wasserleitfähigkeit (cm/d) sowie Minimum- und Maximumwerte in Ober- (0-30 cm) und Unterböden (30-100 cm) der verschiedenen Nutzungstypen

Nutzungstyp	n	0-30 cm			30-100 cm		
		MW	Min.	Max.	MW	Min.	Max.
Wald/Forst	1	1119	-	-	55	-	-
Acker	3	165	4	418	221	25	382
Weinberg	1	3194	-	-	3552	-	-
Park-/Grünfläche	4	1913	14	4025	1100	37	2252
Kleingarten	2	988	850	1125	588	263	913
Einzelhaus	3	1098	594	1400	1776	1186	2920
Blockbebauung/Innenstadt	4	974	105	2174	130	13	432
Dorfkern	1	43	-	-	301	-	-
Straßenfläche	1	-	-	-	7	-	-
Bahnfläche	3	2846	-	-	1089	15	3056
Militärkaserne	2	140	81	198	21	10	31

Die Böden des Nutzungstyps Einzelhaus zeigen insgesamt hohe Extremwerte, die im Unterboden noch höher sind als im Oberboden. Dies könnte durch die hohe biotische Aktivität dieser Böden erklärt werden. In dem überwiegend natürlichen Substrat (Löß und rote Mergel) war die Beprobung aufgrund der bis in die Tiefe hineinreichenden zahlreichen Regenwurmgänge schwierig. Das aufgeschüttete Profil Pfaffenweg wurde zudem von schräg laufenden Mörtelbändern durchzogen.

Beim Standort Dorfkern liegen die kf-Werte im normalen Bereich von hoch bis sehr hoch.

Die Böden der dichten Blockbebauung zeigen ein etwas anderes Bild. Bei allen Oberböden handelt es sich um Aufschüttungen aus natürlichen Bodensubstraten. Die durchschnittlichen kf-Werte schwanken hier von sehr hoch bis extrem hoch über den Bewertungsrahmen hinaus. Extrem hohen Werte wurden in den Oberböden gemessen, die eine tiefere Durchwurzelung aufweisen (Allianz und Bergstraße). Diese Beobachtung trifft auch für die Oberböden des Waldstandortes und des Kleingartenstandortes Pfarreigarten zu. Die nur flachgründig durchwurzelten Oberböden bei der Blockbebauung (Hospitalhof und Diakonissenkrankenhaus) weisen zwar sehr hohe Wasserleitfähigkeiten auf, diese liegen aber noch im Bewertungsrahmen der KA4. Dies trifft auch für die Unterböden dieses Nutzungstyps zu. Das Spektrum der kf-Werte reicht hier von mittel bis äußerst hoch.

3.2.1.1.4 Luft- und Feldkapazität

Unter **Luftkapazität** (LK) wird der Porenraum verstanden, der bei Feldkapazität mit Luft erfüllt ist (Groporenanteil $\varnothing > 50\mu\text{m}$ bzw. $pF < 1.8$). Dieser Porenraum stellt gleichzeitig die Speicherkapazität für Grund- und Stauwasser dar und bedingt die Amplitude und Geschwindigkeit der Wasserstandsänderungen (KA4).

Böden mit geringen Luftkapazitäten kommen im Untersuchungsgebiet nur in den Unterböden des Nutzungstyps Blockbebauung und im Ober- und Unterboden des Profils Kinderheim des Nutzungstyps Park- und Grünflächen vor. Diese Aufschüttungsböden weisen sehr tonige Substrate und haben die höchsten Lagerungsdichten (im mittleren Bereich) von allen untersuchten Böden (Tab. 7).

Tab. 7: Durchschnittliche Feldkapazität(FK, l/m²) in 0-100 cm Bodentiefe und Luftkapazität (LK, Vol.%) in Ober- (0-30 cm) und Unterböden (30-100 cm) der verschiedenen Nutzungstypen

Nutzungstyp	n	FK 0-100 cm			LK 0-30 cm			LK 30-100 cm		
		MW	Min.	Max.	MW	Min.	Max.	MW	Min.	Max.
Wald/Forstfläche	1	270	-	-	17,9	-	-	11,0	-	-
Acker	3	370	330	400	8,1	5,3	11,0	9,0	7,2	10,9
Weinberg	1	340	-	-	9,1	-	-	9,6	-	-
Park-/Grünfläche	4	330	320	360	12,3	3,9	17,6	13,4	3,8	28,0
Kleingarten	2	370	370	370	11,3	8,2	14,4	11,0	7,1	14,9
Einzelhaus	3	340	290	370	14,7	12,8	17,2	14,7	12,1	18,4
Blockbeb./Innenst.	4	370	340	380	10,6	8,2	15,5	5,8	3,8	10,3
Dorfkern	1	330	-	-	9,6	-	-	7,9	-	-
Straßenfläche	1	320	-	-	-	-	-	7,5	-	-
Bahnfläche	3	230	160	280	13,3	12,0	15,5	9,8	4,7	14,8
Militärkasernen	2	340	330	350	8,1	7,1	9,1	6,3	5,1	7,5

Die übrigen Standorte weisen eine mittlere bis hohe Luftkapazität auf, abgesehen vom Standort Klingenbachpark, der im Unterboden eine sehr hohe LK besitzt. Das sehr hohe Grobporenvolumen ist auf das sandige technogene Substrat und lockere Lagerung zurückzuführen. Damit weisen die Böden des Nutzungstyps Park- und Grünflächen substratbedingt die größte Variationsbreite von allen Nutzungstypen auf.

Tendenziell kann man aus den Ergebnissen ableiten, dass mit dem Grad der anthropogenen Beeinflussung das Grobporenvolumen und damit die LK erhöht wird. Die Böden des Nutzungstyps Einzelhaus, die Oberböden der Bahnflächen und die Böden aus überwiegend technogenen Substraten (Kleingarten, Klingenbachpark) weisen die höchsten Luftkapazitäten im Untersuchungsgebiet auf, während die natürlicheren Böden eher im mittleren Bereich liegt.

Die **Feldkapazität** (FK) ist die Wassermenge, die ein Boden gegen die Schwerkraft zurückhalten kann (AG BODEN 1994). In diesem Wasser können Stoffe, die der Boden nicht adsorptiv festhalten kann, z.B. Nitrate, gelöst und damit verlagerbar sein. Die Feldkapazität ist daher auch ein Maß für die Funktion des Bodens als Speicher für Schadstoffe. Die Höhe der FK hängt hauptsächlich ab von der Bodenart, dem Gefüge, dem Humusgehalt und Art der Tonminerale (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 2002). Je feiner die Bodenstruktur und

höher der Humusgehalt, umso mehr spezifische Oberfläche ist vorhanden, umso höher die FK.

Nach der KA4 wird die Feldkapazität für die Bodentiefe bis 100 cm bewertet. Abgesehen von den Bahnböden, die im Durchschnitt eine geringe FK aufweisen, liegt die FK für alle anderen Standorte im mittleren Bereich 260-490 l/m³), an einem Ackerstandort (Profil Fasanenhof) sogar im hohen Bereich. Sie ist damit insgesamt etwas niedriger als von der überwiegend tonigen Bodenart her zu erwarten wäre. Dies dürfte durch die niedrigen Lagerungsdichten bzw. hohen Grobporenanteile erklärbar sein. Da Horizonte mit groben Skelettgehalten nicht beprobt werden konnten, ist zudem davon auszugehen, dass die FK in stark skelettierten Böden noch etwas niedriger sein dürfte.

3.2.1.1.5 Nutzbare Feldkapazität (nFK)

Die nFK ist Teil der Feldkapazität und für die Funktion der Böden als Standort für Vegetation von Bedeutung. Die Bewertung nach KA4 bezieht sich auf den effektiven Wurzelraum. Hier wurde der Vergleichbarkeit wegen die übliche Einteilung in Ober- und Unterboden beibehalten. Die nFK des Oberbodens ist gerade für die in Stadtgebieten häufige Nutzung des Rasen- und Wiesenflächen von Bedeutung.

Von den Oberböden her besitzen die Standorte Acker, Einzelhaus, Wald und Dorfkern die höchste, die Bahnböden und die Böden der Militärkaserne eine sehr geringe nFK (Tab. 8). Dies wird durch die sandige Textur, hohe Skelettgehalte und/oder tonige Substrate, die hohe Totwassergehalte bedingen verursacht.

Tab. 8: Durchschnittliche (MW) nutzbare Feldkapazität (nFK in l/m³) sowie Minimum- und Maximumwerte in Ober- (0-30 cm) und Unterböden (30-100 cm) der verschiedenen Nutzungstypen

Nutzungstyp	n	nFK 0-100 cm			nFK 0-30cm			nFK 30-100 cm		
		MW	Min.	Max.	MW	Min.	Max.	MW	Min.	Max.
Wald/Forstfläche	1	101	-	-	50	-	-	51	-	-
Acker	3	173	157	206	74	60	88	99	83	118
Weinberg	1	94	-	-	27	-	-	67	-	-
Park-/Grünfläche	4	126	88	145	35	28	38	91	60	110
Kleingarten	2	108	91	124	15	11	19	93	72	113
Einzelhaus	3	149	86	208	50	26	69	99	60	139
Blockbeb./Innenst.	4	83	58	112	37	31	42	46	23	81
Dorfkern	1	109	-	-	42	-	-	67	-	-
Straßenfläche	1	84	-	-	-	-	-	-	-	-
Bahnfläche	3	51	26	69	11	10	11	32	16	47
Militärkaserne	2	59	48	69	17	11	22	42	37	47

Auf die gesamte Profiltiefe bezogen zeigt sich ein ähnliches Bild. Eine mittlere nFK weisen alle Ackerstandorte und im Durchschnitt die Böden des Nutzungstyps Einzelhaus auf. Hier können aber auch geringe nFK auftreten (Profil Pfaffenweg). Die Bahnböden und die Böden der Militärkaserne liegen wiederum im sehr geringen Bereich, alle anderen Standorte weisen eine geringe nFK auf. Böden mit einer höheren nutzbaren Feldkapazität wurden im Rahmen dieser Arbeit nicht vorgefunden.

3.2.1.2 Stoffhaushalt

In urbanen Gebieten wird der Stoffhaushalt der Böden neben der naturräumlichen Ausstattung von der Nutzungsform bestimmt. In Abhängigkeit von Nutzungsart- und -intensität verändern sich auch die chemischen Bodeneigenschaften. Nachfolgend werden wesentliche Ergebnisse der chemischen Analysen hinsichtlich Carbonatgehalt, Humus-, Nährstoff- und Austauschcharakteristik dargestellt. Die Werte sind als Mengen oder als Konzentrationen auf den Gesamtboden (Steingehalte sind berücksichtigt) für die Ober- und Unterböden berechnet.

3.2.1.2.1 pH-Wert und Carbonatgehalt

Der pH-Wert ist eine der wichtigsten Kenngrößen der Bodens, welche alle chemischen, biologischen und viele physikalischen Bodeneigenschaften bestimmt, wie z.B. Nährstoff-, Schadstoffbindung oder Gefügeausprägung. Der pH-Wert der natürlichen Böden hängt im wesentlichen vom Carbonatgehalt des Ausgangsgesteins ab. Für den Stuttgarter Raum sind nur bei Böden aus Stubensandstein niedrigere pH-Werte zu erwarten.

Der Boden unter Waldnutzung ist aufgrund des carbonatarmen Ausgangsgesteins (Stubensandstein) und dem sauren Regen sehr stark versauert (Tab. 9). Vereinzelt wurden noch in einigen Oberböden mäßig saure (Acker, Bahn) oder schwach saure pH-Werte (Weinberg, Kleingarten, Blockbebauung) bestimmt. In der Regel liegen die pH-Werte in den Oberböden im schwach sauren bis schwach alkalischen Bereich, in den Unterböden im schwach alkalischen Reaktionsbereich. Der höchste pH-Wert von 9.9 wurde an einem Standort im Straßbereich (Zuckerfabrik I) gleich unterhalb des Oberbodens gemessen. Diese stark alkalische Bodenreaktion ist durch erhöhte Salzgehalte bedingt. Die elektrische Leitfähigkeit ist hier mit 1,1 mS/cm ebenfalls erhöht.

Carbonatfreie Böden wurden nur unter dem Waldboden und vereinzelt unter Ackerböden aus Stubensandstein gefunden. Alle stärker anthropogen beeinflussten Böden sind unterschiedlich stark carbonathaltig. Eine Carbonatisierung findet bei Durchmischung des überwiegend carbonathaltigen Ausgangsmaterials mit Bodenmaterial sowie durch den Eintrag von kalkhaltigen technogenen Substraten wie Bauschutt oder die Verwendung von Kalksteinschotter beim Straßenbau. Bauschutt weist in der Regel pH-Werte zwischen 8.2 und 8.6 auf (MEUSER 1996).

Tab. 9: Spannweite der pH-Werte und mittlere Carbonatgehalte in Ober- und Unterböden der verschiedenen Nutzungstypen

Nutzungstyp	pH-Wert (CaCl ₂)		Carbonatmengen (kg/m ²)	
	Oberboden	Unterboden	0-30 cm	30-100 cm
Wald/Forst	3.1	3.8	0	0
Acker	5.6 – 7.2	6.6 – 7.1	6,0	1,6
Weinberg	6.7	7.5	68,7	117,9
Park-/Grünfläche	6.8 – 7.3	7.4 – 7.7	31,4	56,8
Kleingarten	6.7 – 6.8	7.4 – 7.7	31,1	155,0
Einzelhaus	6.8 – 7.4	7.3 – 7.4	39,2	113,2
Blockbebauung	6.6 – 7.3	7.2 – 7.7	20,6	92,7
Dorfkern	7.1	7.7	41,3	222,0
Straßenflächen	7.1 – 7.3	7.5 – (9.9)7.8	29,1	112,1
Bahnflächen	5.6 – 7.1	7.4 – 7.7	10,3	60,8
Militärkaserne	7.1 – 7.5	7.5 – 7.7	58,1	56,2

Die höchsten mittleren Carbonatgehalte im Oberboden weisen der Weinbergstandorte auf und die Böden der Militärkaserne. Dies dürfte durch Mergeln und Durchmischung mit carbonathaltigem Material (Kalkschotter) bedingt sein.

In den Unterböden sind die Carbonatgehalte entsprechend dem Entkalkungsprozess bei allen anthropogenen Böden insgesamt höher als in den Oberböden. Die höchsten Carbonatgehalte wurden hier bei den Nutzungstypen Dorfkern, Kleingarten, Weinberg und Einzelhaus gefunden. Aufgrund der höheren Skelettgehalte fallen die Carbonatmengen bei den Nutzungstypen Blockbebauung oder Bahnflächen geringer aus.

3.2.1.2.2 Humusgehalt und technogener Kohlenstoff

Die Menge und Zusammensetzung der organischen Bodensubstanz ist neben der Nährstoffversorgung für die Pflanzen vor allem für die Funktion als Filter und Puffer für Schadstoffe sowie die Wasserspeicherkapazität von Bedeutung. Sie spielt dementsprechend eine wesentliche Rolle bei der Bewertung des Nähr- und Schadstoffhaushalts von Böden.

Die organische Bodensubstanz von Stadtböden unterscheidet sich von den natürlichen Böden dadurch, dass bereits das Ausgangssubstrat wie Bauschutt, Asche, Schlacke, Müll und Klärschlamm häufig schon organische Verbindungen und Kohle enthält. Ein hoher Gehalt an Kohle kann zu einem weiteren C/N-Verhältnis führen, welches nicht mehr das reale biologische Potential im Boden widerspiegelt. In vorliegender Arbeit wurde deshalb der technogene Kohlenstoff mit einem einfachen Verfahren geschätzt (vgl. Kap. 3.1.3.2). Die gewichteten Mittelwerte für Ober- und Unterböden können Tab. 10 entnommen werden.

Einen weiteren Unterschied zu natürlichen Böden stellt die Umlagerung von humushaltigen Bodensubstraten, so dass nicht nur humusarme bzw. humusreiche Oberböden entstehen, sondern häufig auch noch die Unterböden beträchtliche Humusmengen aufweisen können.

Tab. 10: Mittlere Humusgehalte und Gehalte an technogenem Kohlenstoff in Ober- und Unterböden der verschiedenen Nutzungstypen

Nutzungstyp	n	Humusgehalt (%)						Technogener Kohlenstoff (%)						
		0-30 cm			30-100 cm			0-30 cm			30-100 cm			
		MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max	
Wald/Forst	1	2,1	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acker	3	2,6	1,8	3,7	0,8	0,6	1,2	-	-	-	-	-	-	-
Weinberg	1	1,9	-	-	0,9	-	-	0,2	-	-	0	-	-	-
Park-/Grünfl.	3	3,2	1,2	4,6	2,0	1,0	3,4	2,2	0	5,8	3,4	0	10,0	
Kleingarten	2	3,9	3,3	4,5	1,8	0,6	3,0	0,1	0,1	1,0	1,0	0	1,9	
Einzelhaus	3	4,5	3,2	5,2	0,7	0,2	1,3	0,6	0,3	0,9	0,2	0,1	0,3	
Blockbebauung	4	2,3	1,8	3,1	0,7	0,5	1,4	0,5	0,3	1,1	0,3	0,1	0,8	
Dorfkern	1	1,9	-	-	1,1	-	-	0	-	-	0	-	-	
Straßenfläche	2	0,1	0	0,1	1,2	0,8	1,6	0	-	-	0	-	-	
Bahnfläche	4	3,7	2,8	5,5	1,2	0,4	1,8	8,4	1,5	18,7	1,4	0,3	2,6	
Militärkaserne	3	0,9	0,2	1,8	0,6	0,2	1,4	0,1	0	0,1	0	0	0,1	

Eine Unterscheidung zwischen rezenter Humusakkumulation und aufgebrachtem Humus ist mit den bisher entwickelten Methoden nicht möglich. Dadurch ergeben sich Probleme bei der Einstufung der Bodeneigenschaften, da dieser allochthone Humus nicht am Kreislauf teilnimmt und der Standort sich damit nicht im Gleichgewicht befindet.

Die erhöhten Bodentemperaturen in städtischen Böden begünstigen die Streuzersetzung und Humifizierung durch Bodentiere und Mikroorganismen (BLUME 1996), so dass auch an frisch gestörten Böden wieder sehr schnell rezente Humusakkumulation einsetzt. Die meisten Böden weisen mit C/N-Verhältnissen zwischen 10 und 15 die Humusform Mull auf, was die günstigen Mineralisierungsbedingungen bestätigt. Lediglich der Waldstandort weist mit einem C/N-Verhältnis von 19 die Humusform Moder auf. Durch die stark sauren Verhältnisse hat sich hier ein Auflagenhorizont mit mäßig zersetzten Pflanzenrückständen gebildet. Der Oberboden ist als mittel humos einzustufen.

Die Humusgehalte der Böden der Park- und Grünfläche zeigen entsprechend ihrer Entstehungsgeschichte ein differenziertes Bild. Schwach humos (Rasen) und kohlefrei ist das Profil Kinderheim (Schicht-Allosol-Pararendzina über Kalkpelosol) aus umgelagerten natürlichen Substraten. Stark humos (Ruderalvegetation) und schwach kohlehaltig ist das Profil Schwefelbrunnen.

Durchgängig mittel humos ist das Profil Klängenbachbark. Dieser Standort weist neben den Bahnböden mit die höchsten technogenen Kohlenstoffgehalte (stark kohlehaltig) auf.

Bei den Kleingartenböden weist das Profil Kleingarten durch seine Nutzung als Kompostfläche hohe Humusgehalte bis in den Unterboden auf. Weniger humos ist das zweite Profil Pfarreigarten aus natürlichen Substraten und seiner Nutzung als Rasen.

Insgesamt die höchsten Humusgehalte in den Oberböden weisen die Böden des Nutzungstyps Einzelhaus auf, was durch eine längere gärtnerische Nutzung bedingt sein dürfte. Ein Auftrag von schon humosen Material ist teilweise auch nicht ganz auszuschließen. Die dichter besiedelten, relativ jungen Böden der Blockbebauung aus mineralischen Aufschüttungen sind schwach bis mittel humos. Hier findet auch immer wieder ein Entzug durch Abmähen statt. Dies trifft auch für das Profil Stadtgraben im alten Dorfkern von Bad Cannstatt zu.

Fast humusfrei sind die Oberböden des Nutzungstyps Straße. Diese Böden weisen aufgrund der nutzungsspezifischen Bauweise eine Aufschüttungsschicht aus Kalkschotter auf und können zudem versiegelt sein. Die Unterböden sind sehr schwach bis schwach humos. Wahrscheinlich wurde der humose Oberboden abgetragen bzw. humose Reste mit eingegraben.

Die Bahnböden sind im Durchschnitt im Oberboden als mittel humos, im Unterboden als schwach humos einzustufen. Hier wurde auch mit 5,5% Humusgehalt an einem Standort der höchste Wert gemessen. Aufgrund der sehr spärlichen Vegetationsbedeckung kann man davon ausgehen, dass die hohen Humusgehalte, die auf einer Bestimmung des organischen Kohlenstoffs basieren, durch andere anthropogen bedingte organische Verbindungen verursacht wird, wie z.B. Fäkalien (das enge C/N-Verhältnis von 4-7 im Oberboden des Standorts Bahn I spricht für diese Theorie). Die raue Oberfläche der gröberen Schotter ist auch besonders gut als Staubfänger geeignet. Durch die hohen Kohle- und Aschebeimengungen sind die Oberböden im Mittel als stark kohlehaltig einzustufen. Die Spannweite reicht von schwach bis sehr stark kohlehaltig.

3.2.1.2.3 Kationenaustauschkapazität (KAK)

Der Kationenaustausch betrifft unmittelbar die Nährstoffversorgung der Pflanzen und bestimmt die Filtereigenschaften des Bodens, die hinsichtlich Gewässerschutz, Schadstoffakkumulation, Nährstoffauswaschung u.a. von großer ökologischer Bedeutung sind.

Art und Mengenanteile der Huminstoffe und der Tonminerale bedingen im wesentlichen die KAK eines Bodens.

Die untersuchten Böden weisen überwiegend hohe Austauschkapazitäten bis auf die Standorte unter Wald, Straßen und Bahnflächen auf. Durch das sandige Bodenmaterial liegt die KAK beim Waldstandort durchgehend im geringen Bereich (Tab. 11). Bei den Straßenoberböden führen die äußerst geringen Humusgehalte und die starke Skelettierung zu der niedrigsten KAK von allen Standorten. Diese liegt mit durchschnittlich 3,6 cmol/kg Boden im sehr geringen Bereich.

Die Bahnoberböden weisen durchschnittlich mit 6,9 cmol/kg Boden eine geringe KAK auf. In Bereichen mit längerer Vegetationsentwicklung und entsprechend höheren Humusgehalten (Bahn I) kann sie sogar den mittleren Bereich erreichen. Es ist nicht ganz auszuschließen, dass die hohen Kohlegehalte die KAK positiv beeinflussen, da bestimmte technologische Substrate wie z.B. Aschen, Kohlestaub sehr hohe Austauschkapazitäten (Aktivkohle) aufweisen können (BLUME & WU 1997). In den Unterböden schwankt die KAK je nach Ton- und

Skelettgehalt von gering bis hoch. Die Böden der Park-/Grünanlagen, Einzelhausbebauung sowie die Abckerböden weisen die höchsten Austauschkapazitäten auf, gefolgt von den Nutzungstypen Weinberg, Dorfkern und Blockbebauung. Die KAK liegt auf allen diesen Standorten im hohen bis sehr hohen Bereich. Dies trifft auf noch für die Böden der Militärkasernen zu, die zwar humusarm und skelettiert sein können aber in der Regel hohe Tongehalte aufweisen. Hier können aber vereinzelt auch Böden mit geringen Austauschkapazitäten auftreten.

Tab.11: Mittlere Kationenaustauschkapazität (cmol/kg) sowie Minimum- und Maximumwerte im Ober- (0-30 cm) und Unterboden (30-100 cm) der verschiedenen Nutzungstypen

Nutzungstyp	n	0-30 cm			30-100 cm		
		MW	Min.	Max.	MW	Min.	Max.
Wald/Forst	1	7,4	-	-	8,0		
Acker	3	28,3	23,4	31,3	30,6	24,0	35,5
Weinberg	1	17,4	-	-	13,1	-	-
Park-/Grünfläche	3	29,0	26,2	30,8	24,3	14,5	35,3
Kleingarten	2	24,9	16,8	32,9	21,0	18,1	23,9
Einzelhaus	3	27,2	24,2	33,0	19,8	18,0	21,2
Blockbebauung/Innenstadt	4	29,9	12,9	53,8	18,1	13,9	21,9
Dorfkern	1	21,5	-	-	12,4	-	-
Straßenfläche	2	3,6	0,4	6,8	13,1	6,3	19,9
Bahnfläche	4	6,9	5,4	9,3	13,1	6,3	19,9
Militärkasernen	3	12,2	5,2	18,8	12,4	4,1	19,4

Der Basensättigungsgrad (S-Wert) gibt den Anteil der basischen Kationen (vor allem Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) an der potentiellen KAK an. Er stellt ein grobes Maß für den Gehalt an verfügbaren Nährstoffkationen dar (SCHLICHTING et al. 1995).

Die Basensättigung liegt in der Regel bei 100%, wobei hauptsächlich Ca am Austauscher dominiert. Lediglich die Oberböden von 4 Standorten (Bahn I und II, Pfaffenweg und Eichberg) liegt die Basensättigung zwischen 70-80%. Auf dem stark versauerten Waldstandort beträgt sie nur 10%.

3.2.1.2.4 Nährstoffe

Der Nährstoffhaushalt von Böden im städtischen Bereich ist nicht nur für Funktion der Böden als Pflanzenstandort von Bedeutung, sondern auch im Hinblick auf eine mögliche Beeinträchtigung der Oberflächen- und Grundwasserqualität durch Nährstoffauswaschung. Nachfolgend werden die Hauptnährelemente Stickstoff, Phosphor und Kalium dargestellt. Die Bewertung erfolgt nach SCHLICHTING et al. (1995).

Stickstoff liegt in Böden zu mehr als 90% in organischer Form vor (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 2002), der Stickstoffgehalt steht deshalb in enger Beziehung zum Corg-Gehalt. Die Verfügbarkeit des Stickstoffs im Boden wird von der Mineralisierung und

von der Festlegung in der organischen Substanz bestimmt. Je enger das C/N-Verhältnis, desto mehr Stickstoff im Vergleich zum Kohlenstoff steht den Mikroorganismen zur Verfügung und umso schneller läuft die Zersetzung ab.

Die Oberböden der untersuchten Standorte sind in der Regel gut mit Stickstoff versorgt. Oberböden der Nutzungstypen Acker, Park-/Grünfläche, Kleingarten, Einzelhaus und Bahnflächen weisen erhöhte (1250-2500 mg/kg Boden) N-Gehalte, die Oberböden der Nutzungstypen Wald, Weinberg, Blockbebauung, Dorfkern und Militärkaserne liegen im mittleren Bereich (625-1250 mg/kg Boden). Die hohen N-Gehalte auf den Bahnoberböden sind sicherlich u.a. auch durch die hohen Aschegehalte bedingt, die bis zu 150 mg/kg N enthalten können (HILLER & MEUSER 1997). Sehr geringe N-Gehalte wurden im Untersuchungsgebiet nur in Straßenböden gemessen (Tab. 12). Zwei Drittel der von HOLLAND (1996) untersuchten Standorte wiesen ebenfalls hohe N-Vorräte auf.

C/N-Verhältnisse von größtenteils <15 zeigen gute Mineralisierungsbedingungen an. Weitere C/N-Verhältnisse um 20 wurden nur an einzelnen Standorten (Bahn IV, Grenadierkaserne III) vorgefunden.

Tab. 12: Durchschnittliche Stickstoffgesamtgehalte (mg/kg Boden) in Ober-(0-30 cm) und Unterböden (30-100 cm) der verschiedenen Nutzungstypen

Nutzungstyp	n	0-30 cm			30-100 cm		
		MW	Min.	Max.	MW	Min.	Max.
Wald/Forst	1	700	-	-	-	-	-
Acker	3	1267	1100	1500	688	400	1000
Weinberg	1	1000	-	-	400	-	-
Park-/Grünfläche	3	2100	700	2900	1233	600	2000
Kleingarten	2	2050	1800	2300	950	500	1400
Einzelhaus	3	2000	1600	2500	500	400	600
Blockbebauung/Innenstadt	4	1100	700	1700	450	400	500
Dorfkern	1	1100	-	-	500	-	-
Straßenfläche	2	50	0	100	50	0	100
Bahnfläche	4	1750	800	2600	425	100	600
Militärkaserne	3	967	100	2600	3500	100	10200

Erhöhte bis extrem hohe N-Gehalte finden sich in den Unterböden der Standorte Klingebachpark, Kleingarten und Grenadierkaserne I. Beim Profil Klingebachpark sind die N-Gehalte substratbedingt(Siedlungsmüll mit hohem Ascheanteil) gleichmäßig im gesamten Profil verteilt. Im Profil Grenadierkaserne I befinden sich die extrem hohen Werte in einer Bodentiefe von 40-120 cm (vgl. Profildaten im Anhang). Hierbei handelt es sich offensichtlich um einen begrabenen durch frühere gärtnerische Nutzung und/oder Müllkomposteinbringungen tiefhumosen Hortisol. Die engen C/N-Verhältnisse deuten eine gute N-Verfügbarkeit und damit ein hohes Auswaschungspotential an. LEHMANN et al. (1995) haben in Bebrütungsversuchen aufgezeigt, dass abweichend von natürlichen Böden anthropogene Böden durch Hausmüll oder Müllkompostbeimischungen nicht nur hohe N-Vorräte, sondern auch sehr hohe Nitratmineralisationsraten aufweisen.

Der **Phosphorgehalt** der natürlichen Böden wird im wesentlichen durch das Ausgangsgestein, Textur und Entwicklungsgrad der Böden bestimmt. Der P-Gehalt steigt in der Regel von der Sand- zur Tonfraktion an. Durch Vegetationsrückstände und Düngung ist P in Oberböden angereichert. In vielen, nicht zu tonarmen Böden der gemäßigten Breiten liegen die P-Gehalte zwischen 200 und 800 mg/kg (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 2002). Legt man für den Stuttgarter Raum (Keuperbergland) einen natürlichen Maximal-Wert von 800 mg/kg zugrunde, so weisen die Standorte der Nutzungstypen Park-/Grünfläche, Einzelhaus, Blockbebauung und Dorfkern aufgrund ihrer hohen P-Gehalte eine anthropogene P-Anreicherung auf. Die P-Gehalte bewegen sich auf erhöhtem bis sehr hohem Niveau. Dies trifft auch für die Bahnoberböden zu, die mäßige bis hohe P-Gesamtgehalte aufweisen (Tab. 13).

Tab. 13: Durchschnittliche Phosphorgesamtgehalte (mg/kg Boden) und *verfügbare Phosphorgehalte* (mg/kg Boden) in Ober-(0-30 cm) und Unterböden (30-100 cm) der verschiedenen Nutzungstypen

Nutzungstyp	n	0-30 cm			30-100 cm		
		MW	Min.	Max.	MW	Min.	Max.
Wald/Forst	1	140	-	-	160	-	-
		3	-	-	0,3	-	-
Acker	3	-	-	-	-	-	-
		29	7	52	11	1,2	24
Weinberg	1	650	-	-	590	-	-
		39	-	-	46	-	-
Park-/Grünfläche	3	1087	620	1980	1310	510	2810
		64	25	122	12	5	18
Kleingarten	2	820	740	900	805	590	1020
		212	83	340	183	16	350
Einzelhaus	3	1097	800	1310	660	620	700
		79	61	91	22	15	28
Blockbebauung/Innenstadt	4	900	610	1290	580	440	760
		109	45	164	73	24	212
Dorfkern	1	940	-	-	1740	-	-
		80	-	-	181	-	-
Straßenfläche	2	115	50	180	252	330	470
		0,8	0,7	0,9	3,4	3,3	3,4
Bahnfläche	4	640	380	840	318	190	410
		12	1,3	19	13	0,6	25
Militärkaserne	3	213	90	340	190	80	280
		17	3	30	10	2	20

Die höchsten P-Gesamtgehalte wurden in den Unterböden der Standorte Klingbachpark und Kleingarten gemessen. Dies dürfte entsprechend der Nutzungsgeschichte in unterschiedlichem Umfang durch gärtnerische Nutzung und/oder technogene Substratbeimischung bedingt sein. Während der Standort Kleingarten überwiegend aus leicht zersetzbaren organischen Substraten aufgebaut ist und dementsprechend auch einen sehr hohen Gehalt an

potentiell pflanzenverfügbarem Phosphor bis in den Unterboden aufweist, ist der pflanzenverfügbare P-Gehalt in den aschegeprägten Böden gering bis sehr gering (Bahn IV). HILLER & MEUSER (1997) wiesen in Aschen eines Verschiebebahnhofs P-Gehalte von 1030 bis 1930 mg/kg nach.

Kalium liegt im Boden hauptsächlich in silicatischen Bindungsformen vor. Der K-Gehalt eines Bodens steigt mit dem Tongehalt.

Aufgrund der überwiegend tonigen Bodenart liegen die K-Gesamtgehalte der meisten Standorte auf einem sehr hohen Niveau. Ausnahmen stellen hier nur die Oberböden der Straßenflächen und der Waldstandort dar, die geringe bis mittlere K-Vorräte aufweisen (Tab. 14).

Tab. 14: Durchschnittliche Kaliumgesamtgehalte (mg/kg Boden) und *verfügbare Kaliumgehalte* (mg/kg Boden) in Ober-(0-30 cm) und Unterböden (30-100 cm) der verschiedenen Nutzungstypen

Nutzungstyp	n	0-30 cm			30-100 cm		
		MW	Min.	Max.	MW	Min.	Max.
Wald/Forst	1	1300	-	-	4100	-	-
		8	-	-	20	-	-
Acker	3	-	-	-	-	-	-
		246	156	309	133	68	255
Weinberg	1	14200	-	-	11700	-	-
		464	-	-	170	-	-
Park-/Grünfläche	3	19600	10040	29800	16200	7900	12900
		153	71	210	72	56	85
Kleingarten	2	19400	9100	29700	19800	16100	23500
		282	170	393	150	60	240
Einzelhaus	3	11500	6200	20900	12400	5600	24600
		298	111	431	99	40	172
Blockbebauung/Innenstadt	4	12500	7900	17900	11500	8100	13700
		147	82	255	100	65	131
Ortskern	1	9200	-	-	5660	-	-
		48	-	-	330	-	-
Straßenfläche	2	1200	540	1880	4500	2700	6300
		9	6	11	41	22	59
Bahnfläche	4	4400	1800	7200	6070	4100	7800
		112	54	189	56	35	70
Militärkasernen	3	7300	5300	11800	6400	2900	9100
		71	23	97	42	15	66

Die potentiell pflanzenverfügbaren K-Gehalte der Böden der Nutzungstypen Wald, Straßenfläche, Ortskern und teilweise auch Bahnfläche und Militärkasernen sind als sehr gering bis gering einzustufen. Alle anderen Standorte weisen erhöhte bis sehr hohe pflanzenverfügbare K-Gehalte auf.

Technogene Substrate wie Aschen und mörtelreicher Bauschutt enthalten hohe Gehalte an austauschbarem Kalium (MEUSER 1996) und können daher die K-Versorgung eines Standortes verbessern.

3.2.1.3 Schwermetallhaushalt

Böden in Ballungsräumen weisen im Vergleich zu ländlichen Gebieten wesentlich höhere Schwermetallgehalte auf (BLUME 1992). Die Verbreitung der Schwermetalle erfolgt über verschiedene Quellen, z.B. Industrie, Verkehr, Hausbrand, Müllverbrennung.

Im Untersuchungsgebiet ist zum einen mit „normaler Belastung“ durch die Emissionen von Verkehr und nahegelegener Industrie in den oberen Bodenhorizonten, zum anderen mit Belastung durch schwermetallhaltige Ausgangssubstrate auch und v.a. in den unteren Bodenhorizonten der Aufschüttungsböden zu rechnen (Schlacken, Aschen, Haus- und Siedlungsmüll ...).

Im Rahmen dieses Projektes wurden die Böden hinsichtlich ihrer Schwermetallcharakteristik untersucht, mit dem Ziel Erkenntnisdefizite zu verringern und mögliche Zusammenhänge zwischen Nutzung und Schwermetallanreicherung aufzuzeigen.

Für eine Beurteilung der ökologischen Wirksamkeit und Toxizität von Schwermetallen in Böden ist neben der Kennzeichnung der Gesamtgehalte auch die Erfassung der mobilen Fraktion von Bedeutung. Als Beurteilungsgrundlage für anorganische Schadstoffe in Böden wurden die Hintergrundwerte der dritten Verwaltungsvorschrift zum BodSchG Baden-Württemberg (UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG, 1993) herangezogen. Diese Hintergrundwerte entsprechen dem 90. Perzentil der landesweit in Böden des ländlichen Raums in Baden-Württemberg vorhandenen Gehalte. Die dargestellten Schwermetallgehalte beziehen sich auf den Gesamtboden, d.h. die Skelettgehalte wurden berücksichtigt.

3.2.1.3.1 Beschreibung der Gesamtkonzentrationen

Blei

Die niedrigsten Blei-Konzentrationen wurden unter allen Böden der Nutzungstypen Acker, Weinberg, Ortskern, Straßenfläche und Militärkaserne gemessen. Hier liegen die Blei-Konzentrationen im Bereich der Hintergrundwerte (Tab. 15). Die niedrigen Blei-Konzentrationen bei den Straßenflächen sind auf die Probenahme unter der versiegelnden Deckschicht zurückzuführen.

Die deutlich erhöhten Blei-Konzentration bei dem Waldstandort werden offensichtlich durch die verstärkte Filterwirkung der Bäume verursacht. Hier gelten die Vorsorgewerte für sandige Bodenarten. Die Gehalte liegen im Ober- und Unterboden mehr als doppelt so hoch.

Bei den Böden der Park- und Grünflächen variieren die Blei-Konzentrationen substratbedingt sehr stark. Die Blei-Konzentrationen der Böden aus natürlichen Substraten bewegen sich im Hintergrundbereich. Der Boden aus technogenem Substrat (Profil Klingebachpark) weist

von allen untersuchten Böden die höchsten Blei-Konzentrationen im Ober- als auch im Unterboden auf. Die Blei-Konzentrationen liegen mit 355 mg/kg im Oberboden 9-fach über dem Vorsorgewert für sandige Bodenarten, im Unterboden sogar 17-fach darüber. Der Prüfwert für Kinderspielflächen wird hier überschritten.

Tab. 15: Mittlere Bleikonzentrationen sowie Minimum- und Maximumwerte (mg/kg) im Ober- (0-30 cm) und Unterboden (30-100 cm) der verschiedenen Nutzungstypen

Nutzungstyp	n	0-30 cm			30-100 cm		
		MW	Min.	Max.	MW	Min.	Max.
Wald/Forst	1	91	-	-	69	-	-
Acker	3	48	32	74	40	18	76
Weinberg	1	16	-	-	53	-	-
Park-/Grünfläche	3	138	16	355	248	17	678
Kleingarten	2	89	44	133	61	16	105
Einzelhaus	3	111	83	128	27	24	34
Blockbebauung/Innenstadt	4	88	33	137	59	24	107
Dorfkern	1	30	-	-	20	-	-
Straßenfläche	1	8	3	12	38	23	52
Bahnfläche	3	170	125	253	116	9	247
Militärkaserne	2	25	14	42	17	11	30

Hintergrundwerte: 25 – 55 mg/kg

Vorsorgewerte: Ton 100 mg/kg, Lehm/Schluff 70 mg/kg, Sand 40 mg/kg

Ein ähnliches Bild zeigen die 2 Kleingartenstandorte. Hier reicht das Spektrum von Werten im Hintergrundbereich bei dem naturnahen Boden bis zur Konzentration über den Vorsorgewerten aufgrund der Nutzung als Kompostgrube.

Bei den Böden der Blockbebauung weisen 3 von 4 Standorten deutlich erhöhte Bleigehalte im Oberboden auf. Bei dem Standort Allianz liegen die Werte mit 137 mg/kg und bei dem Standort Diakonissenkrankenhaus mit 117 mg/kg deutlich über den Vorsorgewerten. Die Verteilung der Bleigehalte im Profil lässt auf eine Immission aus der Luft (Lage im Innenstadtbereich) sowie in Abhängigkeit von dem Anteil der technogenen Beimengungen auf eine substratbedingte Belastung schließen. Die Böden des Nutzungstyps Blockbebauung enthalten bis zu 30% technogene Substrate. Neben Bauschutt, Kohleresten, Aschen kommen auch Metall- und Schlackestücke vor.

Von einer Blei-Belastung kann man auch bei den Oberböden des Nutzungstyps Einzelhaus ausgehen. Alle 3 untersuchten Standorte weisen deutlich erhöhte Konzentrationen auf, die Bleiwerte der Standorte Pfaffenweg und Zuckerfabrik IIa liegen über den Vorsorgewerten für Tonböden.

Die Ober- und teilweise auch die Unterböden der Bahnflächen sind durchgängig mit Blei belastet. Die Konzentrationen überschreiten deutlich die Vorsorgewerte.

Kupfer

Die Cu-Konzentrationen der Nutzungstypen Wald, Acker, Straße und auch noch beim Dorf-kern und Einzelhaus bewegen sich im Bereich der Hintergrundwerte (Tab. 16).

Die Böden der Weinberge und der Militärkaserne weisen im Unterboden Konzentrationen über den Vorsorgewerten für Ton auf. Der Weinberg wurde 1972 rebflurbereinigt. Dies und die Aufgabe der Kupferspritzungen könnte die für dieses Nutzungsform relativ geringen Cu-Konzentrationen im Oberboden erklären.

Tab. 16: Mittlere Kupferkonzentrationen sowie Minimum- und Maximumwerte (mg/kg) im Ober- (0-30 cm) und Unterboden (30-100 cm) der verschiedenen Nutzungs-typen

Nutzungstyp	n	0-30 cm			30-100 cm		
		MW	Min.	Max.	MW	Min.	Max.
Wald/Forst	1	6	-	-	9	-	-
Acker	3	23	19	30	16	13	21
Weinberg	1	32	-	-	67	-	-
Park-/Grünfläche	3	80	19	187	166	15	451
Kleingarten	2	58	30	86	36	17	54
Einzelhaus	3	32	16	46	12	10	21
Blockbebauung/Innenstadt	4	53	38	71	73	20	222
Dorfkern	1	29	-	-	19	-	-
Straßenfläche	1	12	3	20	32	19	44
Bahnfläche	3	117	42	167	65	7	125
Militärkaserne	2	18	17	21	31	16	57

Hintergrundwerte: 10 - 60 mg/kg

Vorsorgewerte: Ton 60 mg/kg, Lehm/Schluff 40 mg/kg, Sand 20 mg/kg

Bei den Park-/Grünflächen ist wiederum der Standort Klingenbergpark problematisch. Hier liegen die Cu-Konzentrationen im Oberboden 3-fach, im Unterboden 8-fach über den Vorsorgewerten.

Die Cu-Konzentrationen in den Oberböden der Blockbebauung liegen zwar im Mittel über den Hintergrundwerten, bewegen sich aber noch unter oder im Bereich der Vorsorgewerte. Betrachtet man die einzelnen Standorte, so liegen die Cu-Werte für die Oberböden der Standorte Allianz und Diakonissenkrankenhaus über den Vorsorgewerten. Dies dürfte aufgrund der Innenstadtlage zum einen immissionsbedingt sein, aufgrund der tiefer wurzelnden Vegetation (Bäume, Sträucher) dürfte eine natürliche Anreicherung nicht ganz auszuschließen sein. Cu und Zn reichern sich auf natürlichem Wege infolge des Stoffentzuges durch Pflanzenwurzeln aus dem Unterboden und nachfolgender Ablagerung mit der Streu im Oberboden an.

Hohe Cu-Konzentrationen weist der Unterboden des Standortes Bergstraße auf. Hier liegt der mittlere Wert mit 222 mg/kg fast 4-fach über dem Vorsorgewert.

Von den Bahnböden sind 3 von 4 im Oberboden und 2 im Unterboden als belastet einzustufen.

Cadmium

Cd-Konzentrationen im Bereich der Hintergrundwerte bzw. unter den Vorsorgewerten weisen die Nutzungstypen Wald, Acker, Dorfkern, Straßenfläche und Militärkasernen auf (Tab. 17).

Der hohe Cd-Wert im Unterboden des Weinbergstandortes dürfte substratbedingt durch Müllkompostbeimischung bedingt sein.

Bei den Park-/Grünflächen ist erwartungsgemäß der Standort Klingenbachpark mit durchschnittlich 1,0 mg/kg im Oberboden und 1,7 mg/kg im Unterboden als erheblich belastet einzustufen. Die Cd-Werte der beiden anderen Standorte liegen unter den Vorsorgewerten.

Die hohen Werte bei dem Nutzungstyp Kleingarten sind durch den hohen Kompostgehalt des Standortes Kleingarten bedingt.

Tab. 17: Mittlere Cadmiumkonzentrationen sowie Minimum- und Maximumwerte (mg/kg) im Ober- (0-30 cm) und Unterboden (30-100 cm) der verschiedenen Nutzungstypen

Nutzungstyp	n	0-30 cm			30-100 cm		
		MW	Min.	Max.	MW	Min.	Max.
Wald/Forst	1	<0,1	-	-	<0,1	-	-
Acker	3	0,3	0,2	0,5	0,1	0,1	0,2
Weinberg	1	0,1	-	-	1,3	-	-
Park-/Grünfläche	3	0,5	0,2	1,0	0,7	0,2	1,7
Kleingarten	2	0,8	0,3	1,2	0,6	0,3	0,9
Einzelhaus	3	0,7	0,2	1,6	0,2	nn	0,3
Blockbebauung/Innenstadt	4	0,8	0,5	1,1	0,3	<0,1	0,7
Dorfkern	1	0,2	-	-	0,1	-	-
Straßenfläche	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Bahnfläche	3	1,0	0,6	1,8	0,3	<0,1	0,4
Militärkasernen	2	0,2	<0,1	0,3	0,1	<0,1	0,1

Hintergrundwerte 0,2 – 1,0 mg/kg

Vorsorgewerte: Ton 1,5 mg/kg, Lehm/Schluff 1,0 mg/kg, Sand 0,4 mg/kg

Bei dem Nutzungstyp Einzelhaus überschreitet der Standort Zuckerfabrik IIa mit durchschnittlich 1,6 mg/kg im Oberboden den Vorsorgewert für Tonböden. Der oberste Horizont von 0-14 cm weist sogar Cd-Konzentrationen von 2,2 mg/kg auf und liegt damit über dem Prüfwert von 2,0 mg/kg für Hausgärten und Kinderspielflächen. Ursache für diese hohen Werte dürfte die erhebliche Staubbelastung durch den Bauschuttzubereitungsbetrieb in unmittelbarer Nachbarschaft sein. Ebenfalls Spitzenwerte bis zu 2,2 mg/kg weisen die Oberböden der Bahnflächen auf (vgl. Profildaten im Anhang). Dies dürfte im wesentlichen auf die hohen Aschegehalte zurückzuführen sein. Von HILLER & MEUSER (1997) untersuchte Aschen eines Verschiebebahnhofs enthielten bis zu 8,8 mg/kg Cd.

Zink

Zink-Konzentrationen im Bereich der Hintergrundwerte weisen alle Standorte der Nutzungstypen Wald/Forst, Acker, Dorfkern, Straße und Militärkaserne auf (Tab. 18). Beim Standort Weinberg sind die Zink-Konzentrationen im Unterboden erhöht, liegen aber noch unter den Vorsorgewerten für Tonböden. Die Böden der Park- und Grünflächen zeigen wiederum entsprechend dem Ausgangsmaterial ein sehr differenziertes Bild. Die niedrigsten Zn-Konzentration weist der Standort Kinderheim aus umgelagerten natürlichen Substraten. Erhöhte Werte finden sich beim Standort Schwefelbrunnen. Beide Standorte liegen aber unter oder im Bereich der Hintergrundwerte.

Beim Standort Klingenbachpark überschreiten die Zn-Konzentrationen im Oberboden den Vorsorgewert um ca. das 3-fache, im Unterboden um ca. das 5-fache. Kritisch sind auch die Zn-Gehalte des Standortes Kleingarten. Hier wurden Maximal-Werte bis zu 1087 mg/kg ermittelt (vgl. Profildaten im Anhang). Bei den Bahnböden liegen die Zn-Konzentrationen der Oberböden bei allen Standorten ebenfalls über den Vorsorgewerten, z.T. auch die Unterböden. Diese hohen Zn-Gehalte sind hauptsächlich auf die hohen Gehalte an technogenen Substraten, wie Aschen, Hausmüll u.a. zurückzuführen.

Tab. 18: Mittlere Zinkkonzentrationen sowie Minimum- und Maximumwerte (mg/kg) im Ober- (0-30 cm) und Unterboden (30-100 cm) der verschiedenen Nutzungstypen

Nutzungstyp	n	0-30 cm			30-100 cm		
		MW	Min.	Max.	MW	Min.	Max.
Wald/Forst	1	10	-	-	19	-	-
Acker	3	54	25	73	55	37	85
Weinberg	1	86	-	-	174	-	-
Park-/Grünfläche	3	239	60	526	375	57	954
Kleingarten	2	308	86	529	248	55	440
Einzelhaus	3	322	267	350	91	84	97
Blockbebauung/Innenstadt	4	208	163	245	206	88	523
Ortskern	1	94	-	-	63	-	-
Straßenfläche	1	32	17	47	90	62	118
Bahnfläche	3	403	239	604	185	83	274
Militärkaserne	2	94	76	130	80	68	95

Hintergrundwerte 35 - 150 mg/kg

Vorsorgewerte: Ton 200 mg/kg, Lehm/Schluff 150 mg/kg, Sand 60 mg/kg

Bei dem Nutzungstyp Einzelhaus liegen die Zn-Konzentrationen in den Oberböden über den Vorsorgewerten. Dies dürfte zum Teil auf Eintrag von Bauschuttabfällen und Kompostmaßnahmen zurückzuführen sein, zum Teil muss man von immissionsbedingten Einträgen ausgehen. Beim Profil Pfaffenweg wurden maximale Zn-Konzentrationen von 553 mg/kg in 0-10 cm Bodentiefe und 397 mg/kg in der organischen Auflage von 5-0 cm gemessen. Dies

trifft auch für andere Standorte zu, z.B. Zuckerfabrik IIa von 395 mg/kg in 0-20 cm, Zuckerfabrik IIb 459 mg/kg in 0-14 cm.

Die Zn-Konzentrationen in den Oberböden des Nutzungstyps sind etwas niedriger als bei dem Nutzungstyp Einzelhaus, zeigen aber ähnliche immissionsbedingte Anreicherung in dem obersten Bodenhorizont. In den Unterböden zeigt nur der Standort Bergstraße hohe Zn-Konzentrationen mit Maximalwerte bis 713 mg/kg.

Nickel

Die Nickelgehalte der meisten Standorte sind leicht erhöht, bewegen sich aber im Hintergrundbereich und liegen auch größtenteils unter den Vorsorgewerten für Lehm/Schluff. Dies dürfte z.T. auf den geogen bedingt erhöhten Nickelgehalt der Keuperlehme zurückzuführen sein; die niedrigsten Nickelgehalte weist der Standort Wald auf Stubensandstein auf (Tab. 19). Die Oberböden der Bahnflächen und der Unterboden bei dem Standort Klingebachpark weisen stark erhöhte Nickelgehalte auf. Die Nickelkonzentrationen der Bahnoberböden übersteigen die Prüfwerte für Kinderspielflächen (70 mg/kg) und teilweise auch für Wohngebiete (140 mg/kg) (vgl. Profilanalysen im Anhang). Dies dürfte hauptsächlich auf die hohen Aschen- und Kohlegehalte bedingt sein. Nach KOCH (1995) kann Kohle bis 2000 mg/kg Nickel enthalten.

Tab. 19: Mittlere Nickelkonzentrationen sowie Minimum- und Maximumwerte (mg/kg) im Ober- (0-30 cm) und Unterboden (30-100 cm) der verschiedenen Nutzungstypen

Nutzungstyp	n	0-30 cm			30-100 cm		
		MW	Min.	Max.	MW	Min.	Max.
Wald/Forst	1	5	-	-	11	-	-
Acker	3	-	-	-	-	-	-
Weinberg	1	42	-	-	46	-	-
Park-/Grünfläche	3	37	30	49	50	29	90
Kleingarten	2	34	34	34	32	30	34
Einzelhaus	3	34	26	38	33	32	34
Blockbebauung/Innenstadt	4	38	23	47	36	26	42
Dorfkern	1	38	-	-	25	-	-
Straßenfläche	1	14	10	17	27	25	28
Bahnfläche	4	97	47	167	49	39	59
Militärkaserne	3	35	27	42	36	32	44

Hintergrundwerte 35 - 150 mg/kg

Vorsorgewerte: Ton 70 mg/kg, Lehm/Schluff 50 mg/kg, Sand 15 mg/kg

Chrom

Die Cr-Gehalte bewegen sich im Mittel auf allen Standorten im Hintergrundbereich. Aufgrund der weiten Spanne dieser Werte ist davon auszugehen, dass an einigen Standorten nutzungsbedingte Cr-Anreicherung stattgefunden hat.

Die höchsten Cr-Gehalte wurden im Unterboden des Weinbergstandortes gemessen (Tab. 20). Die Cr-Werte überschreiten im Ober- als auch Unterboden die Vorsorgewerte für Lehm/Schluff. Als mögliche Ursache kommen hier Müllbeimengungen in Betracht.

Cr-Gehalte über den Vorsorgewerten für Lehm/Schluff wurden noch in einigen Oberböden der Nutzungstypen Einzelhaus (Zuckerfabrik II b), Blockbebauung (Allianz, Hospitalhof) und Militärkaserne (Grenardierkaserne III) gefunden. Eine eindeutige anthropogene Quelle kann jedoch nicht zugeordnet, auch lässt die Verteilung der Cr-Gehalte im Profil größtenteils auf geogene Ursachen schließen.

Tab. 20: Mittlere Chromkonzentrationen sowie Minimum- und Maximumwerte (mg/kg) im Ober- (0-30 cm) und Unterboden (30-100 cm) der verschiedenen Nutzungstypen

Nutzungstyp	n	0-30 cm			30-100 cm		
		MW	Min.	Max.	MW	Min.	Max.
Wald/Forst	1	10	-	-	21	-	-
Acker	3	-	-	-	-	-	-
Weinberg	1	62	-	-	86	-	-
Park-/Grünfläche	3	45	43	48	48	41	62
Kleingarten	2	53	46	59	44	42	46
Einzelhaus	3	55	44	76	48	45	52
Blockbebauung/Innenstadt	4	57	41	67	46	35	53
Ortskern	1	49	-	-	30	-	-
Straßenfläche	1	24	13	34	43	36	50
Bahnfläche	3	51	39	62	49	38	69
Militärkaserne	2	49	33	62	48	40	62

Hintergrundwerte 20 - 90 mg/kg

Vorsorgewerte: Ton 100 mg/kg, Lehm/Schluff 60 mg/kg, Sand 30 mg/kg

Quecksilber

Die Quecksilbergehalte in den meisten Unterböden liegen im Hintergrundbereich von 0,05-0,2 mg/kg Boden. Lediglich bei dem Standort Schwefelbrunnen sind die Werte substratbedingt mit 0,25 mg/kg leicht erhöht. Beim Nutzungstyp Blockbebauung in der Innenstadt weisen 3 Standorte in den oberen Horizonte deutlich erhöhte Quecksilberwerte auf. Der Standort Hospitalhof erreicht im Oberboden 0,55 mg/kg, der Oberboden des Standortes Diakonissenkrankenhaus weist eine Quecksilberkonzentration von 0,36 mg/kg auf (vgl. Profilanalysen im Anhang). Beim Standort Allianz wird mit 1,9 mg/kg im Oberboden der Vorsorgewert für Tonböden von 1,0 mg/kg überschritten. Dieser Standort weist bis in den Unterböden erhöhte Werte auf. Hier befindet sich im Innenhof ein Entlüftungsschacht. Zieht man auch noch die erhöhten Werte der Standorte Zuckerfabrik IIa und IIb des Nutzungstyps Einzelhaus hinzu, so kann man in der Regel von einer immissionsbedingten Erhöhung der Quecksilbergehalte ausgehen. Lediglich bei den Bahnböden ist schwerpunktmäßig von einer substratbedingten Erhöhung auszugehen. In den Oberböden reicht das Spektrum der

durchschnittlichen Quecksilbergehalte von <0,001 bis 0,52 mg/kg. Beim Standort Bahn IV wurde in 8-10 cm Bodentiefe (Rostband) der höchste Wert von 2,4 mg/kg gemessen.

3.2.1.3.2 Mobilität der Schwermetalle

Die Schwermetallgesamtgehalte erlauben nur eingeschränkte ökologische Beurteilungen, da zwischen der im Boden vorhandenen Metallmenge und der tatsächlich mobilen Menge in Abhängigkeit von den Boden- und elementspezifischen Eigenschaften große Unterschiede bestehen können. Bessere Beurteilungsmöglichkeiten liefert die Bestimmung der gelösten und leicht mobilisierbaren Schwermetallgehalte, die im wesentlichen auch den ökologisch wirksamen Anteil im Boden ausmachen.

In Tab. 21 sind die durchschnittlichen Konzentrationen an mobilen Schwermetallen für die Ober- und Unterböden dargestellt. Das Element Hg wurde hier nicht mehr dargestellt, da der mobile Anteil in der Regel unter der Nachweisgrenze liegt.

Insgesamt bewegen sich die mobilen Schwermetallgehalte auf einem niedrigem Niveau. Entsprechend der fortgeschrittenen Versauerung weist der Waldstandort die höchsten Gehalte an mobilen Schwermetallen auf, insbesondere beim Cd, aber auch beim Pb, Zn und Nickel. Cd stellt hierbei das mobilste Element dar. Von der Gesamtmenge sind ca. 35% im Oberboden und ca. 18% im Unterboden mobil. Die übrigen Elemente weisen Verfügbarkeiten zwischen ca. 2 und 6% der Gesamtmenge auf.

Erhöhte mobile Gehalte weist noch der Standort Klingenbachpark bei den Elementen Cu und Zn, insbesondere im Unterboden auf. Diese erhöhten Werte kommen hauptsächlich durch die hohen Gesamtgehalte zustande, der mobile Anteil von Cu liegt im Oberboden bei 0,4%, im Unterboden bei 0,2%, beim Zn ist er kleiner 0,1%.

Die mobilen Anteile der anderen Standorte liegen im ähnlichen Größenbereich oder noch darunter. Lediglich beim Standort Zuckerfabrik I sind die mobilen Cu-Gehalte mit durchschnittlich 2,5% im Unterboden erhöht. Dieser Standort weist im IIIyJc-Horizont in 78-90 cm Bodentiefe einen Maximalwert von 12,9 mg/kg Feinderde auf, das entspricht ca. 6,5% der Gesamtmenge von 205 mg/kg. In diesem Horizont sind auch die Gesamtgehalte anderer Elemente wie Pb, Cd, Zn und Hg erhöht. Da es sich um einen Graben seitlich der Straße handelte und im darunter und darüber liegenden Horizonten nur sehr geringe Schwermetallgehalte vorliegen und mobile Gehalte kaum nachweisbar sind, kann man hier Einflüsse von früheren Rohrleitungen nicht ausschließen.

Vereinzelt finden sich noch leicht erhöhte mobile Anteile an Pb, Cd oder Zn in den Oberböden der Nutzungstypen Einzelhaus und Blockbebauung. In Untersuchungen von FILIPINSKI & GRUPE (1990) wurde beobachtet, dass sich anthropogen angereicherte Schwermetalle aufgrund anderer Bindungsformen im Vergleich zu geogenen Schwermetallen durch eine höhere Mobilität auszeichnen.

Bei den Bahnböden, die insgesamt sehr hohe Schwermetallgesamtgehalte aufweisen, sind die mobilen Anteile, von leicht erhöhten Nickelgehalten abgesehen, sehr gering. Bei den Böden der Militärkaserne sind keine oder nur sehr geringe Konzentrationen an mobilen Metallen nachweisbar (Tab. 21).

Tab. 21: Mittlere Konzentrationen ($\mu\text{g}/\text{kg}$ Boden) der mobilen Schwermetalle in Ober- (0-30 cm)- und Unterböden (30-10 cm) der verschiedenen Nutzungstypen

Nutzungstypen/ Standorte	Pb		Cu		Cd		Zn		Ni		Cr	
	0-30	30-100	0-30	30-100	0-30	30-100	0-30	30-100	0-30	30-100	0-30	30-100
Wald/Forst												
Mäulesmühle	2868	3048	111	240	10,5	5,5	568	375	170,0	234,0	12,8	5,5
Landwirtschaft												
Eichberg	0,8	2,0	56	15	0,5	0,4	0,2	0,1	-	-	-	-
Fasanenhof	0,6	0,6	207	14	0,4	0,1	0,1	nn	-	-	-	-
Kessel	0,5	2,9	9	3	0,1	nn	nn	nn	-	-	-	-
Weinberg												
Römisches Kastell	nn	nn	61	70	nn	4,1	4	16	0,3	1,1	4,4	10,5
Park-/Grünfläche												
Kinderheim	0,3	0,3	17	8	<1,3	<1,3	26	19	9,8	7,0	5,7	5,4
Klingenbachpark	6,8	4,0	678	1025	2,5	2,8	285	650	17,4	28,6	3,5	6,4
Schwefelbrunnen	<1	<1	128	89	<31	<1,3	215	82	14,3	7,1	3,4	2,6
Kleingarten												
Pfarrreigarten	0,3	0,3	83	28	<1,3	<1,3	28	20	6,7	6,3	6,3	6,3
Kleingarten	3,8	4,4	94	148	0,9	1,8	164	196	7,2	11,7	2,7	5,2
Einzelhaus												
Pfaffenweg	28,5	0,3	53	8	1,8	1,3	297	12	7,4	6,4	8,3	6,4
Zuckerfabrik IIa	0,8	nn	173	20	2,2	nn	165	nn	15,4	nn	14,4	6,4
Zuckerfabrik IIb	0,6	nn	288	50	8,3	0,7	150	11	20,8	2,1	23,4	10,3
Blockbebauung												
Hospitalhof	2,5	0,9	102	13	2,1	0,9	49	3	6,3	5,8	2,5	2,3
Allianz	1,2	nn	227	23	1,4	<1,3	44	6	9,6	17,8	8,9	5,2
Diakonissenkrankh.	27,0	4,4	103	11	4,1	nn	35	74	8,9	7,0	5,4	2,2
Bergsstraße	0,5	2,1	256	493	2,6	3,9	116	300	10,4	8,6	4,1	16,9
Dorfkern												
Stadtgraben	18,6	4,2	105	19	nn	nn	46	20	8,5	7,3	6,5	4,3
Straßenflächen												
Roto Frank	<13	<13	29	28	<13	<13	<125	<125	3,0	26,6	<13	<13
Zuckerfabrik I	nn	<0,1	11	1087	nn	<0,1	nn	36	24,0	5,6		
Bahnflächen												
Bahn I	0,5	nn	59	nn	<0,1	nn	25	nn	27,2	3,5	2,9	0,9
Bahn II	0,7	nn	27	0,5	<0,1	nn	237	<1	13,5	0,7	2,4	4,5
Bahn III	0,9	1,1	41	17	0,6	<1,3	65	15	4,5	3,7	6,3	6,3
Bahn IV	2,2	3,5	20	23	<1	<1,3	26	23	6,6	7,1	3,7	8,5
Militärkaserne												
Grenadierkaserne I	2,0	2,8	60	12	<1,3	<1,3	16	4	2,5	4,2	5,1	4,7
Grenadierk. II	<1,3	<1,3	<1	<1	<1,3	<1,3	10	<1	4,8	3,4	<6	<6
Grenadierk. III	2,4	0,6	1	4	<1,3	<1,3	2	5	1,2	1,2	2,1	2,6

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass nur ein sehr geringer Anteil, abgesehen vom versauerten Waldstandort, der Schwermetallgesamtgehalte mobilisierbar und damit bioverfügbar ist. Im Untersuchungsgebiet liegen alle pH-Werte >6.5 , so dass eine stärkere Schwermetallmobilisierung im absehbaren Zeitraum auszuschließen ist. Trotzdem weisen die stark anthropogen veränderten Stadtböden oft nicht nur erhöhte Gesamtgehalte, sondern auch erhöhte Mobilitäten auf.

3.2.1.4 Zusammenfassende Darstellung

Im Untersuchungsgebiet dominieren **Aufschüttungsböden** aus natürlichen umgelagerten Substraten und Böden aus Mischungen von natürlichen und technogenen Substraten. Natürlich gewachsene Böden wurden nur unter den naturnahen Nutzungen Wald und Acker vorgefunden (Tab. 22). Böden aus überwiegend technogenen Substraten waren nur den Nutzungen Bahnfläche und Park-/Grünfläche und kleinflächig in einer Kleingartenkolonie zu finden.

Tab. 22: Substrataufbau der Böden in den verschiedenen Nutzungstypen

natürlich gewachsener Boden	natürliche umgel. Substrate	Gemenge aus natürl. u. techn. Substraten	Technogene Substrate
Wald, Acker	Weinberg		
	Park-/Grünflächen	Park-/Grünflächen	Park-/Grünflächen
	Kleingarten		Kleingarten
	Einzelhaus/Blockbeb.	Einzelhaus/Blockbeb.	
	Dorfkern		
	Straße	Bahn	Bahn
	Militärkaserne	Militärkaserne	

Der Nutzungstyp Park-/Grünfläche weist das größte Spektrum an Bodensubstraten und Böden auf und entsprechend weit gefächert sind die Bodeneigenschaften.

Als **technogenes Substrat** überwiegt im Stuttgarter Raum Siedlungsmüll. In unterschiedlicher Menge und Zusammensetzung fanden sich Ziegel, Bauschuttreste, Aschen, Kohle, Glas-, Porzellanscherben, Plastik, Metall.

Physikalische Parameter

Skelettarme Böden wurden nur unter den Nutzungen Wald und Acker kartiert. Die **Skelettgehalte** nehmen in der Regel mit der Intensität der anthropogenen Überprägung zu. Die Böden der Nutzungstypen Einzelhaus sind schwach, der Blockbebauung mittel skeletthaltig mit bis zu 50% technogenen Substraten. Böden der Verkehrsflächen und der frisch sanierten Militärkaserne sind stark bis sehr stark skeletthaltig.

Die **Lagerungsdichten** bewegen sich im Oberboden im geringen bis mittleren Bereich, abgesehen von zwei Standorten mit tonigeren Substraten, die eine hohe Lagerungsdichte aufweisen. Unterböden weisen im Durchschnitt eine etwas höhere Lagerungsdichte auf. Hohe

Lagerungsdichten wurden nur vereinzelt, sehr hohe Lagerungsdichten überhaupt nicht vorgefunden. Es wurden aber auch keine verdichteten Oberböden beprobt.

Die physikalischen Kennwerte betreffend den Wasser- und Lufthaushalt der verschiedenen Nutzungstypen wurden in Bewertungsklassen nach SCHLICHTING et al. (1995) eingeteilt (Tab.23). Die Bewertung des Standortes Straße ist aufgrund der Messung nur eines Unterbodenhorizontes nicht repräsentativ.

Gesättigte Wasserleitfähigkeiten im geringen bis mittleren Bereich sind von untergeordneter Bedeutung. Hohe bis extrem hohe kf-Werte überwiegen. Die gemessenen kf-Werte gehen zum großen Teil über den Bewertungsrahmen hinaus. Die größte Streuung von gering bis extrem hoch zeigen Böden der Nutzungstypen Acker und Blockbebauung, während beim Einzelhaus an allen Standorten extrem hohe Werte überwiegen. Die Streuung und Erhöhung der kf-Werte nimmt mit dem Grad der anthropogenen Beeinflussung zu, aber auch, besonders in Ah-Horizonten, mit der Durchwurzelungsintensität wie z.B. beim Ackerstandort.

Die meisten Standorte weisen eine **Luftkapazität** im mittleren bis hohen Bereich auf. Lediglich bei den Böden der Park-/Grünflächen können substratbedingt geringe aber auch sehr hohe Luftkapazitäten auftreten (Tab. 23). Der Eintrag gröberer Substrate bei dem überwiegend tonigen Bodenmaterial wirkt sich grobporenerhöhend und damit günstig für die Luftkapazität aus, was jedoch offensichtlich zu Lasten der Mittelporen, die bestimmend für die pflanzenverfügbare Wasser sind. Die **nutzbare Feldkapazität** liegt überwiegend im geringen Bereich. Einzelne Standorte von Park-/Grünflächen, Einzelhaus und Acker weisen eine höhere nFk im mittleren Bereich auf. Die **Feldkapazität** bewegt sich überwiegend auf mittlerem Niveau. Durch die gröbere Struktur und sehr hohen Skelettgehalte weisen Bahnböden im Mittel eine nur geringe Feldkapazität auf.

Insgesamt weist der überwiegend Teil der anthropogenen Böden ein hohes bis extrem hohes Versickerungspotential auf bei guter Durchlüftung und geringer pflanzenverfügbarer Wasserkapazität.

Chemische Parameter

Durch den Eintrag von carbonathaltigen technogenen Substraten und Durchmischung des überwiegend kalkhaltigen natürlichen Ausgangsmaterials sind alle Böden **carbonatreich** mit pH-Werten im schwach sauren bis schwach alkalischen Bereich in den Oberböden und schwach alkalischen Reaktionsbereich in den Unterböden.

Der **Humusgehalt** ist zum großen Teil als schwach bis mittel humos zu bewerten. Stark humose Oberböden wurden nur bei den Nutzungstypen Park-/Grünfläche, Kleingarten und Einzelhaus vorgefunden (Tab. 24). Die mittel bis hohen Humusgehalte sind offensichtlich auf Eintrag von organischen Materialien zurückzuführen, die bei der Bestimmung miterfasst wurden. Dies trifft besonders für die Bahnböden zu, die im Gegensatz zu der spärlichen Ruderalvegetation ungewöhnlich hohe Humusgehalte aufweisen. Bei diesen Böden spielt der technogene Kohlenstoff noch eine große Rolle, der nur grob geschätzt werden konnte.

Tab. 23: Verteilung der physikalischen Bodeneigenschaften von den verschiedenen Nutzungstypen auf Bewertungsklassen nach SCHLICHTING et al. (1995)

sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch	extrem hoch
Gesättigte Wasserleitfähigkeit					
	Acker	Acker	Wald Acker	Wald Acker	Wald Acker
		Park-/Grünfl.	Park-/Grünfl.	Park-/Grünfl. Kleingarten	Weinberg Park-/Grünfl. Kleingarten
	Blockbeb.	Blockbeb.	Blockbeb. Dorfkern	Blockbeb. Dorfkern	Einzelhaus Blockbeb.
	(Straße)	Bahn Militärkasernen	Bahn Militärkasernen	Bahn Militärkasernen	Bahn
Luftkapazität					
		Acker	Wald		
	Park-/Grünfl.	Weinberg Park-/Grünfl. Kleingarten	Park-/Grünfl. Kleingarten Einzelhaus	Park-/Grünfl.	Park-/Grünfl.
		Blockbeb. Dorfkern (Straße)	Blockbeb.		
		Bahn Militärkasernen	Bahn		
Feldkapazität					
		Wald Acker Weinberg Park-/Grünfl. Kleingarten Einzelhaus Blockbebauung Dorfkern (Straße)	Acker		
	Bahn	Militärkasernen			
Nutzbare Feldkapazität					
	Wald	Acker			
	Weinberg	Park-/Grünfl.			
	Park-/Grünfl.	Park-/Grünfl.			
	Kleingarten				
	Einzelhaus	Einzelhaus			
Blockbebauung	Blockbebauung				
	Dorfkern (Straße)				
Bahn	Bahn				
Militärkasernen	Militärkasernen				

Durch die mittleren bis hohen Stickstoffgesamtgehalte und günstigen Mineralisierungsbedingungen sind die meisten Böden gut mit **Stickstoff** aber auch mit anderen Nährstoffen gut versorgt. Die verfügbaren **Phosphor-** und **Kaliumgehalte** liegen in der Regel im mittleren bis hohen Bereich, beim Kalium auch teilweise (Acker, Weinberg, Einzelhaus) im sehr hohen Bereich. Nährstoffarme Böden finden sich nur bei den Nutzungstypen Straße, Bahn und Militärkaserne sowie Wald. Diese Standorte weisen auch relativ niedrige Kationenaustauschkapazitäten auf (vgl. Tab. 24).

Tab.24: Verteilung der Humus, Phosphor- und Kaliumgehalte und der potentiellen Kationenaustauschkapazität von den verschiedenen Nutzungstypen auf Bewertungsklassen nach SCHLICHTING et al. (1995)

Humusklassen (0-30 cm)					
sehr schwach	schwach	mittel	stark	sehr stark	extrem
		Wald			
	Acker	Acker			
	Weinberg				
	Park/Grünfl.	Park/Grünfl.	Park/Grünfl.		
		Kleingarten	Kleingarten		
		Einzelhaus	Einzelhaus		
	Blockbebauung	Blockbebauung			
	Dorfkern				
Straße					
		Bahn	Bahn		
Militärkaserne	Militärkaserne				
verfügbare Nährstoffe Phosphor und Kalium (0-30cm)					
sehr gering	gering	mittel	erhöht	hoch	sehr hoch
Wald/Wald					
Acker	Acker	Acker	<i>Acker</i>	<i>Acker</i>	<i>Acker</i>
		Weinberg			Weinberg
		Park/Park	Park/Park	Park/Park	
			Kleing./Kleing.	Kleing./Kleing.	
		Einzelh./Einz.	Einzelh./Einz.	<i>Einzelhaus</i>	<i>Einzelhaus</i>
		Blockb./Blockb.	Blockb./Blockb.	Blockb./Blockb.	
	Dorfkern		Dorfkern		
Straße/Straße					
Bahn	Bahn/Bahn	<i>Bahn</i>	<i>Bahn</i>		
Militärkaserne	Militk./Militk.	Militk./Militk.			
Kationenaustauschkapazität					
sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch	extrem hoch
	Wald				
				Acker	Acker
			Weinberg		
			Park-/Grünfl.	Park-/Grünfl.	Park-/Grünfl.
			Kleingarten	Kleingarten	
			Einzelhaus	Einzelhaus	
			Blockbebauung	Blockbebauung	Blockbebauung
			Dorfkern		
	Straße	Straße	Straße		
	Bahn	Bahn	Bahn		
	Militärkaserne	Militärkaserne	Militärkaserne		

Schwermetalle

Die Schwermetallgehalte bewegen sich bei den meisten Nutzungstypen auf einem mittleren bis erhöhten Niveau. Die Nutzungstypen Wald und Militärkaserne sind die am geringsten belasteten Standorte (Tab. 25).

Schwermetallgehalte im hohen Bereich wurden nur an der Park-/Grünflächen, Kleingarten, Blockbebauung und Bahnflächen. Bevorzugt angereichert werden die Schwermetalle $Pb > Zn > Cu > Cd > Ni, Cr, Hg$.

Im Gegensatz zu den Gesamtgehalten weist der versauerte Waldstandort die höchsten mobilen Gehalte auf. Ca 35% des Cadmiums und 12% des Bleis sind mobil. Während hoch mit Schwermetallen belastete Böden aufgrund der hohen pH-Werte nur geringe Verfügbarkeiten aufweisen.

3.2.1.5 Qualitative Einschätzung der Auswirkungen von Nutzungstypen auf Bodeneigenschaften

Die bisher erreichten Ergebnisse zeigen, dass der Nutzung eine wesentliche Rolle bei der Prägung von Böden in Stadtgebieten zukommt. Die im Vorprojekt schon durchgeführte qualitative Einschätzung der Auswirkungen von bestimmten Nutzungstypen auf Bodenmerkmale bzw. Bodeneigenschaften wurde mit der neuen Datenlage und um Nutzungstypen erweitert nochmals überprüft (Tab. 26).

Der aktuelle Kenntnisstand zeigt, dass die einzelnen Bodeneigenschaften im unterschiedlichen Umfang durch die Nutzung beeinflusst werden. Am deutlichsten zeigen sich Zusammenhänge zwischen Nutzung und Skelettgehalt mit den damit verbundenen Veränderungen der physikalischen Eigenschaften (Erhöhung der Wasserleitfähigkeit, Verringerung des Wasserspeichervermögens) sowie Veränderung der Carbonat- und Schwermetallgehalte. Nutzungsabhängig werden auch mit unterschiedlicher Intensität die Humus- und Nährstoffgehalte beeinflusst.

Aufgrund der Bedeutung von Nutzungseinheiten als Bezugsgröße für eine planungsorientierte Erfassung und Bewertung von Stadtböden ist der vorliegende Ansatz, auch im Hinblick auf eine Prognostizierbarkeit nutzungsbedingter Veränderungen sinnvoll und notwendig.

Tab. 25: Verteilung der Blei-, Cadmium-, Kupfer- und Zinkgesamtgehalte von den verschiedenen Nutzungstypen auf Bewertungsklassen nach SCHLICHTING et al. (1995)

sehr gering	gering	mittel	erhöht	hoch	sehr hoch
Blei					
			Wald		
		Acker	Acker		
			Weinberg		
		Park-/Grünfl.	Park-/Grünfl.	Park-/Grünfl.	
		Kleingarten	Kleingarten	Kleingarten	
			Einzelhaus		
		Blockbebauung	Blockbebauung	Blockbebauung	
		Dorfkern			
		Straße	Straße		
			Bahn	Bahn	
		Militärkaserne			
Cadmium					
	Wald				
		Acker	Acker		
			Weinberg		
		Park-/Grünfl.	Park-/Grünfl.		
		Kleingarten	Kleingarten		
	Einzelhaus	Einzelhaus	Einzelhaus		
		Blockbebauung	Blockbebauung		
	Dorfkern				
	Straße				
		Bahn	Bahn		
	Militärkaserne				
Kupfer					
	Wald				
		Acker			
			Weinberg		
		Park-/Grünfl.	Park-/Grünfl.	Park-/Grünfl.	
		Kleingarten	Kleingarten		
		Einzelhaus			
		Blockbebauung	Blockbebauung	Blockbebauung	
		Dorfkern			
	Straße				
		Bahn	Bahn		
	Militärkaserne				
Zink					
	Wald				
		Acker	Acker		
			Weinberg		
		Park-/Grünfl.	Park-/Grünfl.	Park-/Grünfl.	
		Kleingarten	Kleingarten	Kleingarten	
		Einzelhaus			
		Blockbebauung	Blockbebauung	Blockbebauung	
		Dorfkern			
	Straße	Straße			
		Bahn	Bahn		
		Militärkaserne			

Tab.26: Qualitative Schätzung der Beeinflussung von Bodeneigenschaften durch bestimmte Nutzungstypen (n = Anzahl der Standorte, 11/1 = chemisch/physikalisch analysiert)

Nutzungstyp	n	Skelett	kf	FK	Carbonat	Humus	Nährstoffe	Schwermetalle
Wald	11/1	O	O	O	--	++	O	++
Acker	10/3	O	-	O	+	O/+	++	+
Wiese	3/2	O	-	O	-/O	+	++	+
Weinberg	2/1	++	+++	-	++	+	+	+
Kleingarten	2/2	++	++	-/O	+	+	++	+(+)
Friedhof	1/-	+		O	++	+	+	+
Park-/Grünfläche	6/5	++	+++	-	+	++	++	+++
Einzelhaus	7/3	++	++	-	++	++	++	++
Blockbebauung	7/4	+++	++	--	++	+	+	++
Dorf-/Ortskern	2/1	+	+	O	++	+(+)	++	++
Straße	1/1	+++		-	+	--	-	+++
Bahn	4/3	+++	+++	--	+	+	+	+++
Industrie	2/-	+		-/O	++	++	+	+++
Militärkaserne	3/2	+++	+	-	+	-	-	O
Deponie	2/1	O		+	++	+++	+++	+++

3.2.2 Vergleich von Mess- und Schätzwerten

Die Schätzung von Kennwerten des Wasser- und Nährstoffhaushalts aus Felddaten bzw. Labordaten hat in der bodenkundlichen Arbeit eine langjährige Praxis, insbesondere im Hinblick auf flächendeckende Aussagen. Der AK STADTBÖDEN (1997), der eine bodenkundliche Anleitung für die Felddaten von Stadtböden erarbeitet hat verweist bei der Ableitung von Kennwerten in der Regel auf die Bodenkundliche Kartieranleitung (KA4).

Diese wurde jedoch für natürliche Böden entwickelt und erprobt. Erste Überprüfungen dieser Schätzrahmen wurden von BLUME & SCHLEUB (1997) für anthropogene Substrate des nord-/ostdeutschen Raumes durchgeführt.

Im Rahmen der hier vorgestellten Untersuchungen wurde der Frage nachgegangen, inwieweit diese Schätzrahmen auf für anthropogene Böden des Stuttgarter Raumes realistische Werte ergeben. Nachfolgend werden beispielhaft Kennwerte des Wasser- und Nährstoffhaushalts behandelt, die auch wesentlich für die Bewertung der ökologischen Bodenfunktionen sind.

Neben den im Projektverlauf untersuchten Böden wurden noch zusätzlich bereits vorhandene Bodenprofile aus der Stadtbodenkartierung (HOLLAND 1996) miteinbezogen. Insgesamt konnten 217 chemisch und 90 physikalisch analysierte Horizonte verglichen werden. Um subjektive Unterschiede auszuschließen wurde die Schätzung anhand der Laborwerte vorgenommen.

3.2.2.1 Bodenkundliche Kartieranleitung KA4/AK Stadtböden

3.2.2.1.1 Humusgehalt

Der Humusgehalt von Bodenhorizonten kann grob nach der Farbe und Bodenart geschätzt werden (BLUME & HELSPER, 1987). In Tab. A28 im Anhang sind die Ergebnisse der gemessenen und geschätzten Humusgehalte für die einzelnen Horizonte dargestellt.

Nachfolgende Tabelle 27 zeigt die Abweichungen der Schätz- von den Messwertklassen unterteilt nach Nutzungstypen. Danach liegen 38% der geschätzten Werte in der gleichen Klassen wie die Messwerte, 42% weichen ± 1 Klasse ab. Damit bewegen sich die Schätzwerte zu 80% in der gleichen Klasse oder ± 1 Klasse abweichend mit Tendenz zur Unterschätzung. Ca. 11% der Bodenhorizonte weichen 3 Klassen von der Messwertklasse ab, insbesondere die Böden der Block- und Einzelhausbebauung und der Park- und Grünflächen. Bei den Bahnböden wurden ca. 1/3 der Horizonte um 2 und mehr Klassen über- oder unterschätzt. Die besten Übereinstimmungen zeigen erwartungsgemäß die Böden der Nutzungstypen Wald, Acker, Friedhof, Weinberg und der Industriestandort (Gießerei).

Die Schätzwerte basieren auf bodenartspezifischen Korrelationen zwischen der Graustufe (Value) und logarithmierten Werten des Humusgehaltes. Um die Wahrscheinlichkeit einer größeren Fehleinschätzung besser beurteilen zu können, wurde nochmals die Übereinstimmung getrennt nach Bodenart und Graustufe überprüft (Tab. 28).

Tab. 27: Übereinstimmung der Mess- und Schätzwertklassen von Böden unterschiedlicher Nutzung

Nutzungstyp	n	Schätzwertklasse im Vergleich zur Messwertklasse						
		≤ 3	≤ 2	≤ 1	=	≥ 1	≥ 2	≥ 3
Wald	10		1	4	5			
Acker	10			3	7			
Weinberg	10			1	7	1	1	
Park-/Grünfläche	24	1	4	6	7	6		
Kleingarten	11		2	4	3	2		
Friedhof	8			1	6	1		
Einzelhaus	32			4	14	10	2	2
Blockbebauung	43	3	5	10	11	8	5	1
Dorfkern	13		2	4	3	2	1	1
Straße	10		2	3	2	2	1	
Bahn	19	1	2	3	9	1	3	
Industrie	5			3	1	1		
Militärkaserne	22	1	1	7	6	3	3	1
Gesamt	217	6	19	53	81	37	16	5

Sehr sandige Bodenarten kommen nur vereinzelt vor mit Schätzabweichungen um 2 Klassen. Aufgrund der geringen Probenzahl ist diese Aussage jedoch nicht repräsentativ. Die Bodenartengruppe Sl-Ls weist mit 44% die beste Übereinstimmung auf, bei der Gruppe der Lehme und Tone ist sie mit 36% geringer. Bezieht man jedoch die Horizonte die um eine Klasse abweichen mit ein, so liegt eine gute bzw. noch tolerierbare Übereinstimmung bei beiden Gruppen bei ca. 80%. Abweichungen um 2 und mehr Klassen liegen bei beiden Gruppen bei ca. 20%. In dieser Klasse finden sich vor allem Böden mit einem höheren Anteil an technogenen Substraten, wie das Profil Bergstraße, Klängenbachpark oder Lehenpark.

Tab. 28: Übereinstimmung der Mess- und Schätzwertklassen von Böden nach Bodenart und Graustufe (Value)

Bodenmerkmal	n	Schätzwertklasse im Vergleich zur Messwertklasse						
		≤3	≤2	≤1	=	≥1	≥2	≥3
Bodenart	217	5	20	51	83	36	16	6
S	4		2		1		1	
Sl-Ls	66	3	8	18	29	5	3	
L-T	147	2	10	33	53	31	12	6
Value	217	6	18	50	84	37	16	6
≤2	22			2	16	2	2	
3	63		5	13	16	11	12	6
4	78	6	7	22	22	19	2	
5	45		4	12	24	5		
>5	9		2	1	6			

Von den Farbwerten (Value) her, zeigen die sehr dunklen (≥2) mit 73% und die helleren Farben (≥5) mit 53-67% die beste Übereinstimmung. Die Gruppe der dunkel- bis mittel grauen Farben ist im Untersuchungsgebiet am stärksten vertreten. Hier liegt die Übereinstimmung bei 25-28%. Abweichungen um 2 oder mehr Klassen sind in der Gruppe mit dem Value 3 mit ca. 37% am größten. Zieht man wiederum ± 1 Klasse Abweichung als noch tolerabel hinzu, so liegt die Übereinstimmung zwischen 80-90%, abgesehen von den Farben mit dem Value 3, die mit nur 63% die schlechteste Übereinstimmung zeigen.

Zusammenfassend lässt sich die Wahrscheinlichkeit einer Abweichung um 2 oder mehr Klassen bei der Ableitung des Humusgehaltes grob nach Tab. 29 einschätzen.

Tab. 29: Wahrscheinlichkeit sich um ≥2 Klassen zu verschätzen in Abhängigkeit von Bodenart und Bodenfarbe (Value)

Bodenartgruppe	Farbhelligkeit (Value)				
	≤2	3	4	5	>5
Sand (S)	mittel	hoch	mittel-hoch	mittel	mittel
Lehmiger Sand – sandiger Lehm (Sl – Ls)	gering	mittel-hoch	mittel	gering	gering
Lehm – Ton (L – T)	gering	mittel-hoch	mittel	gering	gering

3.2.2.1.2 Kationenaustauschkapazität

Die Tonminerale und die Huminstoffe sind die wichtigsten Kationenaustauscher eines Bodens. Von deren Gehalt, Größe der zugänglichen Oberfläche und Art und Höhe ihrer Ladung hängt die KAK ab. Dementsprechend lässt sich die potentielle Kationenaustauschkapazität aus der Bodenart und dem Humusgehalt ableiten. Die Schätzung wurde nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AG BODEN 1994) durchgeführt und beruht auf der Annahme, dass Illit das dominierende Tonmineral ist. Tab. 30 zeigt die Übereinstimmung der Mess- und Schätzwertklassen unterteilt nach Nutzungstypen.

Insgesamt betrachtet liegen 42% der Horizonte in der gleichen Klasse wie der Messwert. Nimmt man noch als tolerierbare Abweichung ± 1 Klasse hinzu, so bewegen sich 78% der Schätzwerte in einem realistischen Rahmen. 17% der Schätzwerte weichen 2 und 3 Klassen vom Messwert ab, mit einer deutlichen Tendenz zur Überschätzung. Dies betrifft besonders die Nutzungstypen Blockbebauung, Bahn, Park-/Grünflächen und Dorfkern. Die höchsten Übereinstimmungen weisen Böden der Nutzungstypen Wald, Kleingarten, Einzelhaus, Friedhof und Militärkasernen auf.

Tab. 30: Übereinstimmung der Mess- und Schätzwertklassen von Böden unterschiedlicher Nutzung

Nutzungstyp	n	Schätzwertklasse im Vergleich zur Messwertklasse						
		≤ 3	≤ 2	≤ 1	=	≥ 1	≥ 2	≥ 3
Wald	10				7	2	1	
Weinberg	10				5	2	3	
Park-/Grünfläche	24		1	4	11		6	2
Kleingarten	11			5	5	1		
Friedhof	8				3	4	1	
Einzelhaus	35	1	3	15	14	2		
Blockbebauung	44			6	21	11	5	1
Dorfkern	13				3	5	5	
Straße	10			3	2	4	1	
Bahn	19		1	1	5	5	7	
Industrie	5				2			3
Militärkasernen	22		1	4	11	4	2	
Gesamt	211	1	6	38	89	38	30	9

3.2.2.1.3 Gesättigte Wasserleitfähigkeit

Die gesättigte Wasserleitfähigkeit lässt sich nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung aus Bodenart und effektiver Lagerungsdichten grob abschätzen.

Entsprechend den gemessenen extrem hohen kf-Werten und großen Streubreiten sind die Übereinstimmungen zwischen Mess- und Schätzwerten nicht besonders hoch (Tab. 31).

Tab. 31: Übereinstimmung der Mess- und Schätzwertklassen von Böden unterschiedlicher Nutzung

Nutzungstyp	n	Schätzwertklasse im Vergleich zur Messwertklasse						
		≤3	≤2	≤1	=	≥1	≥2	≥3
Wald	3		2		1			
Acker	13	3	5		2	3		
Weinberg	4	3			1			
Park-/Grünfläche	19	7	6	1	3	2		
Kleingarten	7	3	2	1	1			
Einzelhaus	12	10	1		1			
Blockbebauung	15	7	3	1	2	1	1	
Dorfkern	4	1		1		2		
Straße	1				1			
Bahn	5	2	2		1			
Militärkaserne	7	1	1	1	3	1		
Gesamt	90	37	22	5	15	10	1	

Insgesamt liegen nur 34% der Schätzwerte in der gleichen Klasse oder ± 1 Klasse abweichend vom Messwert. 41% der Schätzwerte liegen 3 und mehr Klassen unter dem Messwert. Die beste Übereinstimmung mit 71% bei ± 1 Klasse Abweichung zeigen noch die relativ homogenen Böden aus autochthonen natürlichen Substraten des Nutzungstyps Militärkaserne.

3.2.2.1.4 Feldkapazität

Die Feldkapazität wird nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AG BODEN 1994) aus Bodenart und Lagerungsdichte mit Zu- und Abschlägen je nach Humusgehalt abgeleitet. Von allen Horizonten fallen nur 20% in die gleiche Klasse wie der Messwert. Die beste Übereinstimmung zeigen Ackerböden mit 62%, bei ± 1 Klasse Abweichung erreicht die Übereinstimmung sogar 100% (Tab. 32).

Der überwiegende Teil (53%) der Horizonte weichen 1 Klasse vom Messwert ab mit Dominanz zur Überschätzung. Überwiegend unterschätzt werden nur die Böden des Nutzungstyps Einzelhaus. 82% der Horizonte liegen hier 1 Klasse niedriger als die Messwertklasse. Überschätzungen um 2 Stufen lagen insgesamt bei 26% der Horizonte vor. Besonders hoch war der Anteil bei den Nutzungstypen Weinberg, Kleingarten, Blockbebauung und Bahn.

Tab. 32: Übereinstimmung der Mess- und Schätzwertklassen von Böden unterschiedlicher Nutzung

Nutzungstyp	n	Schätzwertklasse im Vergleich zur Messwertklasse						
		≤3	≤2	≤1	=	≥1	≥2	≥3
Wald	3				1	2		
Acker	13			3	8	2		
Weinberg	4					1	3	
Park-/Grünfläche	19				3	10	6	
Kleingarten	7				1	3	3	
Einzelhaus	12			10	2			
Blockbebauung	15				2	8	5	
Dorfkern	4				2	2		
Straße	1				1			
Bahn	5					2	2	
Militärkaserne	7				1	4	2	
Gesamt	90			13	18	35	23	

3.2.2.1.5 Luftkapazität

Die Luftkapazität wird nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AG BODEN 1994) aus Bodenart und Lagerungsdichte mit Zu- und Abschlägen je nach Humusgehalt abgeleitet. Von allen hier abgeleiteten Kennwerten weist die Luftkapazität die höchste Übereinstimmung zwischen Meß- und Schätzwert auf. 61% aller Horizonte fallen in die gleiche Klasse wie der Messwert, bei ± 1 Klasse Abweichung sind es sogar 98% (Tab. 33).

Abweichungen um 2 Klassen wurden nur an 2 Horizonten von Böden der Park-/Grünflächen vorgefunden. Generell wird die LK stärker unterschätzt als überschätzt. Hierbei fallen vor allem die Böden des Nutzungstyps Einzelhaus auf.

Tab. 33: Übereinstimmung der Mess- und Schätzwertklassen von Böden unterschiedlicher Nutzung

Nutzungstyp	n	Schätzwertklasse im Vergleich zur Messwertklasse						
		≤3	≤2	≤1	=	≥1	≥2	≥3
Wald	3				3			
Acker	13				11	2		
Weinberg	4				4			
Park-/Grünfläche	19		2	5	10	2		
Kleingarten	7			2	5			
Einzelhaus	12			10	2			
Blockbebauung	15			4	8	3		
Dorfkern	4			1	2	1		
Straße	1				1			
Bahn	5			1	3	1		
Militärkaserne	7			1	6			
Gesamt	90		2	24	55	9		

3.2.2.2 Regressionsgleichungen

Für Böden aus anthropogenen Substraten existieren bereits Regressionsberechnungen für die Herleitung von Kennwerten der Wasserbindungscharakteristik aus den Grundgrößen Lagerungsdichte, Skelettgehalt, organische Substanz und Körnung (HORN & TAUBNER 1996). Diese wurden für alle anthropogenen Horizonte und für verschiedene technogene Substrate, wie z.B. Bauschutt, Aschen, Müll entwickelt.

Da eine Unterteilung nach speziellen Substratgruppen im Rahmen unserer Untersuchungen nicht möglich war, wurde die Regressionsberechnung angewandt, die für alle anthropogenen Horizonte gelten. Dargestellt werden die Feldkapazität, die ein Kennwert der Wasserhaltekapazität von Böden ist und die gesättigte Wasserleitfähigkeit, die das Versickerungsverhalten von Böden maßgeblich beeinflusst.

3.2.2.2 Feldkapazität

Die Feldkapazität wurde für alle Horizonte nach folgender Formel berechnet (HORN & TAUBNER 1996):

$$FK = 65,51 - 15,31 * dB - 0,077 * S_{kt} - 0,225 * S$$

Die Ergebnisse können der Tabelle x im Anhang entnommen werden. Der Vergleichbarkeit wegen wurden die Ergebnisse zunächst den Bewertungsklassen nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung zugeordnet (Tab. 34).

Tab. 34: Übereinstimmung der Messwerte und Regressionsberechnungen nach Bewertungsklassen (*Gesamtergebnis aus Tab. 32: Vergleich der Mess- und Schätzwerte*)

Nutzungstyp	n	Schätzwertklasse im Vergleich zur Messwertklasse						
		≤3	≤2	≤1	=	≥1	≥2	≥3
Wald	3				2	1		
Acker	13			5	8			
Weinberg	4			1	3			
Park-/Grünfläche	19			2	12	5		
Kleingarten	7			1	4	2		
Einzelhaus	12				2	10		
Blockbebauung	15			5	9	1		
Dorfkern	4				2	2		
Straße	1				1			
Bahn	5				3	1	1	
Militärkaserne	7			2	5			
Gesamt	90			16	51	22	1	
<i>Gesamt</i>	<i>90</i>			<i>13</i>	<i>18</i>	<i>35</i>	<i>23</i>	<i>1</i>

Insgesamt erzielt die Regressionsberechnung eine wesentlich höhere Übereinstimmung mit den Messwerten als die Schätzwerte nach der KA4 . 51% der Schätzwerte fallen in die gleiche Klasse wie die Messwerte. Bezieht man die Werte die ± 1 Klasse abweichen mit ein, so erzielt man mit diesen Berechnungen für 99% (gegenüber 73% nach Schätzung) der Horizonte realistische bzw. noch tolerierbare Werte. Lediglich bei einem Horizont der Bahnböden liegt der Regressionswert 2 Klassen über dem Messwert.

Da die Klasseneinteilung die tatsächlichen Werte nur unzureichend widerspiegelt und Werte mit nur geringfügigen Unterschieden aufgrund ihrer Lage in Grenzbereichen der Klassen in verschiedene Stufen eingeteilt werden können, wird die tatsächliche Abweichung vom Messwert nochmals dargestellt (Tab. 35).

Tab. 35: Mittlere Abweichung vom Messwert (Vol.%) der geschätzten und berechneten Werte

Nutzungstyp	n	KA 4	Regressionswert
Wald	3	5,3	3,3
Acker	13	0,5	3,5
Weinberg	4	17,2	0,9
Park-/Grünfläche	19	13,2	2,3
Kleingarten	7	14,7	0,7
Einzelhaus	12	12,2	6,8
Blockbebauung	15	12,7	1,5
Dorfkern	4	13,1	3,5
Straße	1	10,8	4,5
Bahn	5	20,6	7,6
Militärkaserne	7	11,9	0,5
Gesamt	90	12,0	1,2

Bei der Schätzung der Feldkapazität wird durch die Anwendung der Regressionsgleichung gegenüber der Schätzung mit der Bodenkundlichen Kartieranleitung ein deutlich geringerer Fehler erzielt. Lediglich bei der naturnahen Nutzungen Acker fällt der Regressionswert schlechter aus. Weniger deutlich ist auch der Unterschied beim Waldstandort.

3.2.2.2.1 Gesättigte Wasserleitfähigkeit

Die gesättigte Wasserleitfähigkeit wurde für alle Horizonte nach folgender Formel (HORN & TAUBNER 1996) berechnet:

$$\ln(k_f) = 8,292 - 1,856 * dB + 0,038 * S_{kt} - 0,071 * T$$

Alle Ergebnisse der unterschiedlichen Verfahren und die Bewertung nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung sind in Tab. A29 im Anhang dargestellt. Nachfolgend werden die Ergebnisse der Regressionsberechnung der Vergleichbarkeit wegen und auch

wegen der extremen Streubreiten nach den Bewertungsklassen der Bodenkundlichen Kartieranleitung ausgewertet (Tab. 36).

Insgesamt zeigen die berechneten Werte eine bessere Übereinstimmung mit den Messwerten als die Schätzwerte. Die Übereinstimmung ist hier um 10% höher, bei Einbeziehung einer tolerierbaren Abweichung von ± 1 Klasse fällt sie mit ca. 57% um 22% besser aus. Die Messwertabweichung um 3 Klassen ist von 41% auf 17% zurückgegangen.

In der Regel konnte die tolerierbare Übereinstimmung bei fast allen Nutzungstypen verdoppelt werden. Problematisch bleibt aber weiterhin, dass ca. 40% der Horizonte 2 und mehr Klassen von den Messwerten abweichen.

Tab. 36: Übereinstimmung der Messwerte und Regressionsberechnungen nach Bewertungsklassen (*Gesamtergebnis aus Tab. 31: Vergleich der Mess- und Schätzwerte*)

Nutzungstyp	n	Schätzwertklasse im Vergleich zur Messwertklasse						
		≤ 3	≤ 2	≤ 1	=	≥ 1	≥ 2	≥ 3
Wald	3				2		2	
Acker	13	1	1	4	3	2	2	
Weinberg	4	1	1	1	1			
Park-/Grünfläche	19	3	4	3	7	2		
Kleingarten	7	1		3	1	1		
Einzelhaus	12	3	7	1	1			
Blockbebauung	15	3	3	4	2	2	1	
Dorfkern	4	3	3	4		2	1	
Straße	1				1			
Bahn	5		2		3			
Militärkaserne	7	3		1	4	1		
Gesamt	90	15	18	18	24	11	4	
<i>Gesamt</i>	<i>90</i>	<i>37</i>	<i>22</i>	<i>5</i>	<i>15</i>	<i>10</i>	<i>1</i>	

Vergleicht man die gemessenen, geschätzten und berechneten kf-Werte (Tab. A29 im Anhang), so liegen die berechneten kf-Werte für Horizonte aus überwiegend technogenen Substraten (Profil Lehenpark, Klängenbachpark, Bahn IV) in ähnlich extrem hohem Bereich wie die Messwerte. Darüber hinaus sind sie in der Regel höher als die nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung geschätzten, erreichen aber, von o.g. Standorten abgesehen, nicht in dem Umfang extrem hohe Bereiche wie die Messwerte.

4.2.2.3 Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Ableitung von ökologischen Kennwerten

Die Schätzung des **Humusgehaltes** liefert in ca. 80% der Fälle halbwegs realistische Werte. Größere Fehleinschätzungen sind besonders bei Böden mit höheren Gehalten an technogenen Substraten zu erwarten. Hier ist in unterschiedlichem Umfang nicht nur die ursprüngliche Bodenart, sondern auch das natürliche Farbspektrum (Kohle, Ziegel, Mörtel), auf dessen

Grundlage die Schätzwerte geeicht sind, verändert. Dies zeigte sich auch bei den Geländeaufnahmen, wo es teilweise schwierig war die passenden Farbwerte zu finden, bzw. aufgrund in der Munsell Farbtabelle nicht vorhandenen Farbwerten annähernd passende Farben gesucht werden mussten. Hier müssten substratspezifisch Zusammenhänge zwischen Humusgehalten und Bodenfarbe, bzw. ergänzenden Bodenfarben entwickelt werden.

Die Schätzung der **Kationenaustauschkapazität** ergibt in ca. 80% der Fälle gute bzw. noch tolerierbare Werte. Größere Abweichungen treten wiederum bei den stärker anthropogen geprägten Böden der Nutzungstypen Weinberg, Blockbebauung, Park-/Grün- und Bahnflächen sowie an dem Industriestandort auf. Kritisch ist hierbei die Tendenz zur Überschätzung der KAK zu betrachten. Es empfiehlt sich daher in Fällen, wo eine genaue Kenntnis der Sorptionskapazität von besonderer Bedeutung ist, z.B. bei Gefährdungsabschätzungen die für Geländearbeiten entwickelte Schnellbestimmung mit dem Methylenblautest (BLUME et al. 1997) durchzuführen.

Von allen im Rahmen dieser Arbeit abgeleiteten Schätzwerten weist die **Luftkapazität** die höchste Übereinstimmung mit den Messwerten auf. Da die Regressionsberechnungen bisher keine besseren Werte ergeben, empfiehlt es sich diesen Kennwerte aus der Bodenkundlichen Kartieranleitung herzuleiten.

Bei der Herleitung der **Feldkapazität** empfiehlt es sich die Regressionsberechnung anzuwenden, die wesentlich bessere Ergebnisse liefert als die Schätzmethode der Bodenkundlichen Kartieranleitung.

Die Ableitung der **gesättigten Wasserleitfähigkeiten** ist problematisch. Die Regressionsgleichung zeigt die besseren Übereinstimmungen mit den Messwerten. Für Böden mit überwiegend technogenen Substraten, aber auch umgelagerten natürlichen Substraten und Mischungen ist die Berechnung zunächst die bessere Alternative. Von einer stärkeren Anpassung der Regressionsgleichungen an die Messwerte muss erst mal Abstand genommen werden bis die Ursache für die ungewöhnlich hohen Werte geklärt sind. HORN & TAUBNER (1996) haben zwar auch für bestimmte technogene Substrate extrem hohe Werte gemessen. Dies zeigt sich auch in der Übereinstimmung der Regressions- und Messwerte bei den Horizonten aus überwiegend technogenen Substraten. Klärungsbedarf besteht aber weiterhin bei den Horizonten aus überwiegend natürlichen Substraten. Da auch Vergleichsmöglichkeiten aus anderen Untersuchungen nicht vorliegen, Rechen- und Messfehler ausgeschlossen werden können, bleibt noch die Frage der angewandten Methodik. Hier würde sich eine Überprüfung der Messergebnisse mittels direkter Messung der Versickerungsleistung oder durch Messungen an größeren ungestörten Proben (Monolithen) empfehlen. Dieser Aufwand konnte im Rahmen dieses Projektes nicht betrieben werden.

3.3 Wärme- und Wasserhaushalt der Messstandorte

3.3.1 Physikalische Charakterisierung

3.3.1.1 Textur, Skelettgehalte, Lagerungsdichte und kf-Werte

Bei allen 5 Messstandorten handelt es sich über die gesamte Profiltiefe um Aufschüttungsböden aus überwiegend natürlichen umgelagerten Bodensubstraten, außer dem Standort Allianz, wo nur die obersten 60 cm aufgeschüttet sind.

Entsprechend den standorttypischen lehmig-tonigen natürlichen Ausgangssubstraten im Untersuchungsgebiet dominieren als Bodenart unterschiedlich stark tonige Lehme mit Tongehalten zwischen 30 und 40% (Tab. 37). Untergeordnet treten noch schluffige Tone in den Unterbodenhorizonten der Standorte Schwefelbrunnen und Hospitalhof sowie verstärkt beim Standort Allianz auf. Kennzeichnend für diese Bodenart sind neben den hohen Schluffgehalten sehr geringe Anteile der Sandfraktion. Sandigere Bodenarten finden sich in der Regel in den obersten Bodenhorizonten. Die höchsten Sandgehalte weist der Bahnstandort in der stark skelettierten Bodentiefe von 0-50 cm auf. Dies wird hauptsächlich durch die hohen Gehalten an Aschen, Schottern, Kohle, Kohlestaub verursacht, durch deren überwiegend kantige Struktur ein Einzelkorngefüge vorliegt.

Alle anderen Standorte sind als schwach bis mittel skeletthaltig anzusprechend. Es überwiegen natürliche Steingehalte. Lediglich beim Standort Allianz dominiert im yjAh-Horizont technogenes/anthropogenes Skelett in Form von Kohleresten und einzelnen Ziegeln. Im Hospitalhof finden sich technogene bzw. anthropogene Beimengungen von Plastik, Glasscherben, Ziegel- und Kohleresten. Im Profil Pfaffenweg untergeordnet Bauschuttreste in Form von Mörtelbändern.

Die Lagerungsdichten bewegen sich insgesamt auf einem mittleren Niveau und nehmen in der Regel vom Oberboden zum Unterboden leicht zu. Eine geringe Lagerungsdichte weisen die obersten Horizonte der Standorte Schwefelbrunnen und Allianz auf sowie der IIIyC-Horizont im Bahnprofil, wo mit $0,93 \text{ g/cm}^3$ die niedrigsten Lagerungsdichte bestimmt wurde. Hohe Lagerungsdichten wurden in den Unterböden der Standorte Hospitalhof und Bahn vorgefunden.

Die gesättigte Wasserleitfähigkeit (kf-Wert) ist in Tab. 37 aufgrund der starken Streuung als geometrisches Mittel und als harmonisches Mittel dargestellt.

Im allgemeinen bewegen sich die kf-Werte auf einem hohen bis extrem hohen Niveau. Mittlere bis hohe kf-Werte weist nur der Unterboden des Standortes Hospitalhof auf, der mit Lagerungsdichten im mittleren Bereich etwas dichter gelagert ist und zum Teil ein Kohärentgefüge aufweist. Durchgängig extrem hohe Werte weist der Standort Bahn IV auf. Hier konnten wegen der hohen Skelettgehalte nur teilweise Stechzylinder genommen werden. Dieser Standort weist insgesamt eine sehr inhomogene Struktur auf. Die anderen Standorte weisen im obersten Horizont die höchsten Wasserleitfähigkeiten auf, was zum großen Teil

durch die starke Durchwurzelung bedingt ist. Mit zunehmender Bodentiefe nehmen die kf-Werte leicht ab. Der sprunghafte Anstieg der kf-Werte ab 100 cm Bodentiefe beim Standort Schwefelbrunnen und auch in geringerem Umfang beim Standort Allianz in 40-60 cm Bodentiefe wird sicherlich durch den Schichtungswechsel und Veränderungen im Sekundärporensystem mit verursacht.

Tab. 37: Physikalische Parameter der Untersuchungsstandorte

Hor.	Tiefe (cm)	S U T			Bodenart	Gefüge	X (Gew.%)		dB g/cm ³	kf (cm/d)	
		(Gew.%)					nat.	tech.		Geom.	Harm.
Schwefelbrunnen (Park) – Mehrschichtallosol-Pararendzina aus nat. umgelagerten Substraten											
yjAh	0-18	39,5	28,9	31,6	Lts	Subpol.-Krüm.	14	<0,1	1,06	4621	4351
yjAh/Cv	-40	24,3	37,7	38,0	Lt3	Polyeder-Koh.	6,4	0,6	1,30	4474	3535
II yjC	71	20,4	48,1	31,5	Lt2	Koh.-Prismat.	10,9	0,1	1,59	596	167
III jC	-95	22,5	42,6	34,9	Lt2	Polyed.-Subpol.	6,0	0	1,48	378	221
IV jC	-120	11,0	53,1	35,9	Tu3	Polyeder	4,6	3,4	1,42	6012	4968
V jC	-150	14,8	47,5	37,7	Lt3	Polyeder	2,9	0,1	1,52	1462	1160
Pfaffenweg (Einzelhaus) – Allosol-Pararendzina aus natürlichen umgelagerten Substraten											
Oh	5-0	51,1	29,1	19,8	Ls4	-	12,4	1,6	-	-	-
jAh	0-5	48,1	31,0	20,8	Ls3	Einzelk.-Subpol	11,5	3,5	-	-	-
yjC1	-65	23,4	40,4	36,2	Lt3	Subpol.-Pol.	12,0	<0,1	1,50	1260	594
yjC2	-100	23,0	43,4	33,6	Lt2	Subpol.-Pol.	11,0	<0,1	1,50	1983	1778
Hospitalhof (Blockbebauung, Tiefgarage) – Mehrschichtallosol-Pararendzina aus nat. umgel. Sub.											
yjAh	0-6	31,1	36,0	32,9	Lt2	Krüm.-Subpol.	4,0	4,0	1,47	1434	329
jAhCv	-25	25,1	39,1	35,8	Lt3	Polyeder	7,0	3,9	1,56	605	292
II yjC	-43	14,0	47,3	38,7	Lt3	Polyed.-Subpol.	12,6	2,4	1,66	249	5
III yjC	-80	11,4	55,5	33,1	Tu3	Kohärent	3,0	<0,1	1,71	80	16
Allianz (Blockbebauung) – Mehrschichtphyrsol-Pararendzina aus nat. umgelagerten Substraten											
yjAh	0-9	32,8	38,2	29,0	Lt2	Subpolyeder	6,9	17,1	1,29	4398	3740
II yjC	-40	5,2	58,1	36,7	Tu3	Subpol.-Koh.	0	6,0	1,46	878	344
III C	-60	15,2	40,7	44,1	Lt3	Subpol.-Koh.	27,3	1,7	1,48	1206	872
III C(t)	-100	7,7	42,5	49,8	Tu2	Kohärent	56	0	1,64	460	234
Bahn IV – Mehrschichttechnosol-Lockersyrosem aus Eisenbahnschottern											
yAih	0-6	54,5	28,1	17,3	Ls4	Einzelkorn	31,8	12,2	1,42	2947	2846
II yjxC	-21	71,7	19,3	9,0	Sl3	Einzelkorn	46,1	23,9	-	-	-
III yjC	-50	74,6	17,6	7,8	Sl2	Einzelkorn	6,8	60,2	0,93	3985	3833
IV C	-70	31,8	35,1	33,1	Lt2	Kohärent	58,6	0,4	-	-	-
V ICv	-120	32,8	28,9	38,3	Lts	Polyeder-Koh.	21,5	0,5	1,72	3520	2020

3.3.1.2 Porenvolumen

In Abb. 2 ist das Porenvolumen der Messstandorte unterteilt nach Luftkapazität, nutzbare Feldkapazität und Totwasseranteil dargestellt.

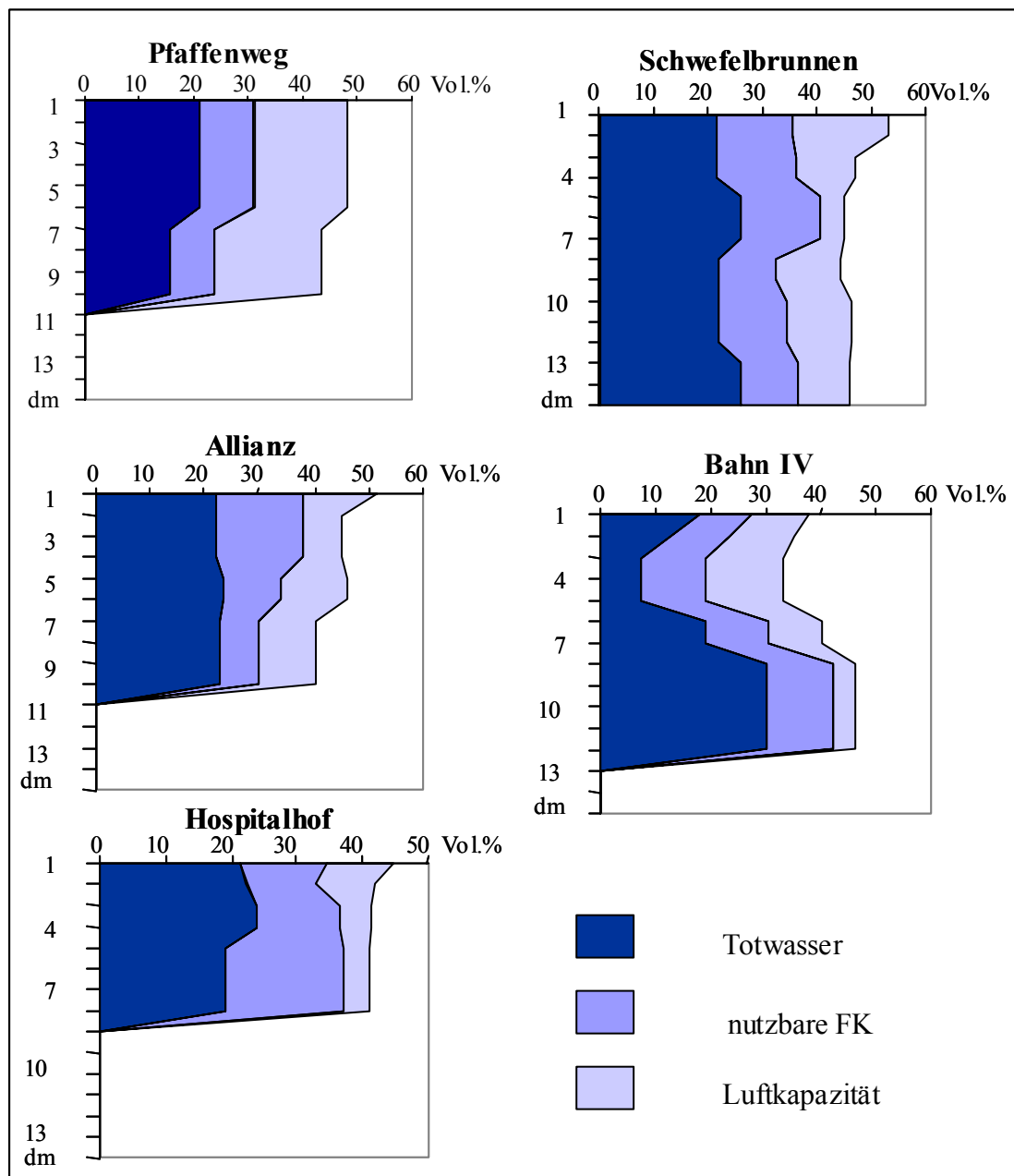


Abb. 2: Tiefenfunktion des Porengrößenverteilung bzw. Wasserbindung in den Böden der Messstandorte

Die Porengrößenverteilung ist eng mit der Textur verknüpft. Das höchste Gesamtporenvolumen weisen die Standorte Schwefelbrunnen und Pfaffenweg auf, das niedrigste der Bahnstandort. Bedingt durch die hohen Skelettgehalte und überwiegend sandige Bodenart liegt das Gesamtporenvolumen im Unterboden unter 40 Vol.%.

Die höchste Luftkapazität weist durchgängig der Standort Pfaffenweg auf, diese nimmt sogar noch im Unterboden durch Verringerung des Feinbodenanteils leicht zu. Dieser Standort weist dadurch eine sehr gute Durchlüftung auf, die nutzbare Feldkapazität ist aber nicht besonders hoch.

Beim Standort Schwefelbrunnen ist in 40-70 cm Bodentiefe ein sprunghafter Anstieg des Feinporenanteils, bei gleichzeitiger Abnahme des Gesamtporenvolumens zu beobachten, was zur einer sehr geringen Luftkapazität führt und offensichtlich durch Verdichtung verursacht ist. In dieser Tiefe ist die Lagerungsdichte auch am höchsten.

Der Standort Hospitalhof zeichnet sich durch ein geringes Grobporenvolumens und hohes Feinporenvolumens aus. Die Luftkapazität ist durch relativ gering, der Totwasseranteils besonders hoch. Dieser Boden weist von allen Messstandorten die höchste Lagerungsdichte auf. Der Mittelporenanteil nimmt durch eine Zunahme der Schlufffraktion im Unterboden noch leicht. Dadurch wird die sowieso schon hohe nutzbare Feldkapazität noch erhöht.

Der Standort Allianz nimmt von allen Messstandorten eine Mittelstellung ein. Die Mittelporen nehmen im Unterboden auf Kosten der nutzbaren Feldkapazität ab, die Luftkapazität wird leicht erhöht.

3.3.1.3 pF-WG-Charakteristik

Die Wasserspannungs-/Wassergehaltsbeziehung (pF/WG-Kurve) beschreibt den Zusammenhang zwischen dem Matrixpotential des Bodens und einer entsprechend gebundenen Wassermenge, dem volumetrischen Wassergehalt. Sie ist eine Grundgröße für die Berechnung von Wasserbewegungen und anderen Wasserhaushaltsgrößen. Der pF-Wert entspricht dem logarithmierten Wert der Wasserspannung.

Der unterschiedliche Verlauf der Kurven wird durch die verschiedenartige Porengrößenverteilung der Böden verursacht. Der Verlauf der Beziehungen zwischen Wassergehalt und Matrixpotential bzw. Wasserspannung ist daher für jeden Horizont und jede Schicht charakteristisch.

Die Abbildungen 3 bis 7 zeigen die pF/WG-Kurven der Messstandorte. Einen recht ähnlichen Verlauf zeigen pF/WG-Kurven des Standorts Pfaffenweg mit Differenzen zwischen den Horizonten von 6-8 Vol.% Wassergehalt. Die pF/WG-Kurven der Bodenhorizonte des Standortes Schwefelbrunnen zeigen recht unterschiedliche Verläufe. Die Wassergehalte bei pF 0 liegen zwischen 42Vol.% bis 52Vol.%, zwischen pF 1 bis 1.3 findet eine Angleichung statt, bei mittlerer Wasserspannung liegen die Unterschiede bei den Wassergehalten bis zu 13 Vol.%.

Beim Standort Allianz liegen die Wassergehalte bei Sättigung zwischen 42Vol.% und 52Vol.%, mit zunehmende pF-Werten findet eine Angleichung statt. Der Kurvenverlauf in den verschiedenen Horizonten des Bahnstandortes zeigt entsprechend der heterogenen Substratzusammensetzung die größten Unterschiede von allen Standorten. Die Differenzen beim Wassergehalt zwischen den einzelnen Horizonten können bis zu 25/26Vol.% betragen. Der mittleren Horizont weist hierbei insgesamt die niedrigsten Wassergehalte auf (Abb. 5).

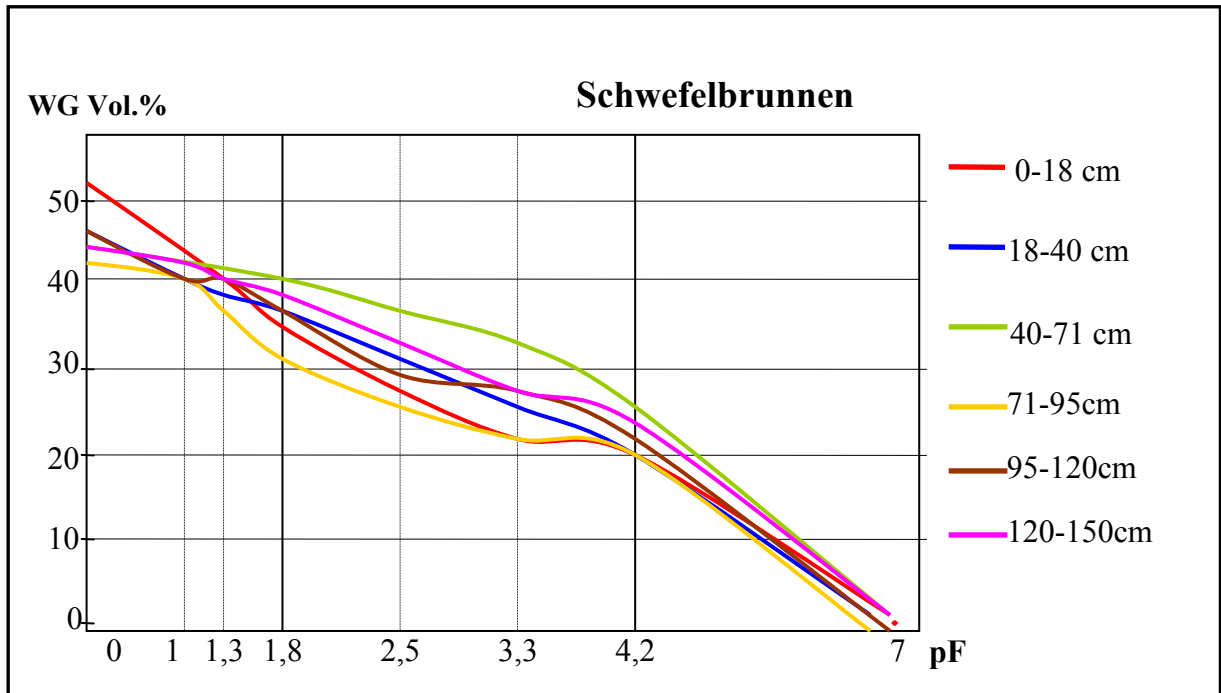


Abb. 3: pF/WG-Kurven des Standortes Schwefelbrunnen

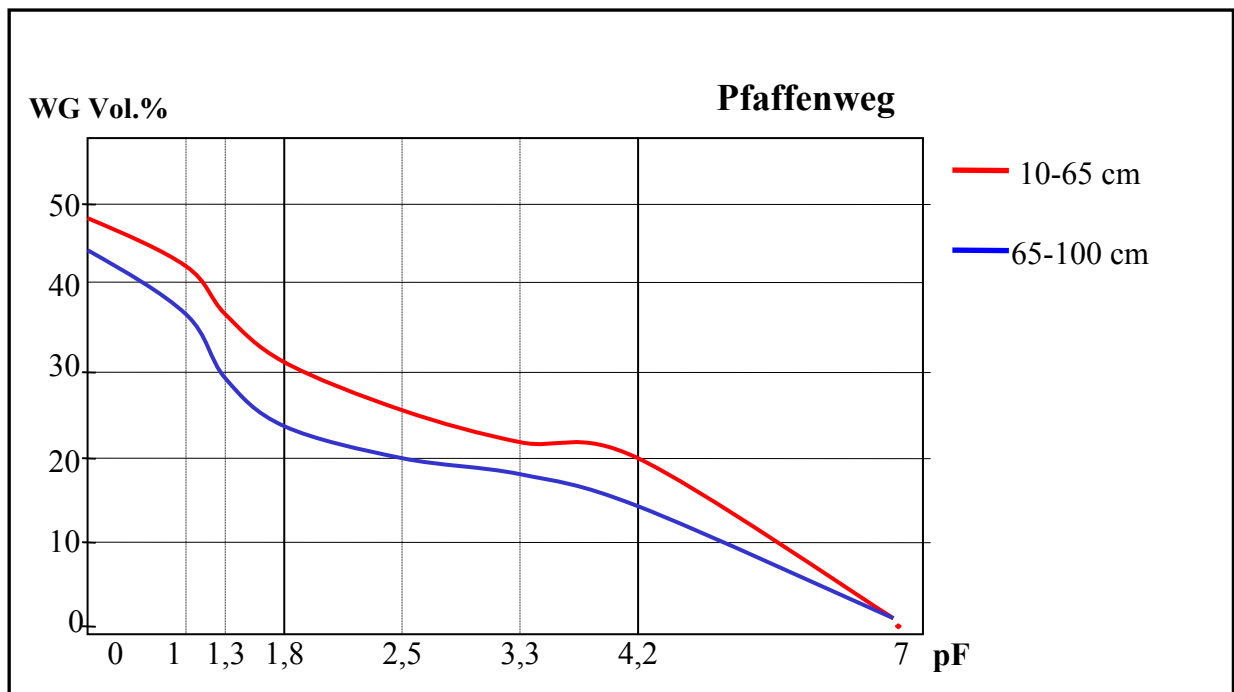


Abb. 4: pF/WG-Kurven des Standortes Pfaffenweg

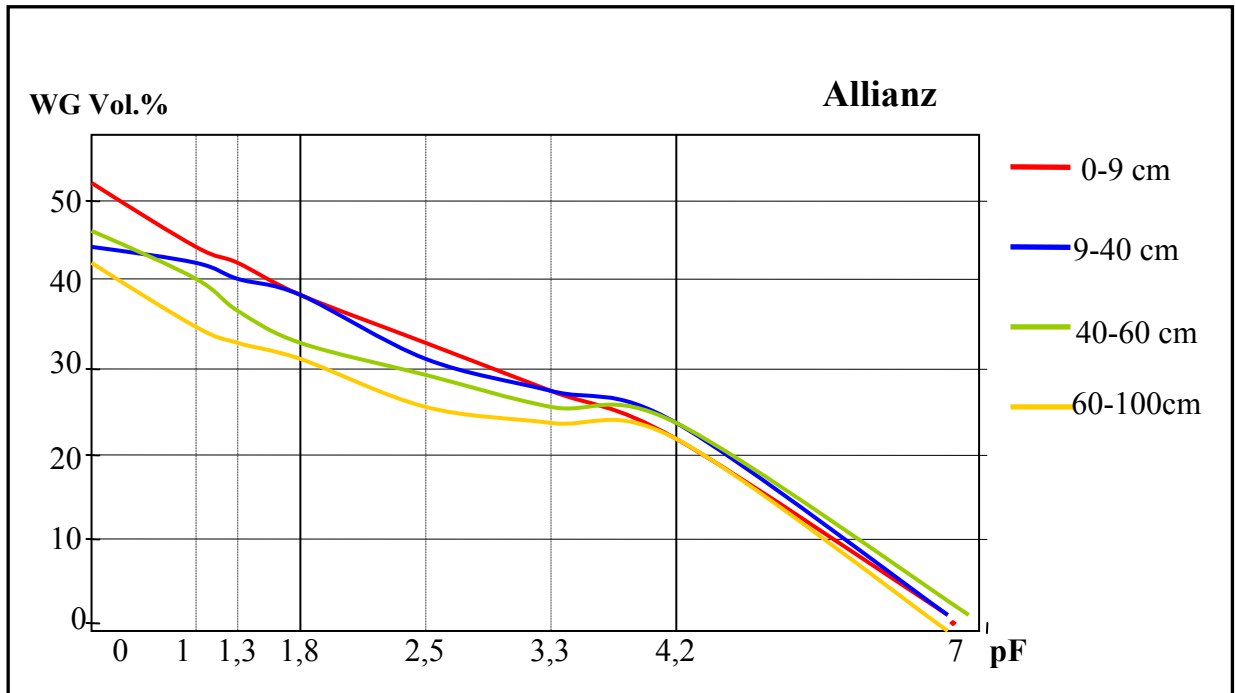


Abb. 5: pF/WG-Kurven des Standortes Allianz

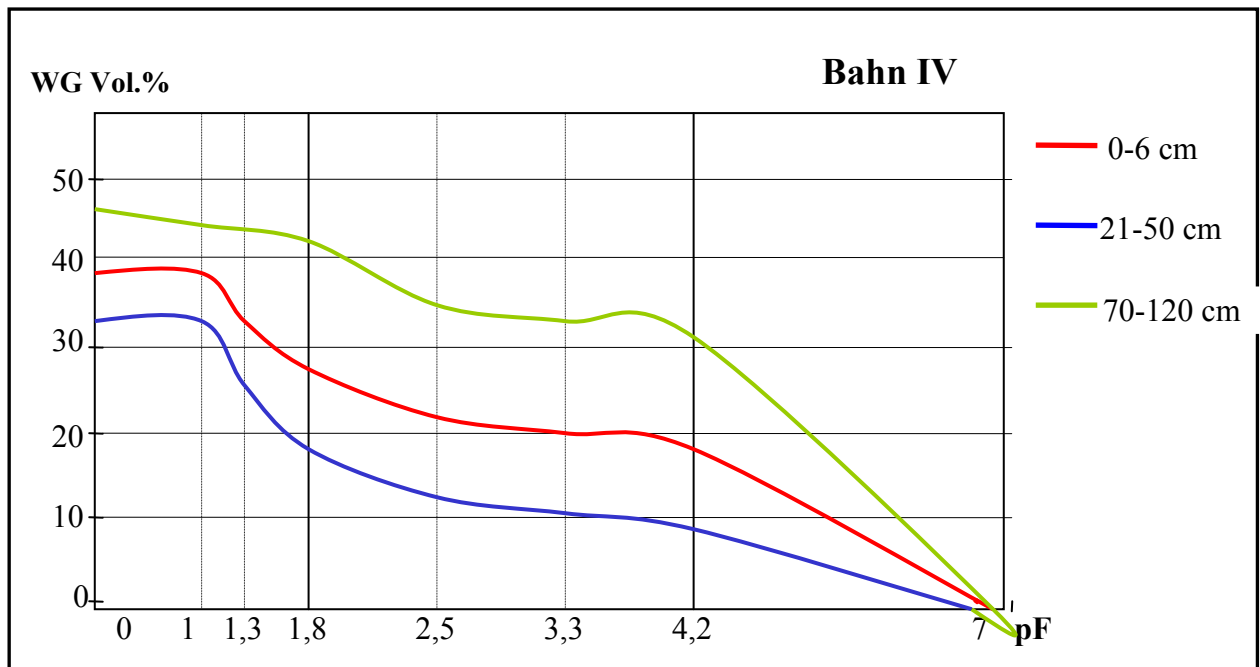


Abb. 6: pF/WG-Kurven des Standortes Bahn IV

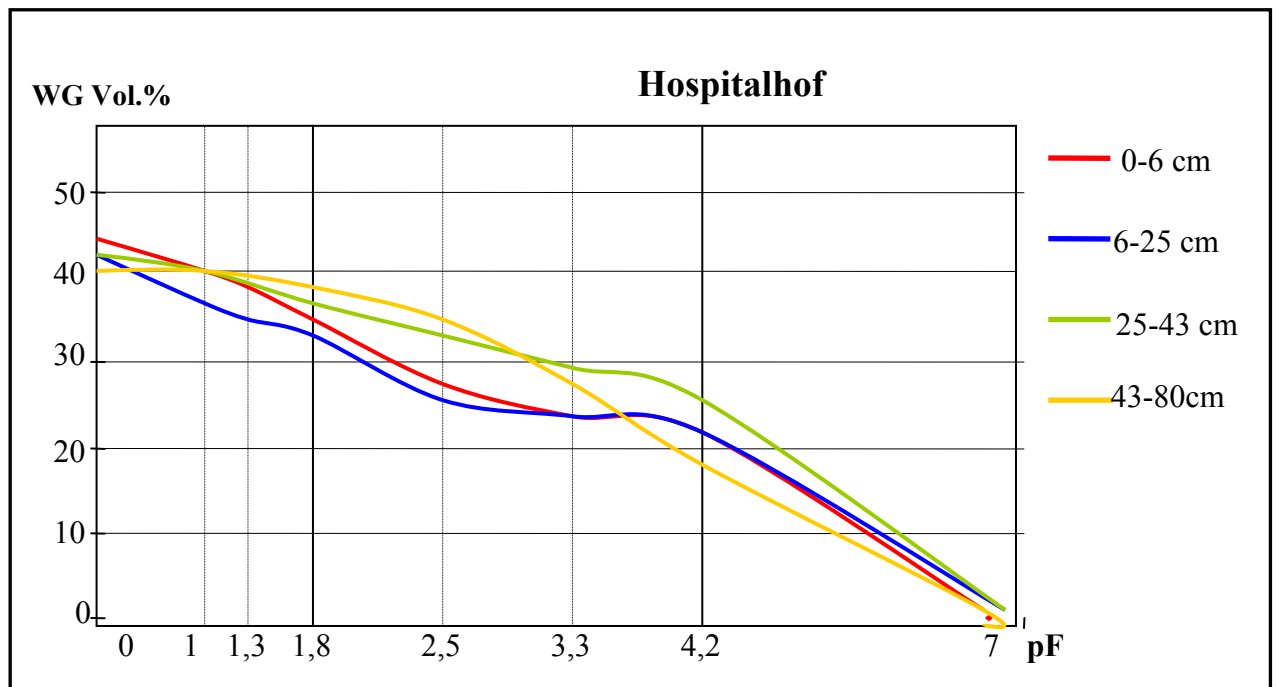


Abb.7: pF/WG-Kurven des Standortes Hospitalhof

3.3.2 Wärmehaushalt

Der Wärmehaushalt von Standorten beeinflusst maßgeblich physikalische, chemische und biologische Prozesse, wie z.B. die N-Mineralisierung. Die Temperatur eines Bodens ist abhängig von der Einstrahlung, der thermischen Reflexion, der Evaporation, der Wärmekapazität und der Wärmeleitfähigkeit (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 2002). Hinzu treten kleinklimatische Verhältnisse und reliefspezifische Besonderheiten, welche auf obengenannte Faktoren rückwirken (Exposition, Inklination, lokale Windverhältnisse usw.). In Ballungsräumen kommt noch punktuell Besiedlung als Wärmequelle, z.B. Wärme aus Gebäudeheizungen in Betracht.

Der Wärmehaushalt eines Standortes wird durch den Jahrgang der Luft- und Bodentemperaturen gekennzeichnet.

3.3.2.1 Lufttemperaturen

Die Lufttemperaturen der nächstgelegenen Klimastation des Deutschen Wetterdienstes in Stuttgart-Mitte (223 m ü. NN) liegen im langjährigen Mittel bei 10,0°C. Im Untersuchungszeitraum wurde die mittlere Lufttemperatur um 1,6°C überschritten. Im Jahresverlauf war der

Dezember mit durchschnittlich 1,8°C der kälteste, der August mit durchschnittlich 21,9°C der wärmste Monat (Tab. 38). Der kälteste Tag war ebenfalls im Dezember mit -14,2°C, der wärmste im August mit 35,8°C.

Tab. 38: Monatsmittelwerte der Lufttemperatur (°C) der Klimastation Stuttgart-Mitte von April 2001 bis März 2002

	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März
MW	9,5	17,7	15,5	21,6	21,9	13,5	14,7	4,7	1,8	2,4	7,5	8,5
Max.	24,0	28,6	30,5	34,1	35,8	25,0	28,8	15,1	13,4	15,5	18,3	21,6
Min.	-0,4	7,3	4,3	10,9	10,1	5,1	7,4	-4,4	-14,2	-11,3	-2,6	-2,1

3.3.2.2 Bodentemperaturen

Die Jahresgänge der Bodentemperaturen in verschiedenen Tiefen sind in Abb. 8 dargestellt.

Als Grenzbereich zwischen Ein- und Ausstrahlung ist an der Erdoberfläche die Amplitude der Temperaturschwankungen am größten und nimmt mit zunehmender Tiefe ab. Analog der Lufttemperatur lagen die Maximalwerte im August, die Minimumwerte zwischen Ende Dezember und Anfang Januar. Die Temperaturamplitude zwischen den Bodentiefen ist in den Sommermonaten am höchsten, in den Monaten September/Okttober findet eine Angleichung statt, die im Winterhalbjahr mit geringerer Amplitude und Abkühlung des Oberbodens einhergeht.

Die höchsten Temperaturen an der Erdoberfläche wiesen im Sommerhalbjahr (Tab. 39) die Standorte Allianz und Bahn IV auf. Diese Standorte weisen auch die höchsten Amplituden zwischen den Bodentiefen auf, wobei der Bahnboden durch seine dunkle Farbe und nur spärliche Vegetationsbedeckung und hohen Wassergehalte tiefer erwärmt wird und die Temperatur mit zunehmender Tiefe kontinuierlich abnimmt. Ausgeglichen ist der Standort Allianz, dessen Bodenoberfläche durch seine windgeschützte ebenfalls sehr hohe Temperaturen aufweist, diese aber nicht so schnell und so tief weiterleitet. Im Sommerhalbjahr nimmt die durchschnittliche Temperatur bis 60 cm Bodentiefe kontinuierlich ab um dann wieder anzusteigen.

Insgesamt sind im Oberboden bis ca. 10 cm Bodentiefe die Unterschiede zwischen den Standorten am höchsten und in den tieferen Bodenbereichen am niedrigsten, im Winter kehrt sich das Bild um.

Der Standort Schwefelbrunnen ist in allen Bodentiefen über das ganze Jahr der wärmste Standort. Die durchschnittlichen Temperaturunterschiede betragen im Sommerhalbjahr weniger 1°C.

Die Standorte Hospitalhof und Pfaffenweg weisen insgesamt die niedrigsten Bodentemperaturen auf. Beim Pfaffenweg wird dies hauptsächlich durch seines Nord-Nordwest-Exposition bedingt sein, der Standort Hospitalhof ist durch seine halboffene Innenhoflage stärkerer Beschattung durch Gebäude ausgesetzt.

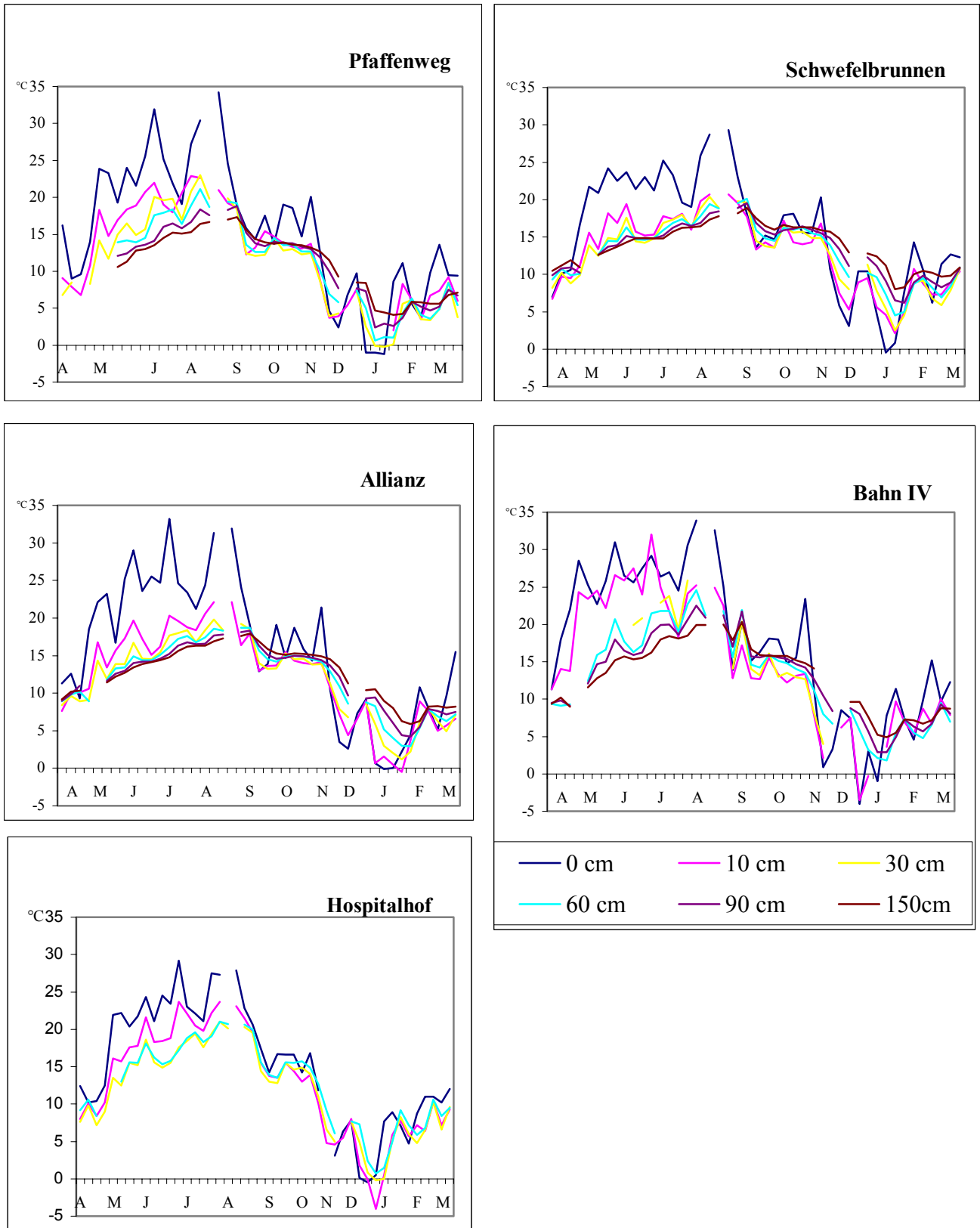


Abb. 8: Temperaturverlauf in verschiedenen Bodentiefen der Untersuchungsstandorte von April 2001 bis März 2002

Tab. 39: Mittelwerte der Bodentemperaturen im Sommer- und Winterhalbjahr im Untersuchungszeitraum

Zeitraum	Tiefe (cm)	Standorte					Standortdifferenz
		Schwefelbr.	Allianz	Hospitalh.	Pfaffenw.	Bahn IV	
SH 2001	0	19,9	21,4	17,0	17,9	21,1	4,1
	10	15,7	16,1	14,3	13,7	18,5	4,8
	30	15,1	14,9	13,1	13,2	-	2,0
	60	15,2	12,3	14,3	15,0	15,6	3,3
	90	15,1	12,8	-	14,5	14,8	2,3
	150	15,0	14,5	-	14,0	13,7	1,3
<i>Amplitude</i>		4,9	9,1	3,9	4,7	7,4	
WH 01/02	0	10,2	8,7	8,3	8,8	9,1	1,9
	10	9,0	7,1	7,9	7,1	7,4	2,0
	30	9,5	7,8	7,3	5,9	-	3,6
	60	10,4	8,8	8,7	6,7	8,1	3,7
	90	11,2	9,5	-	7,6	8,9	3,6
	150	12,2	10,4	-	8,4	9,6	3,8
<i>Amplitude</i>		3,2	3,3	1,7	2,9	2,2	

3.3.2 Wasserhaushalt

3.3.2.1 Niederschläge und Grundwasserstände

Die Niederschlagserfassung an den Messstellen zeigt sehr starke Unterschiede. Im Vergleich zu den Werten der Messstationen Stuttgart-Mitte des Deutschen Wetterdienstes lagen die Niederschläge in der Regel höher, abgesehen vom Standort Pfaffenweg der fast 100 mm unter dem Vergleichsstandorte des Deutschen Wetterdienstes lag, und fast 80 mm unter dem langjährigen Mittel. Dieser Standort befindet sich in Hanglage außerhalb des Talkessels. Die höchsten Niederschläge mit 831 mm wurden am Standort Hospitalhof bestimmt. Hier fallen besonders die Monate Juli und Februar durch sehr hohe Niederschlagsmengen auf (Tab. 40).

Die Monate August, Dezember und Januar waren die niederschlagärmsten Monate, Juli insgesamt der regenreichste Sommermonat. Der regenreichste Wintermonat war an den Standorten Hospitalhof und Bahn IV der Monat Februar.

Die hier vorgefundenen Untersuchungen bestätigen Ergebnisse aus anderen Städten, die höhere Niederschläge für Stadtgebiete in der Größenordnung von 20% angeben, was hauptsächlich durch die höhere Evapotranspiration verursacht wird.

Bei allen Standorten kann von Grundwasserständen >5 m ausgegangen werden, womit eine Beeinflussung des Wasserhaushalts durch kapillare Aufstiegsraten ausgeschlossen werden kann.

Tab. 40: Durchschnittliche Monatswerte der Niederschläge im Untersuchungszeitraum

Monat	Stgt.-Mitte	Allianz	Hospitalhof	Pfaffenweg	Bahn IV
April	50	60	53	41	52
Mai	31	36	28	29	33
Juni	138	56	72	39	54
Juli	40	92	164	66	82
August	34	30	26	30	54
September	61	68	66	59	46
Oktober	62	70	79	68	68
November	73	66	55	50	57
Dezember	52	28	27	28	27
Januar	7	41	39	39	40
Februar	49	55	144	37	144
März	54	94	78	67	86
Summe	651	696	831	553	743

3.3.3.2 Matrixpotentiale

Das Matrixpotential spiegelt die Saugspannung wieder mit der das Bodenwasser gebunden ist. Je weniger Wasser ein Boden enthält, desto stärker halten die matrixbedingten Kräfte es fest, desto höher ist die Saugspannung. Ziel der Tensionsmessungen war es, den Jahresgang der Wasserspannung zu erfassen um Aussagen über den Verlauf der Wassergehalte treffen zu können.

Als maßgeblicher Zustand des Bodenwassers spiegelt das Matrixpotential in seiner Dynamik für die untersuchten Standorte die Bodenunterschiede und die Vegetationsunterschiede wieder. Insgesamt zeigte der Verlauf der Tensionen einen ausgesprochen saisonalen Verlauf.

Der Bahnstandort wies im Jahresverlauf die geringsten Tensionen und Tensionsunterschiede auf. Der Unterboden zeigte fast das ganze Jahr über eine positive Saugspannung an (Abb. 9). Diese wurde gleich Null gesetzt, d.h. dass der Unterboden fast das ganze Jahr über wassergesättigt war. Der Oberboden zeigte eine stärkere Tensionsdynamik. In den Wintermonaten bewegten sich die Tensionen in 10 cm Bodentiefe zwischen 0 und -100 mbar, in den Sommermonaten wurden Tensionen bis zu -800 mbar gemessen. Noch höhere Tensionen können nicht ausgeschlossen werden, da Einstichtensiometer für hohe Tensionen nicht geeignet sind und bei Überschreiten des Limits von ca. -800 mbar dazu neigen zu niedrige Werte anzuzeigen.

Die Tensionen des Standortes Schwefelbrunnen (Abb. 10) zeigen auch eine ausgeprägte jahreszeitliche Dynamik. Zu Beginn der Messungen war der Boden fast wassergesättigt. Mit Beginn der Vegetationsperiode trocknete der Oberboden aus, so dass schon im Mai in 0-30 cm.

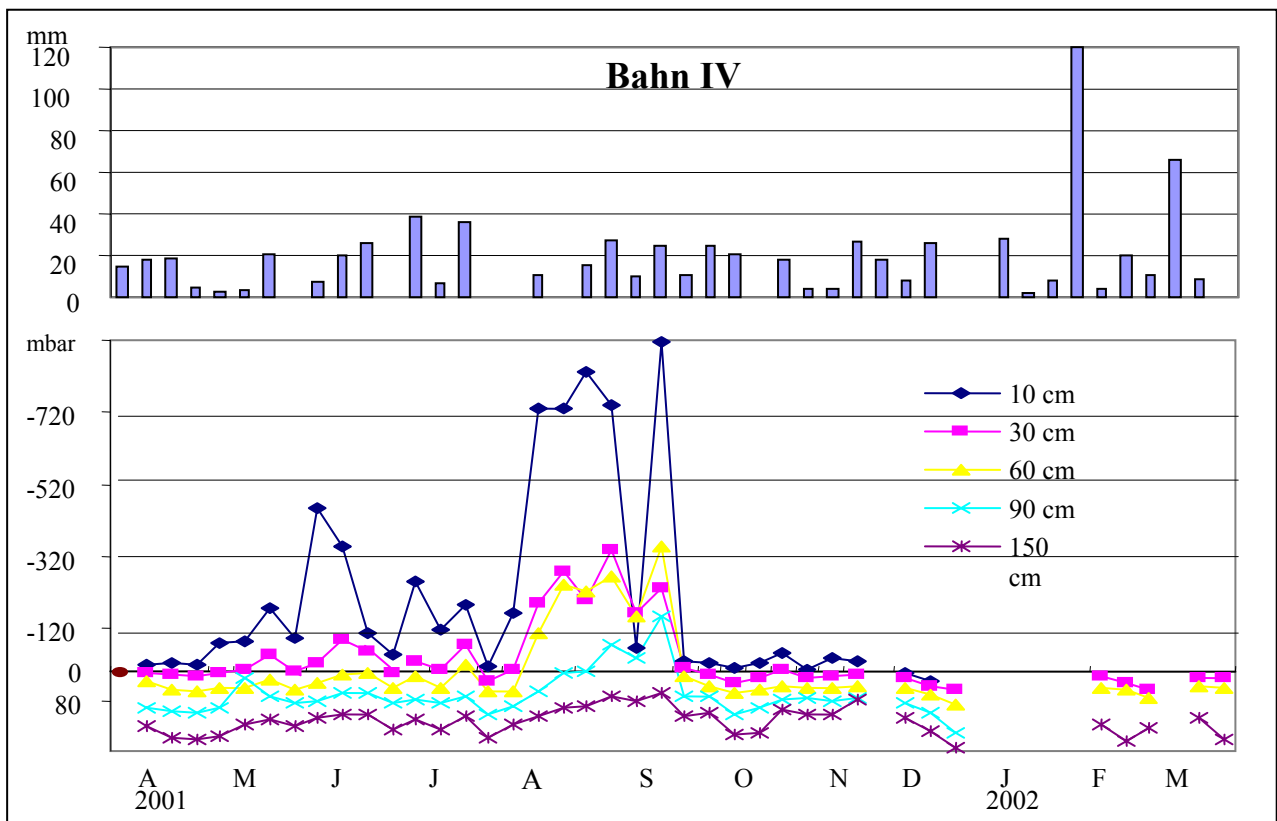


Abb. 9: Wöchentliche Niederschlagssummen und Matrixpotentiale (Tensionen) des Standorts Bahn IV

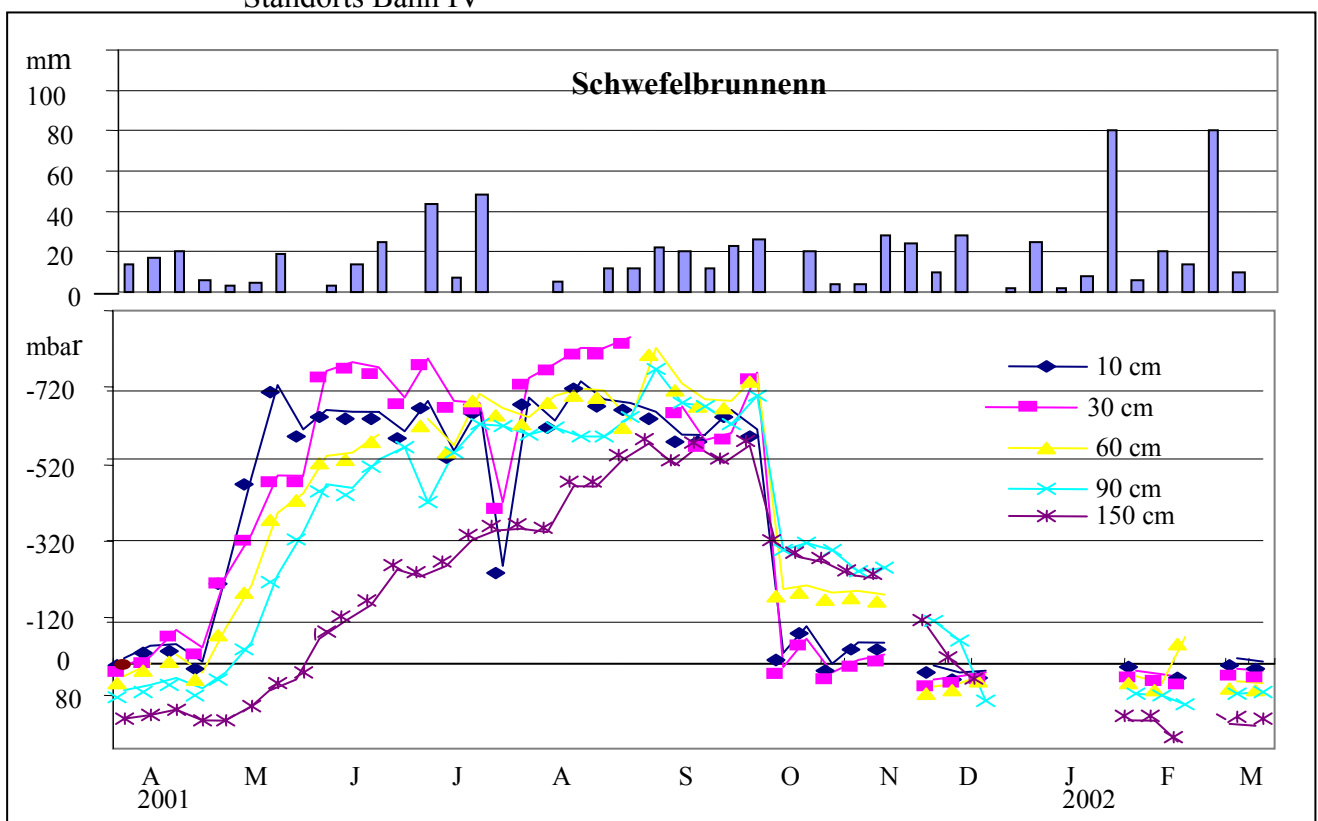


Abb. 10: Wöchentliche Niederschlagssummen und Matrixpotentiale (Tensionen) des Standorts Schefelbrunnen

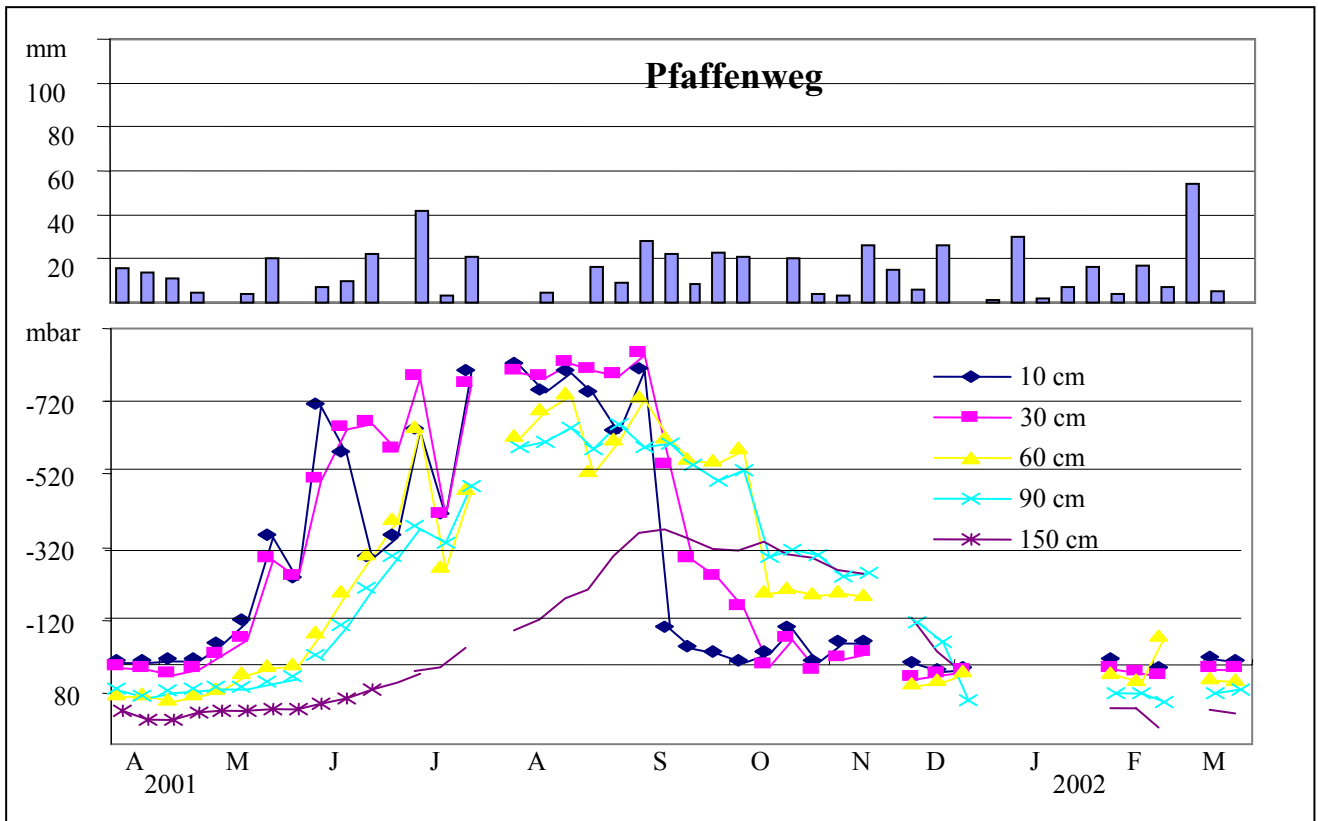


Abb. 11: Wöchentliche Niederschlagssummen und Matrixpotentiale (Tensionen) des Standorts Pfaffenweg

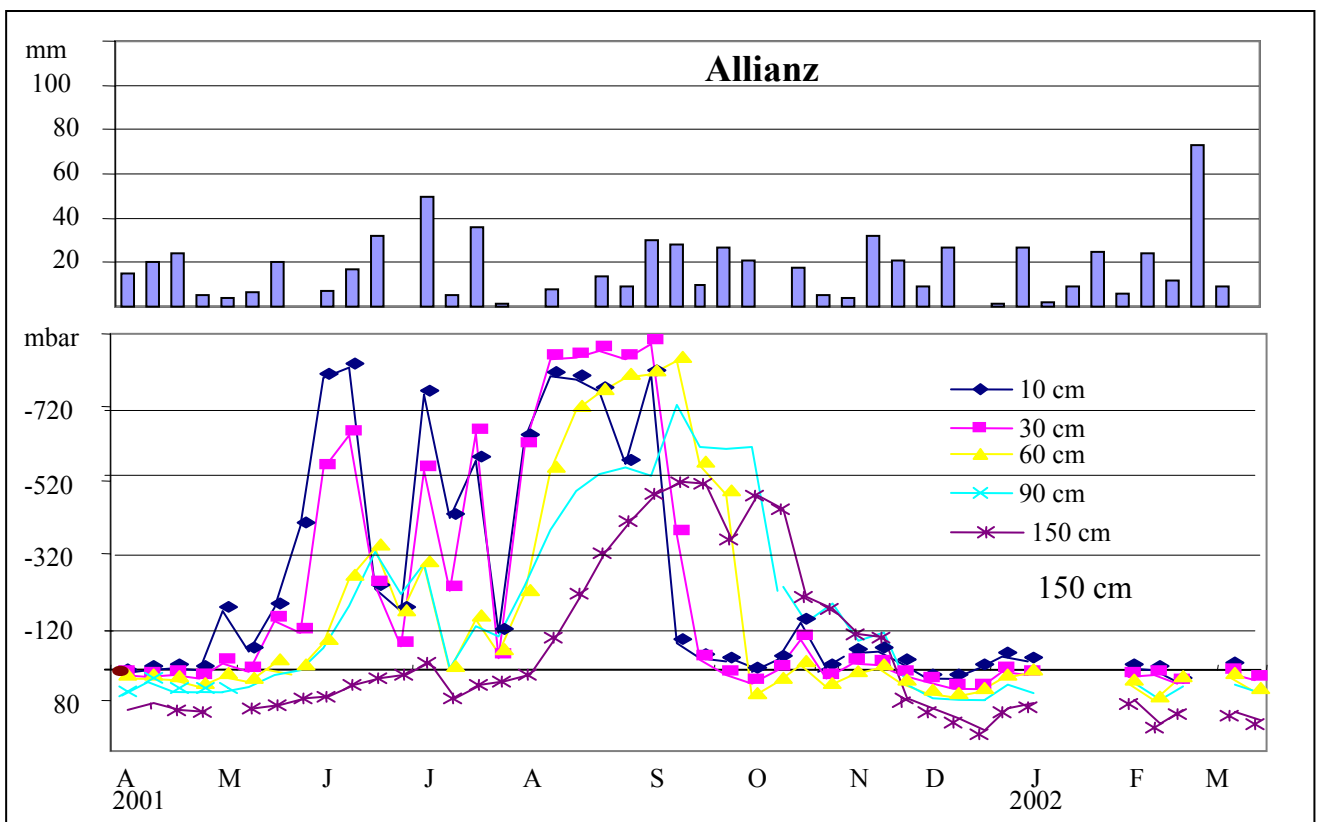


Abb. 12: Wöchentliche Niederschlagssummen und Matrixpotentiale (Tensionen) des Standorts Allianz

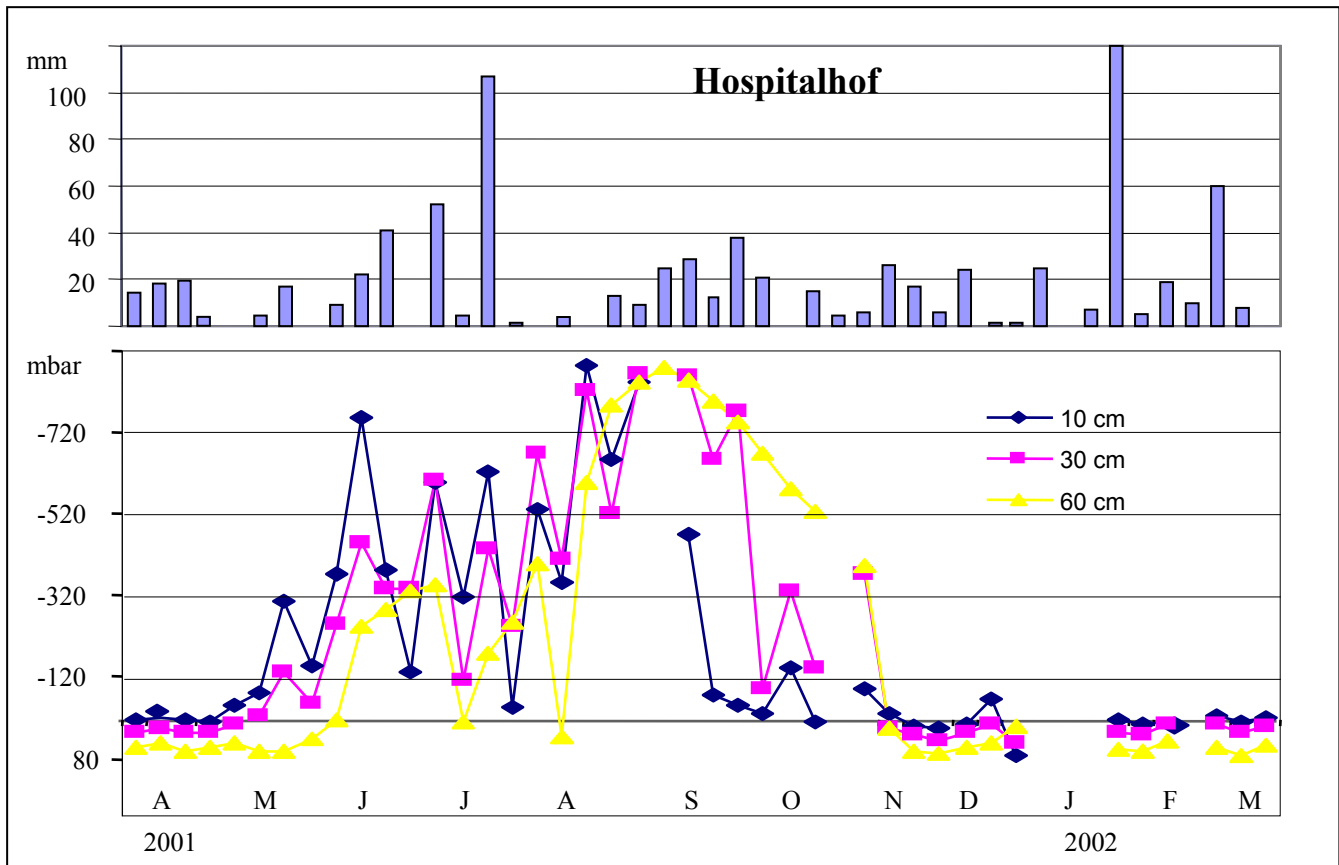


Abb. 13: Wöchentliche Niederschlagssummen und Matrixpotentiale (Tensionen) des Standorts Allianz

Bodentiefe Tensionen zwischen -500 mbar und -700 mbar gemessen wurden. Im weiteren Jahresverlauf zum Sommer hin trocknete auch der Unterboden kontinuierlich aus. In der Bodentiefe von 150 cm wurden bis zu -550 mbar gemessen. Infolge der immer wiederkehrenden Befeuchtung durch die Niederschläge blieben die Tensionen in 10 cm zwischen -530 und -720 mbar. Die höchsten Tensionen wurden in 30 cm Bodentiefe mit -800 mbar erreicht.

Die Tensionsdynamik des Standortes Pfaffenweg (Abb. 11) zeigt wiederum einen typischen jahreszeitlichen Verlauf mit Anstieg der Tensionen zum Sommer und Abfall bis zur Wassersättigung im Winter. Die höchsten Werte lagen im Sommer in 10-30 cm Bodentiefe bei -760 mbar und fielen schon im September stark zurück auf -120 mbar bzw. -320 mbar. Im Vergleich zu den anderen Standorten war hier die sommerliche Austrocknung des Unterbodens weniger ausgeprägt. In der Bodentiefe von 150 cm Tiefe lag der gemessene Maximumwert bei -340 mbar.

Beim Standort Allianz zeigte der Tensionsverlauf auch die ausgeprägte saisonale Dynamik. In den Sommermonaten sanken die Wasservorräte ab, was zum Anstieg der Saugspannungen führte, in den Wintermonaten fand eine Aufsättigung statt und die Tensionen fielen bis auf pF 0 bzw. bis in den positiven Bereich ab. Im Unterschied zu den anderen Standorten reagierte der Oberboden sehr schnell auf die Wasserzufuhr durch die Niederschläge. Die Tensionen in 10 und 30 cm Tiefe zeigen dementsprechend einen sehr sprunghaften Verlauf. Die höchsten

Werte wurden in den Monaten August und September mit bis zu -820 mbar in 30 cm Bodentiefe gemessen.

Beim Standort Hospitalhof (Abb. 13) ist wiederum ein jahreszeitlicher Verlauf der Tensionen zu beobachten. Ähnlich wie beim Standort Allianz zeigt der Tensionsverlauf in Reaktion auf die Niederschläge einen sehr sprunghaften Verlauf. Im Juli fielen die Tensionen aufgrund der hohen Niederschläge in 10 cm Bodentiefe bis auf -30 mbar ab.

3.3.2.3 Bodenwassergehalte und Wasservolumen

Die Wassergehalte wurden im Untersuchungszeitraum in wöchentlichen Abständen mittels TDR-Sonden direkt volumetrisch erfasst. Die gemessenen Werte sind in Tab. A33 im Anhang dargestellt. Zur Kontrolle wurden in 4-5-wöchigen Abständen noch die gravimetrischen Wassergehalte bestimmt. Ein Vergleich mit den gravimetrisch ermittelten und durch Multiplikation mit der Lagerungsdichte auf volumetrische Wassergehalte umgerechneten Werte erbrachte eine sehr schlechte Übereinstimmung. In der Regel liegen die TDR-Werte viel zu hoch, bei sehr hohen Wassergehalten zeigen sie viel zu niedrige Werte an. Die aktuellen Wassergehalte wurden deshalb mittels der pF/WG-Charakteristik und der Tensionswerte berechnet. Der jahreszeitliche Verlauf der Wassergehalte ist für die verschiedenen Standorte in Abb. 14 eingeteilt nach Wassergehaltsstufen dargestellt.

Die Dynamik der Tensionsverläufe spiegelt sich auch im Jahresgang der Wassergehalte wieder. Allen Standorten gemeinsam sind höhere Wassergehalte in den Wintermonaten und eine Abnahme in den Sommermonaten. Die Höhe und der Verlauf ist jedoch standortspezifisch sehr verschieden.

Die ausgeprägtesten jahreszeitlichen Unterschiede weist der Standort Pfaffenweg auf. Aufgrund seines hohen Porenvolumens und einheitlichen Bodenstruktur reagiert der Boden über die ganze Profiltiefe recht einheitlich. Die Wassergehalte im Winterhalbjahr liegen bei voller Sättigung $>50\text{Vol.}\%$, in den Sommermonaten dagegen in der niedrigsten Klasse zwischen $18-25\text{Vol.}\%$. Lediglich im Oberboden während der herbstlichen Übergangsphase bewegen sich die Wassergehalte im Zwischenbereich von $26-49\text{Vol.}\%$. Da die gravimetrischen Wassergehalte hier niedrigere Werte anzeigen sowie aufgrund der Mittelhanglage und hohen Grobporenvolumens ist vor allem im Oberboden davon auszugehen, dass die Wassergehalte im Winterhalbjahr eher im Bereich der Feldkapazität liegen.

Einen ganz anderen Verlauf zeigt der Standort Schwefelbrunnen. Die Wassergehalte spiegeln nicht nur den Jahresverlauf, sondern auch die Schichtung des Profils wieder. Die niedrigsten Wassergehalte im Sommerhalbjahr zeigt die Bodenschicht zwischen 70-100 cm. Diese Bodenschicht erwies sich auch beim Aufgraben trockener und wesentlich härter als die anderen Schichten. Die wasserstauende Wirkung dieser Schicht zeigt sich besonders deutlich in den Sommermonaten. Die zugeführte Wassermenge verbleibt größtenteils in der darüberliegenden Schicht, was sich günstig auf die Wassergehalte in den oberen Schichten auswirkt und eine stärkere Austrocknung des Oberbodens durch kapillaren Aufstieg verhindert. In den

Wintermonaten findet eine Aufsättigung statt. Dieser Zeitraum ist aber wesentlich kürzer als bei den anderen Standorten.

Beim Standort Allianz zeigt sich eine deutliche Wassergrenze zwischen dem aufgeschütteten Oberboden und dem natürlich anstehenden Unterboden, die durch eine verzögerte Versickerung in den dichteren Unterboden bedingt ist. Die Wassergehalte des Unterbodens unterteilen sich recht einheitlich in einen mit zunehmender Tiefe kürzeren Sommerzeitraum mit Wassergehalten zwischen 26-33Vol.% und längeren Winterzeitraum mit Wassergehalten zwischen 34-41Vol.%. Der Oberboden zeigt stark niederschlagsabhängige Wassergehalte und trocknet nur im Sommer kurzzeitig etwas stärker aus. Bei anfallendem Niederschlag findet sehr rasch eine Durchfeuchtung der oberen Schichten statt. In den Wintermonaten weist der Oberboden aufgrund der wasserstauende Wirkung des Unterbodens mit 34-49Vol.% die höchsten Wassergehalte im gesamten Profil auf.

Der Bahnstandort ist ganzjährig durch Stauwasser geprägt. Die Wassergehalte liegen bei Feldkapazität oder darüber. Lediglich im Sommer findet eine sehr kurze, ca. 4-wöchige Austrocknung bis in den Unterboden statt mit Abnahme der Wassergehalte bis auf 20Vol.%. Der Oberboden zeigt sehr kurzfristige Wassergehaltsänderungen in den Sommermonaten auf. Die Schwankungsbreite reicht von 20 bis 40Vol.%. Die gravimetrisch ermittelten Wassergehalte zeigen eine noch stärkere Austrocknung des Oberbodens bis auf 10Vol.% an. Diese Werte dürften eher den tatsächlichen entsprechen, da Tensiometer nur Wasserspannungen bis ca. pF 2,8 genau erfassen.

Die hohen Wassergehalte im Unterboden überraschen zunächst, bestätigen aber die während der Geländearbeiten gemachten Erfahrungen. Von den 3 aufgenommenen Profilen in diesem Geländebereich mit Entfernungen von 50-70 m zwischen den Profilen, war das Profil Bahn II trocken und wies keine Vernässungsmerkmale auf. Das Profil Bahn III lief schon bei 30 cm mit Wasser voll, das Profil Bahn IV erst bei ca. 70 cm. Der sehr inhomogene Aufbau des Unterbodens aus sehr unterschiedlichen Substraten führt offensichtlich je nach Struktur und Dichte des Materials zu Stauungen und Wasseransammlungen, so dass man in von einem eigenen Stauwasserregime bei den Böden in diesem Bahnbereich (unterhalb des Bahndamms) ausgehen muss.

Der Wasserhaushalt des Standortes Hospitalhof (Mächtigkeit der Bodendecke ca. 80 cm, darunter eine Drainageschicht, ab ca. 1 m Tiefgarage) zeigt wiederum die typische saisonale Charakteristik zwischen Sommer- und Winterhalbjahr. Durch die einheitliche Textur des aufgeschütteten Bodenmaterials findet eine sehr einheitliche Verteilung der Wassergehalte im gesamten Profil statt. Die sommerliche Austrocknung führt zu Wassergehalten zwischen 26-33 Vol.%, im Winterhalbjahr findet eine Aufsättigung bis zur Feldkapazität statt. Diese Werte werden durch die gravimetrischen Wassergehalte voll bestätigt.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass wenn auch die ursprüngliche Zielsetzung der Wasserhaushaltsuntersuchung eine andere war, die dargestellten Ergebnisse doch noch überraschen, indem sie zeigen wie stark der Substrataufbau die Wasserhaushaltscharakteristik der anthropogenen Böden bestimmt.

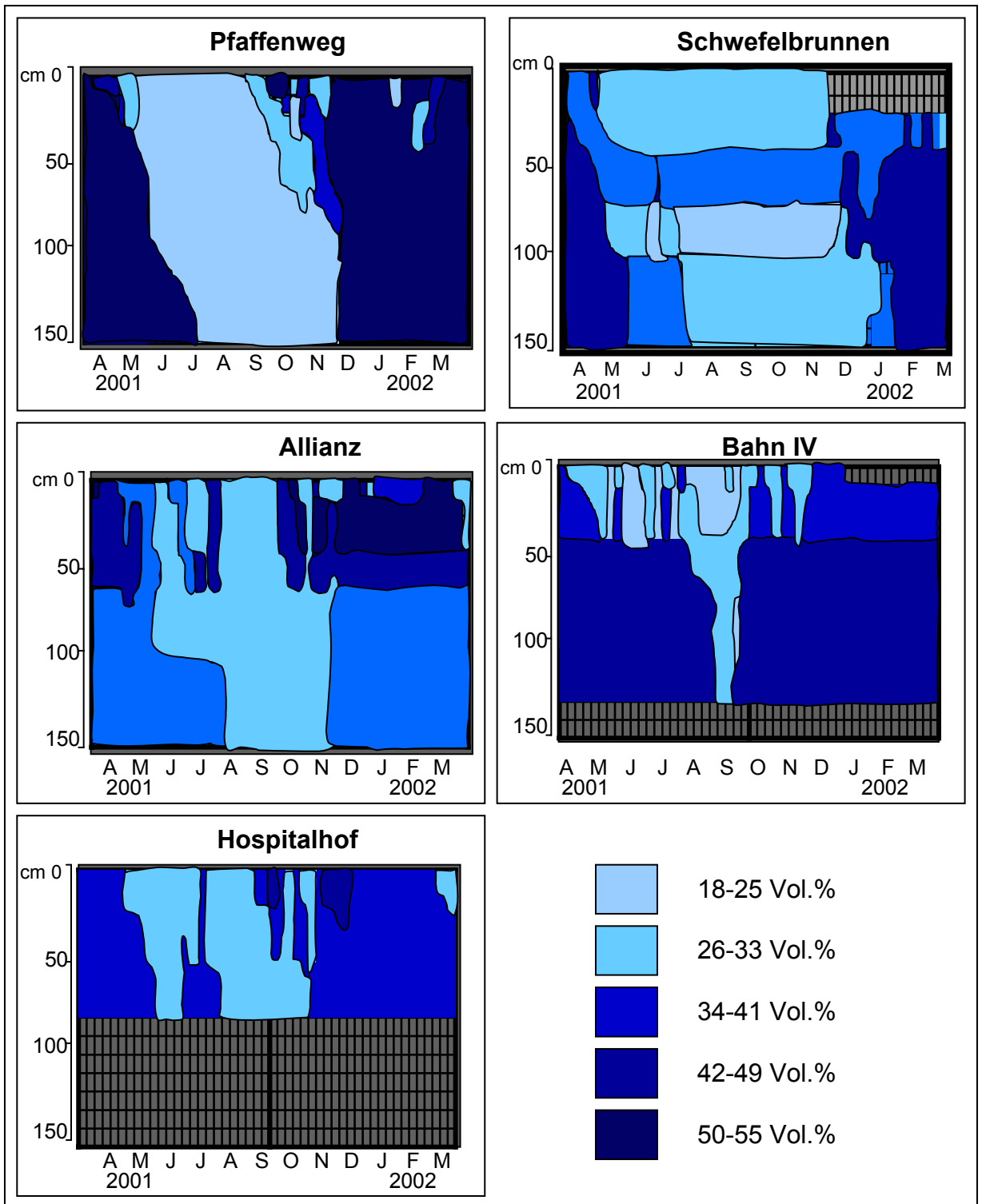


Abb. 14: Jahreszeitliche Dynamik der Wassergehalte im Untersuchungszeitraum

Wintermonaten findet eine Aufsättigung statt. Dieser Zeitraum ist aber wesentlich kürzer als bei den anderen Standorten.

Beim Standort Allianz zeigt sich eine deutliche Wassergrenze zwischen dem aufgeschütteten Oberboden und dem natürlich anstehenden Unterboden, die durch eine verzögerte Versickerung in den dichteren Unterboden bedingt ist. Die Wassergehalte des Unterbodens unterteilen sich recht einheitlich in einen mit zunehmender Tiefe kürzeren Sommerzeitraum mit Wassergehalten zwischen 26-33Vol.% und längeren Winterzeitraum mit Wassergehalten zwischen 34-41Vol.%. Der Oberboden zeigt stark niederschlagsabhängige Wassergehalte und trocknet nur im Sommer kurzzeitig etwas stärker aus. Bei anfallendem Niederschlag findet sehr rasch eine Durchfeuchtung der oberen Schichten statt. In den Wintermonaten weist der Oberboden aufgrund der wasserstauende Wirkung des Unterbodens mit 34-49Vol.% die höchsten Wassergehalte im gesamten Profil auf.

Der Bahnstandort ist ganzjährig durch Stauwasser geprägt. Die Wassergehalte liegen bei Feldkapazität oder darüber. Lediglich im Sommer findet eine sehr kurze, ca. 4-wöchige Austrocknung bis in den Unterboden statt mit Abnahme der Wassergehalte bis auf 20Vol.%. Der Oberboden zeigt sehr kurzfristige Wassergehaltsänderungen in den Sommermonaten auf. Die Schwankungsbreite reicht von 20 bis 40Vol.%. Die gravimetrisch ermittelten Wassergehalte zeigen eine noch stärkere Austrocknung des Oberbodens bis auf 10Vol.% an. Diese Werte dürften eher den tatsächlichen entsprechen, da Tensiometer nur Wasserspannungen bis ca. pF 2,8 genau erfassen.

Die hohen Wassergehalte im Unterboden überraschen zunächst, bestätigen aber die während der Geländearbeiten gemachten Erfahrungen. Von den 3 aufgenommenen Profilen in diesem Geländebereich mit Entfernungen von 50-70 m zwischen den Profilen, war das Profil Bahn II trocken und wies keine Vernässungsmerkmale auf. Das Profil Bahn III lief schon bei 30 cm mit Wasser voll, das Profil Bahn IV erst bei ca. 70 cm. Der sehr inhomogene Aufbau des Unterbodens aus sehr unterschiedlichen Substraten führt offensichtlich je nach Struktur und Dichte des Materials zu Stauungen und Wasseransammlungen, so dass man in von einem eigenen Stauwasserregime bei den Böden in diesem Bahnbereich (unterhalb des Bahndamms) ausgehen muss.

Der Wasserhaushalt des Standortes Hospitalhof (Mächtigkeit der Bodendecke ca. 80 cm, darunter eine Drainageschicht, ab ca. 1 m Tiefgarage) zeigt wiederum die typische saisonale Charakteristik zwischen Sommer- und Winterhalbjahr. Durch die einheitliche Textur des aufgeschütteten Bodenmaterials findet eine sehr einheitliche Verteilung der Wassergehalte im gesamten Profil statt. Die sommerliche Austrocknung führt zu Wassergehalten zwischen 26-33 Vol.%, im Winterhalbjahr findet eine Aufsättigung bis zur Feldkapazität statt. Diese Werte werden durch die gravimetrischen Wassergehalte voll bestätigt.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass wenn auch die ursprüngliche Zielsetzung der Wasserhaushaltsuntersuchung eine andere war, die dargestellten Ergebnisse doch noch überraschen, indem sie zeigen wie stark der Substrataufbau die Wasserhaushaltscharakteristik der anthropogenen Böden bestimmt.

4 Bewertung

4.1 Warum urbane Böden bewerten?

Der Schutz der Ressourcen Boden und Fläche in Ballungsräumen und deren unbebauten Grüngürteln ist vorrangiges Ziel der Politik geworden: Flächenrecycling und nachhaltige Flächenentwicklung statt Flächenverbrauch (UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG, 2000; UMWELTBUNDESAMT, 1999; HAPPE ET AL., 1999; UMWELTBUNDESAMT: 1998). Erscheint die Dringlichkeit des Schutzes der Ressource Fläche seit langer Zeit sehr hoch (FRANZIUS, 2000), so ist ein Schutz dieser Ressource vor Raubbau in den letzten 20 Jahren gescheitert (FRIEGE, 1998: 22).

4.1.1 Flächenrecycling als ein Teil des Flächenressourcenmanagement

Der Problematik des Flächenverbrauchs ist aus Sicht des nachsorgenden Bodenschutzes mit dem Werkzeug des Flächenrecycling genüge getan. Der Wiederverbrauch zerstörter oder geschädigter Böden kann aber nicht die alleinige Lösung eines Problems des Ressourcenmanagements sein: die Frage "Wie gehe ich mit natürlichen, naturnahen Flächen und Böden in einem Ballungsraum um?" kann über eine optimierte Wiederverwendung von Flächen nicht beantwortet werden. Bietet das Flächenrecycling eine Abschwächung des zunehmenden Siedlungsdrucks auf die den Ballungsraum umgebende „grüne Wiese“, so bleibt die dringende Notwendigkeit der Lenkung des Flächenverbrauchs und eines haushälterischen Umgangs mit der Ressource und dem natürlichen Potential von Fläche und Boden geboten.

Der Flächenverbrauch in Ballungsräumen wird in Deutschland zum Grossteil über die Gemeinden realisiert, diese besitzen die Planungshoheit und entscheiden im Rahmen bundes- und landesweiter planerischer Vorgaben in letzter Instanz über die Nutzung der zur Gemeinde gehörenden Fläche (GG, 1949). Hierbei verweist auch das Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) (DEUTSCHER BUNDESTAG, 1998) als "Gesetz zum Schutz des Bodens vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten" beim Flächenverbrauch auf Baugesetzbuch (BauGB §1a) und die Anstrengungen der bundes- und landesweiten Raumordnung (ROG). Über den im BBodSchG festgelegten funktionalen Bodenschutz eröffnet sich allerdings nicht nur der im Gesetz im Vordergrund stehende „stoffliche Bodenschutz“, sondern auch der schonende Umgang mit dem Boden als Ressource (BÜCKMANN ET AL., 1999: 19). Hierbei sind aber beispielhaft vorhandene Bewertungsverfahren in städtischen Gemeinden (AMT FÜR UMWELTSCHUTZ DER STADT STUTTGART, 1995) von Mängeln behaftet, sie sind:

1. für Laien untransparent, da sie allein mit Hilfe der Operationalisierung der Funktionen von Böden zu Bewertungsstufen der Leistungsfähigkeit der Böden kommen und diese Stufen und deren Skalierung scheinbar willkürlich gezogen wurden. (Diese Verfahren

sind inzwischen weit verbreitet (KNEIB, 1999; JENSEN-HUSS & BRUHM, 1999) und Ansätze auch für urbane Böden vorhanden (BLUME, 2000)),

2. oft uneindeutig in ihrer Aussage, da sie das heterogene Bodeninventar städtischer Kommunen in eine geringe Anzahl von Klassen einteilen, was bei einer hohen Anzahl
3. von Flächen und typischerweise fünf Bewertungsklassen zu hohen Leistungsunterschieden der Böden in einer Bewertungsklasse führt.

Ein Ziel des Projekts ist es deshalb, ein für die städtischen Gemeinden in Baden-Württemberg umsetzbares Bewertungsverfahren für den vorsorgenden Bodenschutz hinsichtlich der Flächeninanspruchnahme einer Kommune zu erstellen. Über eine Bewertung und Indizierung der funktionalen Leistungen des gesamten Bodeninventars einer Kommune entsteht eine Entscheidungsgrundlage für eine bewusste Lenkung der Flächennutzung, was letztendlich mit der politischen Entscheidung einhergeht, welche Flächen mit welchen funktionalen Leistungen in einer Gemeinde zu verbrauchen sind. Diese Entscheidung konnte bisher in Ermangelung der *Vergleichbarkeit* der Leistungsfähigkeit der Böden unterschiedlicher Flächen selten bewusst gefällt werden. Ein weiteres Ziel des Projekts ist die Einbindung der Ergebnisse in die in der Gemeinde üblichen Planungs- und Gestattungsverfahren, um eine reibungslose Vermittlung der Ergebnisse an die politischen Entscheidungsträger zu ermöglichen.

4.2. Anforderungen an das Bewertungsverfahren

Eine der Hauptforderungen an das gesamte Projekt war die in den Grundsätzen des Projektträgers BW-PLUS verankerte anwendungs- und verwertungsorientierte Ausrichtung der Forschungs- und Projektarbeit. Um dieser Anforderungen gerecht zu werden, erfolgte eine Sammlung von Anforderungen an das Projekt in enger Zusammenarbeit mit dem Steuerungsgremium des übergeordneten Leitprojekts „Boden- und Flächenressourcenmanagement in Ballungsräumen“ in dem die Akteure vertreten waren: kommunaler Umweltschutz, landesweiter Umweltschutz, Projektträger und -nehmer. Weiterhin wurde zur weiteren Anforderungsermittlung frühzeitig regelmäßige Arbeits- und Informationstreffen mit Vertretern der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württembergs (LfU) und dem Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württembergs innerhalb der Treffen der Arbeitsgruppe BÖS (Böden und Ökologie der Stadt Stuttgart, AGBÖS) eingerichtet. Hierbei wurden grundlegende Anforderungen an das zu entwickelnde Bewertungsverfahren erstellt:

- Aufbau des Verfahrens auf vorhandene Bewertungsverfahren in Baden-Württemberg
- Entwicklung eines einfachen Bewertungsverfahrens als Werkzeug der Lenkung der Flächennutzung in einer Stadt durch die Planungsprozesse
- Übertragbarkeit und Anwendung der Ergebnisse in bestehende Anwendungsbereiche (vornehmlich die Flächennutzungsplanung größerer Gemeinden)

4.2.1. Entscheidungswerkzeug

Die Forderung nach der Lenkung der Flächennutzung in einer urbanen Gemeinde zieht komplexere Anforderungen nach sich, wenn man den im Titel des Leitprojekts formulierten Anspruchs des Ressourcenmanagements, also den *gezielten* Gebrauch bzw. Schutz der Ressourcen Boden und Fläche in Betracht zieht. Für einen haushälterischen Umgang mit der Leistungsfähigkeit von Böden ist es notwendig, das Bodeninventar des zu betrachteten Raums zu kennen (BLUME, 2000) und mittels eines Bewertungsverfahrens die Leistungsfähigkeit unterschiedlicher Flächen (und darin enthaltener Böden) zu ermitteln. Die Ziele und Grenzen des Gebrauchs sind weitgehend an anderer Stelle in den oben genannten Gesetzen verankert und werden von Seiten der kommunalen Politik in Betracht gezogen und umgesetzt. Das zu erarbeitende Bewertungsverfahren soll einer zielgerichteten kommunalen Politik als Werkzeug der möglichst objektiven Abwägung von Möglichkeiten und Konsequenzen einer Nutzung von Böden und Fläche dienen. Daraus folgen zwei wichtige Anforderungen an das Verfahren zu:

- Kenntnis des Zustands aller Böden bzw. Flächen einer Gemeinde
- Vergleichbarkeit der Eigenschaften und Leistungsvermögen aller Böden einer Gemeinde

4.2.2 Praxisrelevanz

Ausgehend von der oben formulierten zentralen Anforderung der Praxisrelevanz wurde in Gesprächen mit der Zielgruppe (Landschaftsplanern und Stadtplanern) die Anforderungen der Praxis im Detail weiterentwickelt und in der vom Teilprojekt 'Entwicklung von Bewertungsmaßnahmen zur Beurteilung der ökosystemaren Potentiale verschiedener Nutzungs- und Strukturtypen im urbanen Bereich' (BWC99007) durchgeführten Umfrage (RICHTER ET AL., 2002) nochmals überprüft und eingegrenzt. Folgende detaillierte Aussagen konnten hierbei ermittelt werden:

- um in der herrschenden Planungspraxis integrierbare Ergebnisse zu erhalten, müssen diese in die schutzgutbezogene Planung eingebettet werden
- die ökologische Leistungsfähigkeit von Böden ist von besonderem Interesse um die Schutzwürdigkeit von Flächen postulieren zu können
- die Bewertung der Leistungsfähigkeit soll aus vorhandenen Verfahren weiterentwickelt werden
- die Bewertungsergebnisse müssen in klassische Bewertungsstufen dargestellt werden können
- die Ergebnisse müssen flächenhaft als Karte oder in einem GIS dargestellt werden können

4.2.3 Bewertung von Eingriffsszenarios

Um einen haushälterischen Umgang mit der Ressource Boden zu gewährleisten, muss über eine Bewertung der Leistungsfähigkeit von Flächen (d.h. einer Zustandsbewertung) hinaus, das Bewertungsverfahren die Änderung der Leistungsfähigkeit von Flächen durch geplante Eingriffe in die Fläche darstellen können. Dazu müssen zwei zentrale Anforderungen an das Verfahren erfüllt sein:

1. die Vergleichbarkeit der Leistungsfähigkeitsveränderung von Eingriffen unabhängig von ihrer Flächengröße muss gewährleistet sein
2. die Bewertung muss eine Auswahl des für die Leistungsfähigkeit des Bodens schonendsten bzw. günstigsten Eingriffe erlauben

4.2.4 Nutzungseignungsbewertung

Um über die bestehende Planungspraxis hinaus Anstöße für eine schonende und angepasste Bodennutzung zu geben, soll eine Bewertung der Leistungsfähigkeit von Böden für typische urbane Nutzungen entwickelt werden, die eine Lenkung der Flächennutzung nach der angepassten Ausnutzung der vorhandenen Leistungsfähigkeit von Böden erlaubt.

4.3 Das Bewertungsverfahren

Das entwickelte Bewertungsverfahren teilt sich in vier Teile:

Bewertung ökologischer Bodenpotentiale:

Bewertung der von der Nutzung des Bodens weitgehend unabhängigen Funktionen. Die Bewertungsergebnisse bilden die Grundlage für die Gesamtbewertung und der Ausweisung schutzbedürftiger Flächen. Es ist eine Bewertung des Flächenzustands zum Zeitpunkt der Aufnahme bzw. Messung der Bodenparameter (Zustandsbewertung). Erstes Ziel des Bewertungsverfahrens ist es, den oben angesprochenen Anforderungen in hohem Maße gerecht zu werden. Deshalb setzt das Verfahren in seinem Hauptteil, der Bewertung ökologischer Bodenpotentiale, auf bewährte Verfahren zur Bodenbewertung in Baden-Württemberg auf: dem Leitfaden zur Beurteilung von Böden ('Heft 31') (UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG, 1995) und den Vorarbeiten zum Heft 31 (HUFNAGEL & SOMMER, 1994a; HUFNAGEL & SOMMER, 1994b) auf.

Bewertung nutzungsbezogener Bodenpotentiale:

meint die Bewertung der Eignung von Böden hinsichtlich einer städtischen Nutzung. Die Ergebnisse dienen der Steuerung der Nutzungsplanung. Diese Steuerung soll über einen schutzgutbezogenen Ansatz hinaus eine nachhaltige und verträgliche Nutzung von Böden ermöglichen, indem sie Ansprüche von Nutzungen an Böden und die Leistungsfähigkeit von Böden hinsichtlich bestimmter Nutzung vergleichbar werden lässt und somit eine optimierte Nutzung von Böden ermöglicht.

Bewertung von Szenarios:

Bewertung des ökologischen Potentialverlusts bei einem Flächenverbrauch durch Neu- oder Umnutzung einer bestimmten Fläche. Die Ergebnisse dienen der Steuerung der Nutzungsplanung bzw. bei der Eingriffs- Ausgleichsregelung der Identifizierung des Ausmaßes an Verlusten leistungsfähiger Böden und deren Wiederherstellung an anderer Stelle.

Gesamtbewertung:

Zusammenführung aller Ergebnisse der ökologischen Bodenpotentiale zu einer Gesamtbewertung. Die Ergebnisse dienen einer kartographischen Darstellung von Flächen mit hoher Bedeutung für das Schutzgut Boden, der zentralen Anforderung von Planungsseite an das Projekt.

Als integraler Bestandteil aller vier Teile des Verfahrens wurde eine Indizierung des Flächenzustands eingeführt, um die unterschiedliche Leistungsfähigkeit verschiedener Flächen darstellen zu können. Diese Form der Bewertung ermöglicht einen haushälterischen Umgang mit Einzelflächen, da ihre Wertigkeit bzw. Leistungsfähigkeit innerhalb des Betrachtungsraums festgelegt wird.

Zur Bewertung und Festlegung des Indexwerts hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit sind folgende Schritte notwendig:

4.3.1 Vorbereitung der Bewertung: Erstellung eines Datenpools und Indizierung der Leistungsfähigkeit

Die Bewertung erfolgt anhand von Algorithmen, in die für die jeweilige Nutzung bzw. das jeweilige natürliche Potential spezifische Parameter eingehen. Diese Parameter bilden die Eignung einer Fläche hinsichtlich einer Nutzung und die Belastbarkeit des jeweiligen Potentials bestmöglich ab.

Der Ablauf der Vorbereitung im Detail:

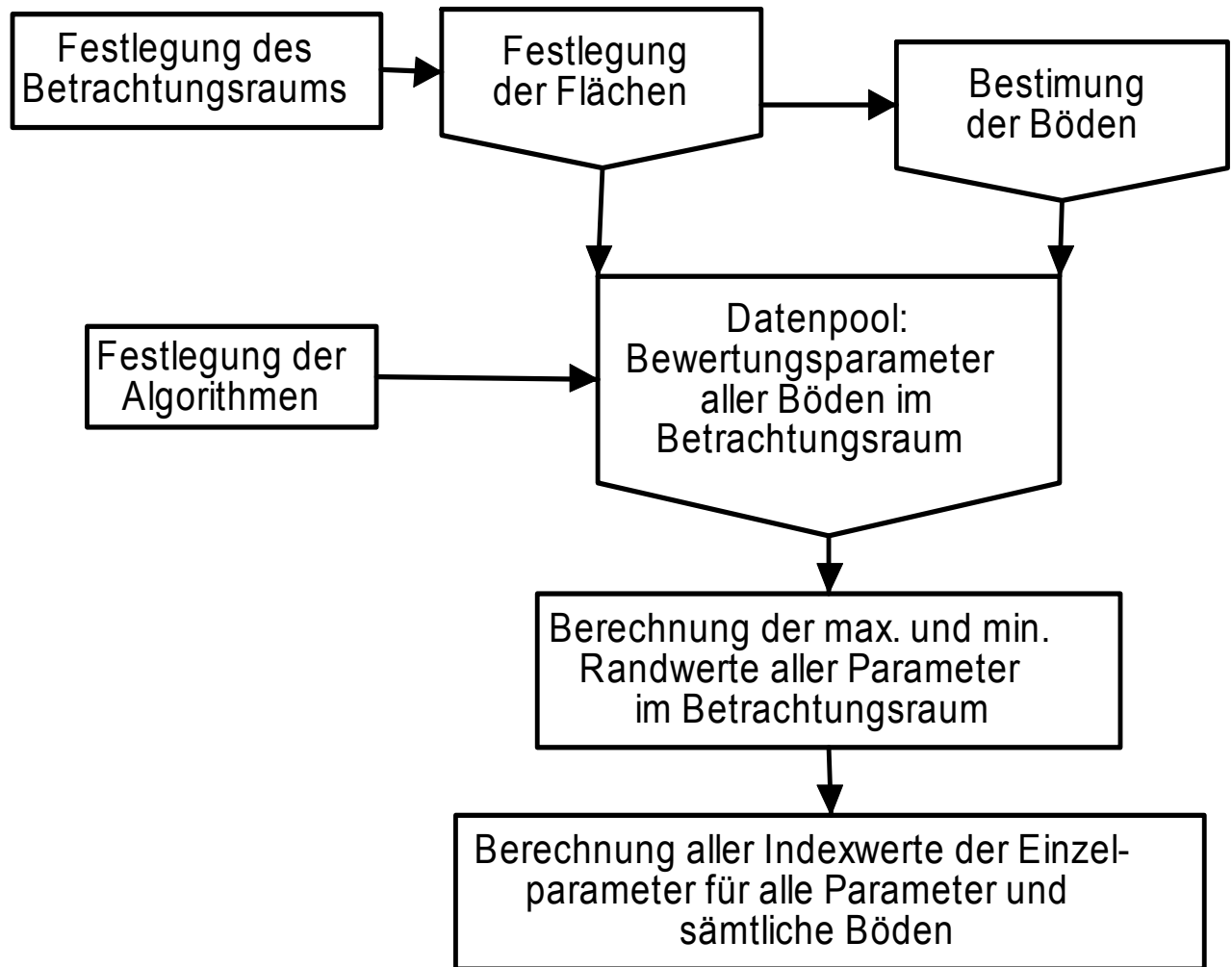


Abb. 15: Vorbereitende Schritte bei der Erstellung eines Bewertungsverfahrens

1. Festlegung des zu begutachtenden Raums (i. e.: Betrachtungsraum, sinnvollerweise eine Gemeinde oder Landkreis o.ä.)
2. Festlegung der zu betrachtenden Einzelflächen (sinnvoll sind hier Bodeneinheiten (Kartiereinheiten))
3. Ermittlung der die Bodeneinheiten repräsentierende Bodentypen und deren bodenkundliche Parameter, die als Bewertungsparameter in die Bewertungsalgorithmen eingehen.
4. Ermittlung der minimalen und maximalen Werte der bodenkundlichen Parameter aller Böden im Betrachtungsraum. Sie dienen als Randwerte bei der Indexberechnung.
5. Berechnung aller Indexwerte für die Einzelparameter: Die einzelnen Parameterwerte werden in Indexwerte überführt.

4.3.2 Bewertung von Einzelflächen: Zustandsbewertung

Für ein anvisiertes 'Management' der Flächen in einer Stadt ist die Kenntnis ihres Zustands zwingende Voraussetzung. Hierzu werden alle Einzelflächen im Betrachtungsraum hinsichtlich ihrer Nutzungseignung und ihrer ökologischen Leistungsfähigkeit geprüft. Der Ablauf der Bewertung des Zustands aller Einzelflächen sieht folgendermaßen aus:

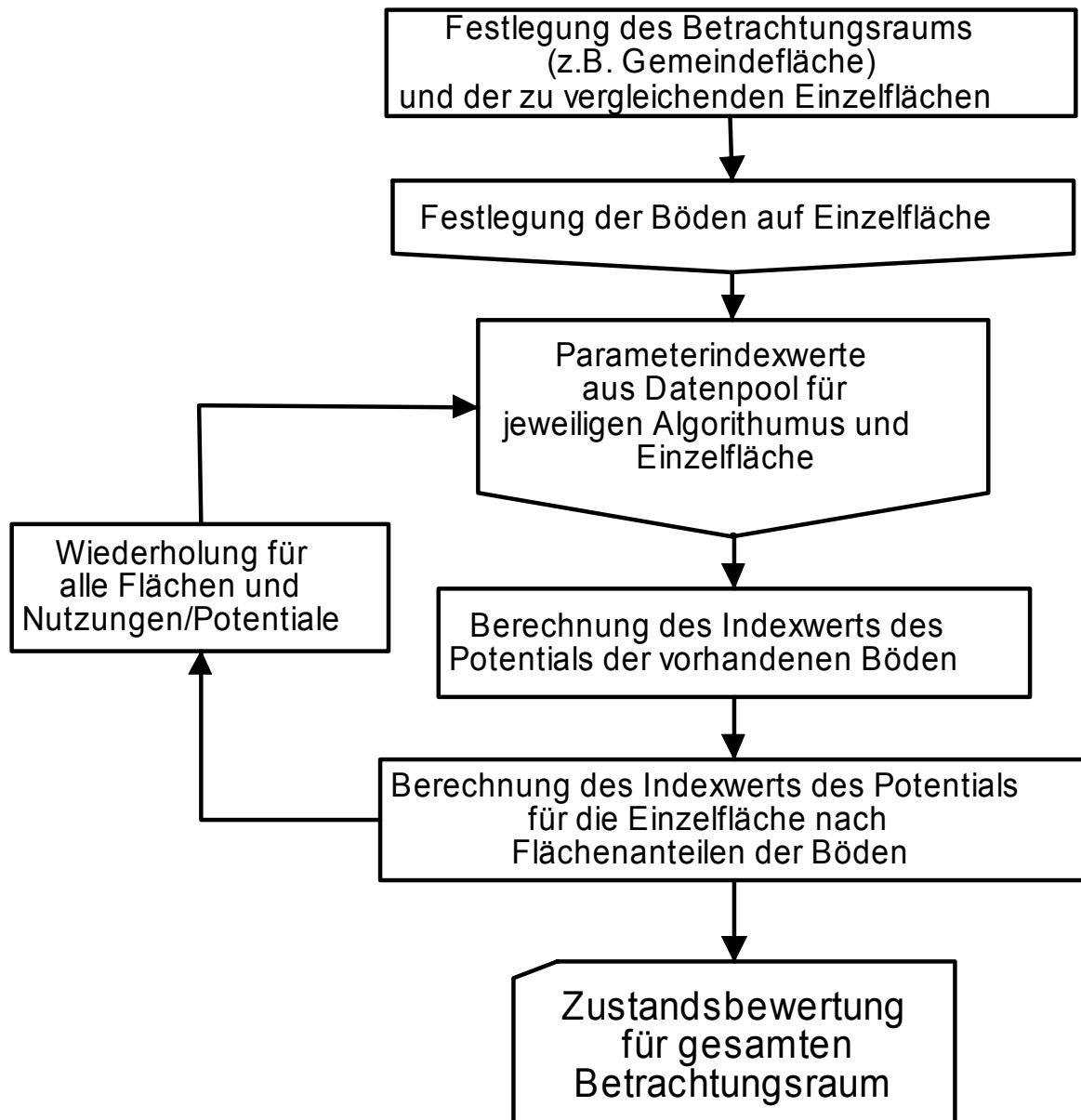


Abbildung 16: Ablauf der Zustandsbewertung eines Betrachtungsraums

1. Übernahme der Indexwerte für die Bodenparameter
2. Festlegung der Bodeneinheiten auf der Einzelfläche: Falls mehrere Bodeneinheiten vertreten sind, müssen die Potentiale anteilmäßig berechnet werden und auf die Gesamtfläche bezogen werden: die Indexwerte sind flächenunabhängige Größen. Bei einer Fläche die je zur Hälfte auf einer unterschiedlichen Bodeneinheit liegt, geht folglich jeder Bodeneinheitsindexwert zur Hälfte in den Flächenindexwert ein.
3. Bestimmung der Leistungsfähigkeit der Böden hinsichtlich der einzelnen Potentiale oder Nutzungseignungen mithilfe der festgelegten Bewertungsalgorithmen.
4. Ergebnis: Aussage über den Flächenzustand als Indexwert bzw. Rangstufe der Böden innerhalb der bewerteten Böden: der Indexwert entspricht der jeweiligen Leistungsfähigkeitsstufe des Bodens im Vergleich zu allen anderen bewerteten Böden innerhalb des betrachteten Raums.

4.3.3 Bewertung von Szenarios: optimierte Bebauung bei Alternativflächen

Zusätzlich zu den Aussagen über die Wertigkeit bzw. Schutzwürdigkeit von Flächen ist bei der Planung einer Bebauung eine Steuerung des Bodenpotentialverbrauchs möglich. Gerade

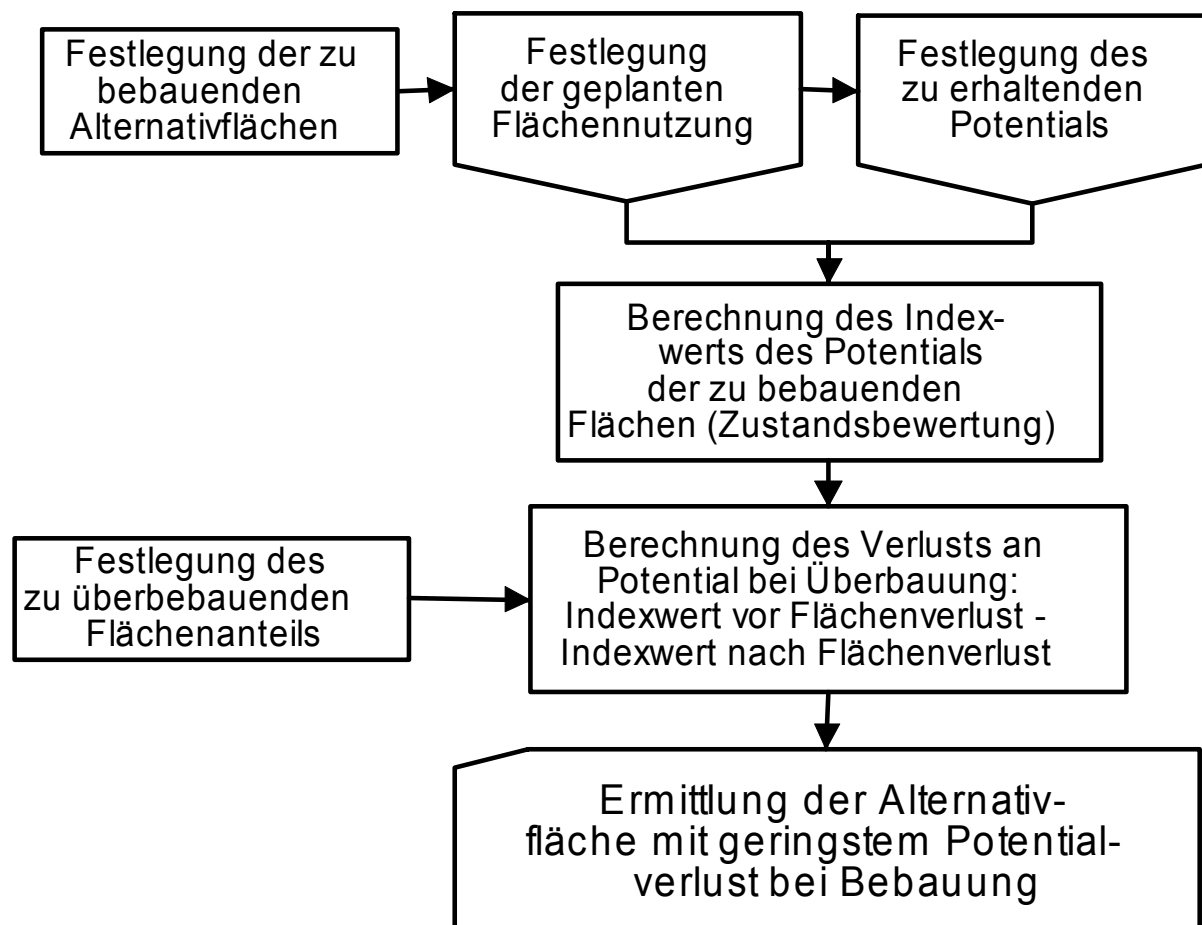


Abbildung 17: Ablauf der Bewertung eines Bebauungsszenarios

hier zeigt sich die haushälterische Bedeutung des Bewertungsverfahrens, indem es Vorhersagen treffen kann, wieviel eines natürlichen Potentials bei einer Bebauung einer Fläche verloren geht. Hierzu wird für das jeweilige Szenario die flächenunabhängige Größe des Indexwerts einer Fläche mit der Flächengröße verrechnet, um den Potentialverlust je nach überbauter Fläche und Wertigkeit des Leistungsfähigkeit der überbauten Böden zu berechnen. Folgende Vorgehensweise verdeutlicht das Verfahren:

1. Festlegung der zu bebauenden Fläche und der dazu denkbaren Alternativflächen und der auf den jeweiligen Flächen zu überbauenden Flächenanteile.
2. Festlegung eines Schutzziels bzw. einer schützenswerten Potentials eines Bodens (z.B. das Potential eines Bodens als Ausgleichskörper im Wasserkreislauf). Hinsichtlich dieses Potentials wird die Verlustberechnung durchgeführt: wie viel Fläche (in m^2) mit welchem Bodenindexwert wird verbraucht?
3. Festlegung der auf den Vergleichsflächen vorkommenden Bodeneinheiten
4. Berechnung der Leistungsfähigkeit der Bodeneinheiten hinsichtlich des zu erhaltenden Potentials und Multiplikation mit der Gesamtfläche in (in m^2) der jeweiligen Bodeneinheit
5. Um auf den Verlust an Potential durch Bebauung/Versiegelung des Bodens zu kommen, wird
 - a) Falls auf der überbauten Fläche verschiedene Bodeneinheiten vorkommen: der Flächenanteil an überbauter Fläche (in m^2) wird mit dem Bodenindexwert der jeweils überbauten Böden multipliziert und die so ermittelten Einzelwerte der Bodeneinheiten für die gesamte überbaute Fläche addiert. Das Ergebnis ist der Potentialverlust durch die Bebauung.
 - b) Falls auf der überbauten Fläche nur eine Bodeneinheit vorkommt: Multiplikation der überbauten Fläche (in m^2) mit dem Bodenindexwert. Das Ergebnis ist der Potentialverlust durch die Bebauung.
6. Die Berechnung aus 5 für alle Alternativflächen durchführen
7. Darstellung der Ergebnisse: bei welcher Fläche ergeben sich bei Überbauung die geringsten Potentialverluste?
8. Bebauungsempfehlung für die Fläche mit dem geringstem Potentialverlust

Diese Methode hat den Nachteil, dass bei der Planung der Bebauung durch vermeintlich geringe Flächenüberbauung auf hochwertigen Böden und bei hoher Flächeninanspruchnahme von Flächen mit geringwertigen Böden eine Empfehlung zugunsten des Verbrauchs höherwertiger Böden ausfallen kann. Deshalb sollte bei unterschiedlicher Flächeninanspruchnahme desselben Bebauungsvorhabens auf unterschiedlicher Flächen der Begründung für den unterschiedlichen Flächenverbrauch hohe Aufmerksamkeit verliehen werden.

4.3.4 Gesamtbewertung für die Planung

Am Ende der Bewertung steht eine Gesamtbewertung der Fläche hinsichtlich des Schutzgutes Boden, die den gesamten Betrachtungsraum umfasst. Hier soll Planern und Entscheidern ein Überblick über den aktuellen Zustand der Leistungsfähigkeit der Böden z.B. in einer Gemeinde gegeben werden. Hierzu wird jeweils das Optimum an natürlicher Leistungsfähigkeit einer Fläche ausgewiesen und bewertet, um zu einer Gesamtaussage hinsichtlich der Bedeutung einer Fläche für das Schutzgut Boden zu kommen. Die Nutzungseignung einer Fläche hat hinsichtlich der Bedeutung einer Fläche für das Schutzgut Boden keine Relevanz, da Nutzungen untereinander konkurrierende, vom jeweiligen Nutzer subjektiv zu formulierende Anforderungen an den Boden stellen, die sich rasch ändern können.

1. Übernahme der Werte aus der Zustandsbewertung
2. Ermittlung der Bewertungsstufen der natürlichen Potentiale: Nutzungseignung geht hier nicht ein. Anpassung an planerische Vorgaben (UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG, 1995)
3. Ermittlung der Gesamtbewertung: je nach höchster Bewertung eines beliebigen natürlichen Bodenpotentials wird die Gesamtbewertung analog vorgenommen: besitzt ein Potential auf der Fläche eine sehr hohe Bewertung, so ist die Gesamtbewertung ebenfalls sehr hoch. Ist die höchste Bewertung eines Potentials nur mittel, so ist die Bedeutung der Fläche für das Schutzgut Boden und damit auch die Gesamtbewertung ebenfalls nur mittelmäßig. Einzige Ausnahme: sind mindestens die Hälfte aller ökologischen Potentiale auf einer Fläche mit gut bewertet, so ergibt sich ebenfalls eine sehr gute Gesamtbewertung.

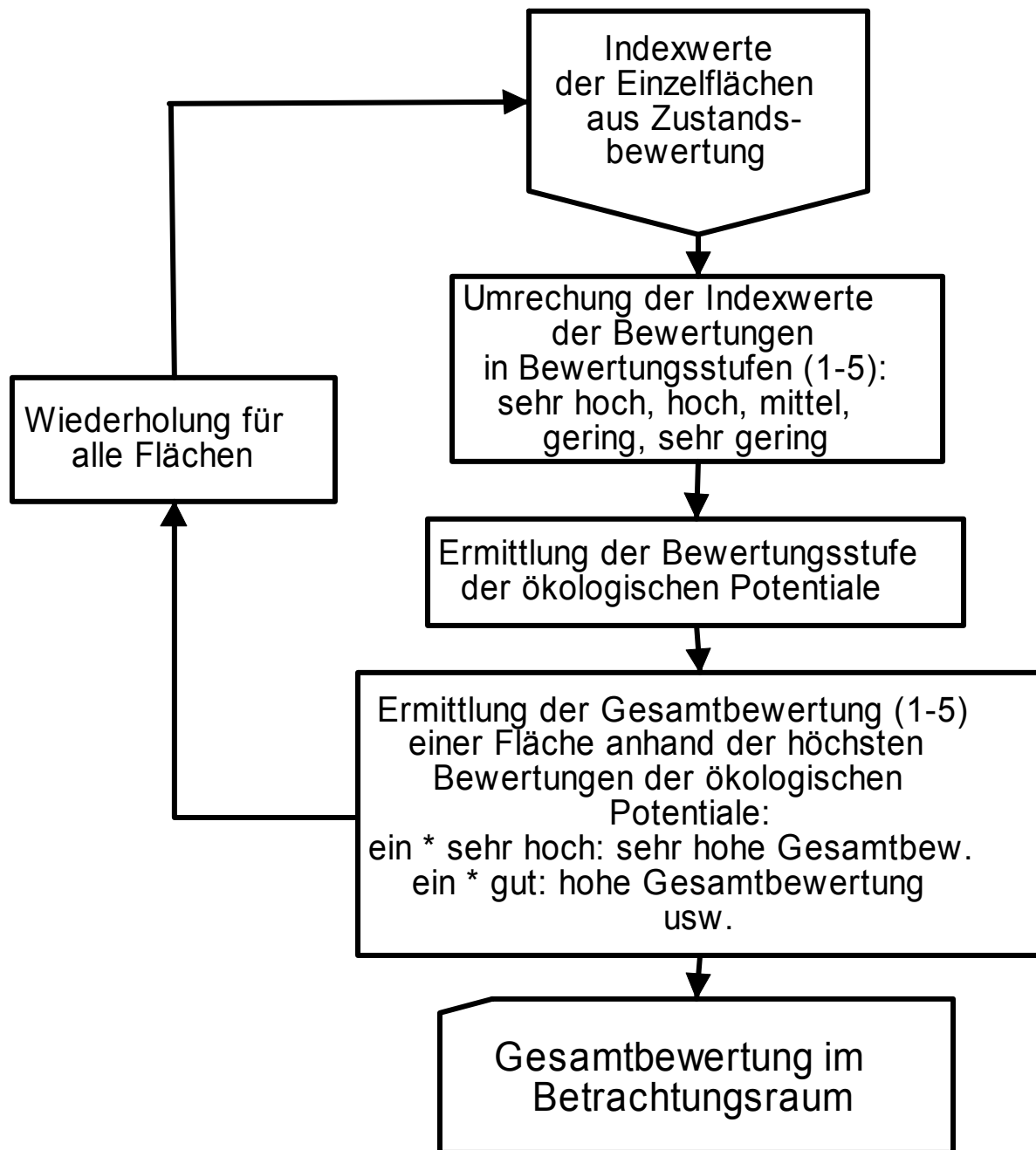


Abbildung 18: Ablauf der Gesamtbewertung für einen Betrachtungsraum

4.3.5 Ein dimensionsloser Index zur umfassenden Bewertung von Böden

Den wesentlichen Vorteil bei der Bewertung von Böden mittels eines Index ist, die Leistungsfähigkeit innerhalb beliebig vorgegebener Grenzen darstellen zu können. Wo herkömmliche Bewertungsverfahren meist eine Stufenbildung aufgrund von in Deutschland typischen Parameterwerten bestimmter Bodenparameter heranziehen (als Beispiel sei hier die

Einstufung der Kationenaustauschkapazität (KAK) von Böden in fünf Bewertungsklassen in UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (1995):19 als Vorstufe der Bewertung des Leistungspotentials von Böden als Lebensraum natürlicher Vegetation genannt. Hier wird eine Spannbreite der KAK bewertet, wie sie in deutschen Böden typischerweise vorkommt) geht das vorliegende Verfahren einen flexibleren und an die Bedürfnisse der Kommunen angepassten Weg. In einer Gemeinde stellt sich selten die Frage, ob bestimmte Flächen im nationalen Vergleich eine herausragende Bodeneigenschaft besitzen. Vielmehr ist bei einem gesteuerten Umgang mit der Ressource Fläche und Boden von Belang, ob in der Gemeinde Flächen und Böden vorkommen, die innerhalb der Gemeindegrenzen als schützenswert anzusehen sind und hierbei vor dem Verbrauch so lange wie möglich bewahrt werden sollen. Hierzu dient die Bewertung der Flächen mittels des Indexverfahrens, dass es erlaubt, die Bewertungsstufen vollkommen an das in einem beliebigen Betrachtungsraum vorkommende Bodeninventar anzupassen. Hierzu werden die im Betrachtungsraum (also z. B. in einer Kommune) vorkommenden leistungsfähigsten bzw. -schwächsten Böden als natürliche Ränder der Leistungsfähigkeit gesetzt und alle weiteren Böden an ihnen gemessen.

Die Normierung der einzelnen Bodenparameterwerte erfolgt über die Umrechnung der Bodenparameterwerte mittels einer linearen Interpolation. So wird für jeden einzelnen Bewertungsparameter der Bewertungsalgorithmus eines Bodens innerhalb der Gesamtheit aller Einzelwerte aller Böden die normierte, dimensionslose Entsprechung ermittelt. Die Berechnung der Indexwerte erfolgt über eine Normierung der Parameterwerte auf Rangwerte von **1 – 1000**:

Für alle Werte x der betrachteten Parameter mit $x_{\min} \leq x \leq x_{\max}$ gilt:

Indexwert (IW) von $x_{\min} = 1$

Indexwert (IW) von $x_{\max} = 1000$

der Indexwert von x ist dann:

$$IW_x = (x - x_{\min}) \frac{999}{(x_{\max} - x_{\min})} + 1$$

wobei die jeweiligen Minima und Maxima die entscheidende Größe bei den angestellten Vergleichen der Leistungsfähigkeit der Böden darstellt. Diese Randwerte bestimmen maßgeblich alle ermittelten Indexwerte und sind bei einem festgelegten Betrachtungsraum sinnvollerweise knapp unter- bzw. oberhalb der kleinsten bzw. größten vorkommenden Parameterwerte anzusiedeln. Sollen Vergleiche zwischen mehreren Betrachtungsräumen vorgenommen werden, so sind die jeweiligen Maximal- und Minimalwerte der aus beiden Betrachtungsräumen zusammengeführten Parameterwerten neu zu ermitteln und die

Berechnung der Indexwerte mit den neuen Randwerten zu wiederholen. Hier zeigt sich die einfache aber exakte und nachvollziehbare Vergleichbarkeit beliebiger Bodeneinheiten unterschiedlichster Räume, deren Leistungsfähigkeit innerhalb eines Index von 1-1000 vorliegt.

Um von den umgerechneten Parameterwerten auf die Bewertung verschiedener Bodenpotentiale zu kommen, bedarf es der Anwendung von Bewertungsalgorithmen. Da die zu bewertenden Bodenpotentiale immer über mehrere Bodenparameter gesteuert werden, müssen diese bei der Bewertung eines Potentials rechnerisch eindeutig zusammengefasst werden. Hierzu dienen die Bewertungsalgorithmen, die mehrere Bodenparameter gewichten und addieren. Wie im Kapitel der Anforderungen an das Bewertungsverfahren zu lesen ist, war der Aufbau auf vorhandene Bewertungsverfahren eine wichtige Anforderung an das zu entwickelnde Verfahren. So werden bei der Bewertung der ökologischen Bodenpotentiale weitgehendst die Verfahren aus UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (1995) übernommen bzw. die dort verwendeten Bewertungsparameter in die Bewertungsalgorithmen des Indexverfahrens überführt.

4.3.6 Beispiel für eine Indexberechnung der ökologischen Leistungsfähigkeit (Zustandsbewertung) der Böden einer Gemeinde

Das folgende Beispiel zeigt die Berechnung des Bewertungsindex für das Ausgleichspotential von Böden im Wasserkreislauf für eine fiktive Gemeinde. Die gesamte Gemeindefläche lässt sich in fünf Bodeneinheiten einteilen, die jeweils von einem Bodentyp repräsentiert werden. Ziel ist es, für jeden Bodentyp den jeweiligen Bewertungsindexwert zu berechnen. Im Anschluss daran soll eine fiktive Gesamtbewertung der Böden der Gemeinde hinsichtlich ihrer Schutzwürdigkeit durchgeführt werden.

1. Schritt: Festlegung der für die Bewertung des jeweiligen Potentials relevanten Parameter:

In diesem Beispiel zu bewertendes Potential ist das Bodenpotential als Ausgleichskörper im Wasserkreislauf. Die in Anlehnung an UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG: 1995 zu bewertenden Parameter sind:

- Das Wasserspeichervermögen des Bodens, hier die nutzbare Feldkapazität (nFK)
- Die Abflussverzögerung des Bodens, hier der über das Bodenprofil gemittelte kf-Werte der Einzelhorizonte (Umweltministerium Baden-Württemberg: 1995)

nach folgendem Bewertungsalgorithmus:

Indexwert (IW) des Wasserspeichervermögens * 0,6 + IW der Abflussverzögerung * 0,4 =
Indexwert des Bodens als Ausgleichskörper im Wasserkreislauf

2. Schritt: Ermittlung der Indexwerte der Einzelparameter als Grundlage zur Ermittlung des Bewertungsindex:

um die Potentiale aller betrachteten Böden vergleichen zu können, müssen die Werte der jeweiligen Bodenparameter mittels oben genannter linearen Interpolation in vergleichbare Indexwerte umgerechnet werden.

Berechnungsbeispiel:

Für die fünf Bodeneinheiten seien folgende fiktive Werte der zu bewertenden Parameter gegeben:

Tabelle 41: Bodendaten für die Beispielberechnung eines Bewertungsindex

<i>Bodeneinheit</i>	<i>Wasserspeichervermögen (WV) (nutzbare Feldkapazität nFK) l/m²</i>	<i>Abflussverzögerung (AV) (gesättigte Wasserleitfähigkeit kf) cm/d</i>
1	200	5
2	150	25
3	110	40
4	70	75
5	25	250

Für die Indexwertberechnung werden zunächst die minimalen und maximalen Werte (in der Tabelle fett dargestellt) der jeweiligen Bodenparameter ermittelt und alle Werte in die Formel eingesetzt. Eine Beispielberechnung sieht folgendermaßen aus:

Indexwert IW des Wasserspeichervermögens für Bodeneinheit 1:

nach der Formel: $IW = (x - I_{\min}) * (999 / (x_{\max} - x_{\min})) + 1$ gilt für

$$IW(WV) \text{ der Bodeneinheit 1} = (200 - 25) * (999 / (200 - 25)) + 1 = 1000$$

$$IW(WV) \text{ der Bodeneinheit 2} = (150 - 25) * (999 / (200 - 25)) + 1 = 715$$

$$IW(WV) \text{ der Bodeneinheit 3} = (110 - 25) * (999 / (200 - 25)) + 1 = 486$$

$$IW(WV) \text{ der Bodeneinheit 4} = (70 - 25) * (999 / (200 - 25)) + 1 = 258$$

$$IW(WV) \text{ der Bodeneinheit 5} = (25 - 25) * (999 / (200 - 25)) + 1 = 1$$

Für die Indexwerte IW der Abflussverzögerung folgt analog:

$$IW(AV) \text{ der Bodeneinheit 1} = (5 - 5) * (999 / (250 - 5)) + 1 = 1$$

$$IW(AV) \text{ der Bodeneinheit 2} = (25 - 5) * (999 / (250 - 5)) + 1 = 83$$

usw.

Damit ergibt sich für die Indexwerte der Einzelparameter:

Tabelle 42: Indexwerte der Bewertungsparameter der Beispielberechnung

<i>Bodeneinheit</i>	<i>Indexwert Wasserspeichervermögen IW(WV)</i>	<i>Indexwert Abflussverzögerung IW(AV)</i>
1	1000	1
2	715	83
3	486	144
4	258	286
5	1	1000

Wie man sieht, gilt für jeden Indexwert, dass er sich zwischen den Rändern von 1 und 1000 bewegt, wobei der kleinste Parameterwert dem Indexwert 1 entspricht, der grösste Parameterwert dem Indexwert 1000. Die eingesetzten Randwerte ergeben also den jeweilig höchsten und geringsten Wert der Indexwerte, dazwischen liegen die Indexwerte in ihrer Entsprechung zwischen den Randwerten. Die Parameterwerte sind folglich in eine begrenzten Skalenraum der Indexwerte überführt und normiert. Die solchermaßen indizierten Werten der einzelnen Bodenparameter können nun in die Bewertungsalgorithmen eingesetzt werden.

3.Schritt: Berechnung der Indexwerte für die Bewertung der Bodenpotentiale

Ziel der Beispielberechnung ist die Bewertung der Leistungsfähigkeit der fünf Bodeneinheiten hinsichtlich ihrer Eignung als Ausgleichskörper im Wasserkreislauf. Der in Schritt 1 angegebene Bewertungsalgorithmus:

$IW \text{ des Wasserspeichervermögens} * 0,6 + \text{Indexwert AV} * 0,4 = \text{Indexwert des Bodens als Ausgleichskörper im Wasserkreislauf}$

kann nun mittels der Ergebnisse der Indexberechnung der Bodenparameter berechnet werden:

$$IW (WV \text{ Bodeneinheit 1}) * 0,6 + IW (AV \text{ Bodeneinheit 1}) = (1000*0,6) + (1*0,4) = 600,4.$$

Das Gesamtergebnis:

Tabelle 43: Indexwerte für das Potential ‚Ausgleichskörper im Wasserhaushalt‘ aus der Beispielrechnung

<i>Bodeneinheit</i>	<i>Indexwert der Bewertung</i>
1	600,4
2	462,2
3	349,2
4	269,2
5	400,6

Das Ergebnis ist ein direkter Vergleich der Leistungsfähigkeit der Einzelböden hinsichtlich ihrer Eigenschaft als Ausgleichskörper im Wasserkreislauf mit allen betrachteten Böden innerhalb definierter Grenzen. Die jeweilige Indexzahl zeigt hinsichtlich des berechneten Potentials den Rangwert der Leistungsfähigkeit des jeweiligen Bodens im Vergleich zu allen betrachteten Böden, ein Maß, das auch bodenkundlichen Laien eingängig ist.

4.Schritt: die Vorgehensweise wird für jedes zu betrachtende Potential wiederholt.

Um für eine Gesamtbewertung der Leistungsfähigkeit von Böden und der sich daraus ergebenden Schutzwürdigkeit eine breitere Basis zu erhalten, sollten möglichst viele ökologische Potentiale bewertet werden. Für die beispielhafte Berechnung einer Gesamtbewertung sollen folgende Bewertungsindexwerte berechnet worden sein:

Tabelle 44: Indexwerte verschiedener Bodenpotentiale der beispielhaften Indexberechnung

<i>Potentiale:</i>	<i>Ausgleichskörper im Wasserkreislauf</i>	<i>Lebensraum für Kulturpflanzen</i>	<i>Filter- und Puffer für anorg. Schadstoffe</i>
Bodeneinheit			
1	600	800	912
2	462	500	802
3	349	300	500
4	269	200	400
5	401	340	600

Ergebnis ist eine Tabelle mit allen für die Beispielgemeinde relevanten ökologischen Indexwerten. Diese müssen nun in ein für die Flächennutzungsplanung der Gemeinde anwendbare fünfstufige Bewertungsskala überführt werden und dann zu einer Gesamtbewertung der Schutzwürdigkeit der einzelnen Bodeneinheiten zusammengefasst werden.

5. Schritt: Bewertungsstufenermittlung

Die Indexwerte werden mittels folgender Tabelle in Bewertungsstufen umgerechnet:

Tabelle 45: Bewertungsstufenermittlung aus Bewertungsindexwerten der Beispielrechnung

<i>Indexwert der Bewertung</i>	<i>Bewertungsstufe</i>
1-100	1, sehr geringe Eignung
101-300	2, geringe Eignung
301-500	3, mittlere Eignung
501-700	4, hohe Eignung
701-1000	5, sehr hohe Eignung

Daraus ergibt sich folgende Bewertung der ökologischen Potentiale der Beispielgemeinde:

Tabelle 46: Bewertungsstufen der Potentiale aus der Beispielrechnung

<i>Potentiale:</i>	<i>Ausgleichskörper im Wasserkreislauf</i>	<i>Lebensraum für Kulturpflanzen</i>	<i>Filter- und Puffer für anorg. Schadstoffe</i>
Bodeneinheit			
1	4	5	5
2	3	3	5
3	3	2	3
4	2	2	3
5	3	3	4

Für die Überführung in die Gesamtbewertung der Schutzwürdigkeit der Bodeneinheiten wird nun folgendes Schema angewandt:

Tabelle 47: Umsetzung der Potentialbewertungsstufen in eine Gesamtbewertung

<i>Häufigkeit der Bewertungsstufe</i>	<i>Gesamtbewertung</i>
Mindestens einmal 5, oder mindestens die Hälfte der Potentiale 4	5
Mindestens einmal 4	4
Mindestens einmal 3	3
Mindestens einmal 2	2
Alle 1	1

Dafür ergibt sich für die Gesamtbewertung der Beispielgemeinde:

Tabelle 48: Gesamtbewertungsergebnis für die Beispielrechnung

<i>Bodeneinheit</i>	<i>Gesamtbewertung</i>
1	5, sehr hohe Schutzwürdigkeit
2	5, sehr hohe Schutzwürdigkeit
3	3, mittlere Schutzwürdigkeit
4	3, mittlere Schutzwürdigkeit
5	4, hohe Schutzwürdigkeit

4.4 Material und Methoden

4.4.1 Verfügbare Daten

Das für die Auswertung herangezogene Material umfasst die am Umweltamt der Stadt Stuttgart (AMT FÜR UMWELTSCHUTZ DER STADT STUTTGART, 1995) vorliegenden und von HOLLAND (1996) erhobenen bodenkundlichen Daten, die Bodenkarten BK 7120 und BK 7121 im Maßstab 1:25.000 (LGRB, 1993a; LGRB, 1993b) und eigene Erhebungen.

4.4.2 Bewertungsalgorithmen

Für die Ableitung der Bewertungsalgorithmen werden die zu bewertenden Funktionen in nutzungsbezogene Bodenfunktionen (Eignungsbewertung hinsichtlich einer Nutzung) und ökologische Bodenfunktion unterschieden. Hierbei kommen den ökologischen Bodenfunktionen eine besondere Bedeutung zu, da nur sie für die Gesamtbewertung der Flächen hinsichtlich ihrer Bedeutung für das Schutzgut Boden und bei der Optimierung bei Bebauungsalternativen herangezogen werden. Die Berechnung der Leistungsfähigkeit von Böden wird selten mittels eines einzigen Parameters erfolgen, so dass einfache Algorithmen, die sich aus einzelnen Parametern in unterschiedlicher Gewichtung zusammensetzen, diese Aufgabe übernehmen. Die Bewertungsalgorithmen und ihre Ableitung werden für einige Beispiele detailliert im Methodikkapitel beschrieben..

4.4.3 Nutzungsbezogene Bodenfunktionen

Bei der Bewertung von Böden hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit und Eignung für spezielle Nutzungen sind die Anforderungen der Nutzungen bzw. der Nutzer an die Böden zu

formulieren. Diese Anforderungen müssen in messbare Parameter überführt werden, um eine Einschätzung der Leistungsfähigkeit vornehmen zu können.

Ansprüche an die Leistung von Böden hinsichtlich ihrer Nutzungseignung haben verschiedenste Akteure: die Bewohner einer Fläche, der Eigentümer, die Anrainer, verschiedenste Behörden etc. Alle diese Akteure haben verschiedenste Anforderungen was die Leistungsfähigkeit der Böden hinsichtlich einer vorhandenen oder geplanten Nutzung angeht. Um dieses Anforderungsspektrum mittels verwertbarer Bodendaten zu bedienen, wäre eine Erweiterung der bodenkundlichen Daten in einem Umfang nötig, die der Praxisorientierung des Projekts widerspricht. Vielmehr sollen im folgenden Beispiele für die Bewertung der Nutzungseignung von Böden dargestellt werden, die mit den vorhandenen Daten durchgeführt werden können. Eine umfassendere Auflistung und weitergehende Diskussion der Bewertung nutzungsbezogener Bodenfunktionen bietet BECK: 2003: in Vorbereitung

4.4.4 Eignung der Flächen zur Wohnbebauung

Ableitung der Parameter:

Die Eignung der Flächen wird aus folgenden Ansprüchen der Bewohner abgeleitet:

Trittbelastbarkeit: Die Flächen sollten für die Bewohner dauerhaft begehbar sein und keine Setzungserscheinungen zeigen. Bei diagnostischen Horizonten die Staunässe anzeigen (Sd oder Sw) erfolgt eine Abwertung der Trittbelastbarkeit um 50%.

Schadstoffarmut: Die Flächen sollten möglichst frei von Schadstoffen sein, um die Lebensraumfunktion des Bodens nach BBodSchG zu gewährleisten.

Parameter:

- *Trittbelastbarkeit:* wird durch den Bodenparameter mittl. Setzungsziffer **S_m** repräsentiert
- *Schadstoffarmut:* Quotient aus dem Mittelwert der Schadstoffbelastung des jeweilig untersuchten Schadstoffs und dem Grenzwert für den Belastungspfad Boden – Mensch der BBodSchV (BUNDESREGIERUNG 1999)

Algorithmus:

Indexwert Wohnbebauung: $IW(\text{Trittbelastung}) * 0,4 + IW(\text{Schadstoffarmut}) * 0,6$

Grenzwerte:

Flächen, die einen Grenzwert aus der BBodSchV überschreiten, werden gekennzeichnet.

4.4.5 Eignung der Flächen zur Gewerbe- und Industrienutzung

Ableitung der Parameter:

Die Eignung der Fläche wird aus folgenden Ansprüchen abgeleitet:

Schadstoffpufferung: die Belastung mit Schadstoffen sollte im Umfeld industrieller oder gewerblicher Nutzung vom Boden weitestgehend abgepuffert werden.

Abbau organischer Schadstoffe: dieser Bewertungsparameter wird im Teilprojekt BWC 2009: [„Biologische und ökotoxikologische Bewertung von Böden in Ballungsräumen“](#) entwickelt.

Trittbelastbarkeit: Die Flächen sollten für die Bewohner dauerhaft begehbar sein und keine Setzungserscheinungen zeigen. Parameter: mittlere Setzungsziffer S_m : Staunässe: Bei diagnostischen Horizonten die Staunässe anzeigen (S_d oder S_w) erfolgt eine Abwertung der Trittbelastbarkeit um 50%.

Parameter:

- *Schadstoffpufferung:* Der Indexwert der Schadstoffpufferung ist die Summe aller Einzelhorizonte der mit der pH-gewichteten Kationenaustauschkapazität multiplizierten Feinbodenmenge
- *Abbau organischer Schadstoffe:* Die Bewertungsparameter für dieses natürliche Potential werden in einem gesondertem Teilprojekt erarbeitet.
- *Trittbelastbarkeit:* mittlere Setzungsziffer S_m

4.4.6 Eignung der Fläche als Kinderspielfläche

Ableitung der Parameter:

Die Eignung der Fläche wird aus folgenden Parametern abgeleitet:

Schadstoffarmut: Auf die Lebensraumfunktion des BBodSchG wird bei dieser sensiblen Nutzung größter Wert gelegt.

Pflanzenwachstum: Der Anspruch an ein grünes Umfeld ist ebenfalls gegeben.

Trittbelastbarkeit: Den Nutzern der Fläche soll ein stabiler Untergrund zur Verfügung stehen.

Parameter:

- *Schadstoffarmut:* Quotient aus dem Mittelwert der Schadstoffbelastung des jeweilig untersuchten Schadstoffs und dem Grenzwert für den Belastungspfad Boden – Mensch der BBodSchV

- *Pflanzenwachstum*: Das Produkt aus Bodenkundliche Feuchtestufe (UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (1995), Luftkapazität und Kationenaustauschkapazität ergeben den Bewertungsparameter Pflanzenwachstum.
- *Trittbelastbarkeit*: mittlere Setzungsziffer S_m

Algorithmus:

Nutzungseignung Kinderspielflächen = $IW(\text{Schadstoffarmut}) \cdot 0,6 + IW(\text{Pflanzenwachstum}) \cdot 0,2 + IW(\text{Trittbelastung}) \cdot 0,2$

Grenzwerte:

Flächen, die einen Grenzwert aus der BBodSchV (BUNDESREGIERUNG:1999) überschreiten werden gekennzeichnet.

4.4.7 Ökologische Bodenfunktionen

Die natürlichen Bodenfunktionen nehmen einen hohen Stellenwert bei der Bewertung der Böden ein. Sie dienen der Gesamtbewertung hinsichtlich des Schutzguts Boden. Zwei der natürlichen Bodenfunktionen werden im Teilprojekt BWC 2009 'Biologische und ökotologische Bewertung von Böden in Ballungsräumen' erarbeitet, für sie können zum gegebenen Zeitpunkt noch keine Parameter angegeben werden.

Lebensraumpotential für Kulturpflanzen:

Ableitung der Parameter:

die Eignung der Flächen wird in Anlehnung an BBodSchG (UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG: 1995) und BUNDESREGIERUNG: 1999) abgeleitet

Parameter:

- *Wasserangebot*: bodenkundliche Feuchtestufe (BFS), geschätzt nach Heft 31 (UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG: 1995),
- *potentielles Nährstoffangebot (NSA)*: Produkt aus Masse des Feinbodens im Wurzelraum und der KAK, horizontweise summiert für den Wurzelraum
- *Schadstoffarmut*: Quotient aus dem Mittelwert der Schadstoffbelastung des jeweilig untersuchten Schadstoffs und dem Grenzwert für den Belastungspfad Boden – Mensch der BBodSchV (BUNDESREGIERUNG 1999)
- *Luftkapazität*: Porenvolumen der Grobporen im Wurzelraum

Algorithmus:

Eignung Lebensraumpotential für Kulturpflanzen:
 $\text{Indexwert}(\text{Schadstoffarmut}) \cdot 0,4 + \text{Indexwert}(\text{BFS}) \cdot 0,3 + \text{Indexwert}(\text{NSA}) \cdot 0,2 + \text{Indexwert}(\text{Luftkapazität}) \cdot 0,1$

Grenzwerte:

Flächen, die einen Grenzwert für einen Schadstoff aus der BBodSchV überschreiten: werden gekennzeichnet.

Ausgleichspotential im Wasserkreislauf

Ableitung der Parameter:

Die Bewertungsparameter werden aus folgendermassen abgeleitet:

Aufnahmekapazität für Wasser der Böden (WSV): Zur Berechnung der Aufnahmekapazität von Böden dient das Wasserspeichervermögen nach Heft 31 (UMWELT-MINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG, 1995), in die nFK eingeht, bei Vorkommen eines diagnostischen Horizonts für Stauwassereinfluss auch die Luftkapazität (LK).

Abflussverzögerung (AV): Hier wird nach Heft 31 die mittlere Gesamtwasserleitfähigkeit des Bodens bestimmt (gesättigter Wasserleitfähigkeitsbeiwert k_f horizontweise in Abhängigkeit der Horizontmächtigkeit auf die Gesamtmächtigkeit des Profils bezogen).

Algorithmus:

IW Ausgleichspotential im Wasserkreislauf = $IW(WSV)*0,6 + IW(AV)*0,4$

Filter- und Pufferpotential für anorganische Schadstoffe

Ableitung der Parameter:

Die Bewertungsparameter werden aus folgenden Ansprüchen an die Fläche abgeleitet:

Bindung der Schadstoffe im Boden: Die Bindung wird hauptsächlich von pH-Wert, Humusgehalt, Tongehalt (und dem Gehalt von Oxiden, korreliert allerdings eng mit Tongehalt) (BLUME ET AL., 1998) bestimmt.

Parameter:

- *pH:* pH (CaCl_2) im Wurzel
- *Humusgehalt:* Summe der Humusgehalte aller Horizonte bis 1 m Tiefe
- *Tongehalt:* Summe der Humusgehalte aller Horizonte bis 1 m Tiefe

Algorithmus:

IW Filter- und Pufferkapazität = $IW(\text{pH})*0,4 + IW(\text{Ton})*0,4 + IW(\text{Humus})*0,2$

Stoffumwandlungspotential für organische Schadstoffe

Ableitung der Parameter:

Die Bewertungsparameter werden zur Zeit im Projekt BWC 2009 'Biologische und ökotoxikologische Bewertung von Böden in Ballungsräumen' erarbeitet.

Lebensraum für Mikroorganismen

Ableitung der Parameter:

Die Bewertungsparameter werden zur Zeit im Projekt 'Biologische und ökotoxikologische Bewertung von Böden in Ballungsräumen' erarbeitet.

Archivfunktion Naturgeschichte

Den Archivfunktionen Naturgeschichte und Archivfunktion Kulturgeschichte kommt eine besondere Bedeutung im Bewertungsverfahren zu: beide Funktionen werden gesondert ausgewiesen und gehen nicht in die Gesamtbewertung ein. Dies ist eine Anforderung aus der Praxis, die den naturschützerischen Umgang mit Böden von der Gesamtbewertung der Leistungsfähigkeit von Böden entkoppeln will. Eine weitere Erörterung sowie exemplarische Bewertungsergebnisse für die Archivfunktion Kulturgeschichte finden sich in BECK: 2003. Böden mit hohem Funktionsgrad werden als gesondert schützenswert ausgewiesen und dienen somit einem ersten Überblick für besonders schutzwürdige Flächen im Sinne des Naturschutzes. Die Indexberechnung läuft analog zu den anderen ökologischen Funktionen.

Ableitung der Parameter:

Die Bewertungsparameter werden aus folgenden Ansprüchen an die Fläche abgeleitet: *Natürlichkeit*: Als vorauswählendes Kriterium ist die Natürlichkeit des Standorts ausschlaggebend. Hierbei kommt der Bestimmung des Hemerobiegrads eine besondere Bedeutung zu, wie z.B. in HOLLAND (1996). Parameter die den Hemerobiegrad eines Bodens beschreiben sind: technogener Skelettanteil, Phosphat-Gehalt, Schwermetallgehalt. *Seltenheit*: In einer ersten Ableitung aus der im BBodSchG geforderten naturgeschichtlichen Archivfunktion kommt dem Seltenheitswert des Bodens gerade in der Stadt eine besondere Bedeutung zu. Hier spielt neben dem Flächenanteil im Betrachtungsraum auch ein nicht zu quantifizierendes Expertenwissen eine Rolle, das gesondert (verbal-argumentativ) in diese Funktion eingeht.

Parameter:

- *Natürlichkeit*: technischer Anteil des Bodenskeletts*0,33 + Phosphatgehalt *0,33 +Schwermetallgehalt*0,33
- *Seltenheit*: Flächenanteil der Bodeneinheit am Betrachtungsraum

Algorithmus:

$IW \text{ Archivfunktion Naturgeschichte} = IW(\text{Natürlichkeit}) * 0,2 + IW(\text{Seltenheit}) * 0,8$

4.5 Ergebnisse und Diskussion

4.5.1 Die ökologische Leistungsfähigkeit der Böden

Die ökologische Leistungsfähigkeit ist innerhalb des Bewertungssystems der Hauptaspekt, da sie nicht nur die einzelne zu schützende Leistungsfähigkeit der Böden darstellt sondern aus ihr auch die Gesamtbewertung der Leistungsfähigkeit der Böden erstellt wird. Sie wird in den folgenden Kapiteln in der Hauptsache in Tabellen und Karten dargestellt, die den bearbeiteten Geländetransekt darstellen. Die Ergebnisse der jeweiligen Potentiale wurden einmal in einer Weise dargestellt, die in die Arbeit der betroffenen Planungsabteilung der Stadt Stuttgart nahtlos einfließen kann und mittels einer fünfstufigen Skala („sehr gering“ bis „sehr hoch“) die Bedeutung der Fläche für ein bestimmtes Potential darstellt. Zusätzlich werden die intern generierten, feiner abgestuften Ergebnisse des Indexverfahrens in eine zehnstufige Bewertungsskala überführt, die zum Vergleich die Vorteile einer differenzierten Sichtweise auf die Bewertungsergebnisse darstellt und zugleich die Möglichkeiten einer Abfrage der Gunst- und Problemstandorte hinsichtlich bestimmter Bodenpotentiale darstellt. Für eine detaillierte Unterscheidung und klare Entscheidung welche Fläche verbaut oder eine Umnutzung erfahren soll, kann in der Datenbank des geographischen Informationssystems nach den Bewertungsindexwerten recherchieren (BECK, 2003: in Vorbereitung)

Die Wertigkeit der Flächen für das jeweilige Potential steigt mit dem angezeigten Zahlenwert, also von eins bis fünf bzw. von 1 – 1000. Die Farbgebung signalisiert mit der Zunahme der Rottöne die Gefahr von hohem Potentialverlust beim Verbrauch bzw. der Innutzungsnahme der Fläche.

4.5.1.1 Filter- und Puffer für anorganische Schadstoffe

Die Karte des Filter- und Pufferpotentials für anorganische Böden zeigt wie alle der folgenden Karten den Transekt in seiner Gesamtheit. Die Karte zeigt im Norden das Cannstatter Knie des Neckars, im Anschluss läuft der Transekt parallel mit den innerstädtischen Parkanlagen und den Bahnanlagen, die mit dem Hauptbahnhof vor dem Knick des Transekts enden. Direkt im Knick liegt der Schlossgarten mit der Innenstadt, die sich über die Karlshöhe auf die Blockrandbebauung des Stuttgarter Westens trifft. Über den südlichen Rand mit dem Fangelsbachfriedhof und der Dornhalde zieht sich der Transekt nach Süden hinauf nach Sonnenberg. Über Möhringen und Fasanenhof endet das Stuttgarter Stadtgebiet an der Ost-West verlaufenden Autobahn. Weiter südlich wird über Leinfelden und den Kesselbach Steinenbronn erreicht, das südliche Ende des Transekts.

Die Verteilung der Potentiale der zehnstufigen Bewertung in Abbildung 21 zeigen sich nicht überraschend in einer deutlichen Spaltung zwischen den städtisch genutzten Flächen der Innenstadt Stadt Stuttgarts und den randlichen Industrienutzungen mit hohen Potentialen auf der einen Seite und den Grün- und Forstflächen im Nordteil des Transekts, die sehr viel geringere Leistungsfähigkeiten zeigen. Verantwortlich hierfür zeigen sich die typischen hohen Kalziumkarbonatgehalte urban genutzter Böden, die eine Pufferleistung für anorganische Schadstoffe entsprechend erhöhen. Die höchsten Werte erhalten Böden urban genutzte Böden

die größtenteils aus Lößlehmen entstanden sind und eine Kombination aus hoher Kationenaustauschkapazität und allochthoner Karbonatzufuhr darstellen. Die geringsten Werte sind die forstlich genutzten Böden, die mit geringen pH-Werten teilweise schon Problemstandorte der Schadstoffverlagerung darstellen. Der Vergleich mit der fünfstufigen Bewertung desselben Potentials des Umweltamts der Stadt Stuttgart zeigt ganz offensichtlich die starke Konzentrierung auf mittlere und hohe Bewertungsstufen bei der konventionellen Bewertung. Diese ergibt sich aus den vorgegebenen Leistungsrahmen bei STADT STUTTGART: 1995:44f. Dort werden Klassenstufen zur Einteilung der Ton- und Humusgehalte der Böden benutzt, die anscheinend eine Bandbreite der Gehalte typischer deutscher Böden darstellt. Eine Anpassung an lokale Verhältnisse erfolgt, was die Bewertungsparameter angeht, nicht. Allerdings werden, was die Vorbelastung der Böden mit Schadstoffen betrifft, einige typische Belastungsstufen ermittelt und in die Bewertung eingearbeitet. Eine direkte Bewertung der Ausschöpfungsgrade der Böden durch eine Vorbelastung mittels dem Quotienten aus Schadstoffgehalt und Grenzwert der Belastung erscheint jedoch klarer und einfacher (BECK 2003:in Vorbereitung).

Die Anteile der hochwertigen wie geringwertigen Böden ist beim Indexbewertungsverfahren eindeutig höher, jedoch bleiben die Werte vergleichbar zu denen des Bewertungsverfahrens von STADT STUTTGART: 1995, es ergeben sich in der Regel bei gleichen Flächen Verschiebungen um eine Bewertungsstufe. Die Karte der zehnstufigen Bewertungsskala zeigt eine weitere Möglichkeit, mit den Daten eine feinere Differenzierung der Potentiale zu erhalten, im Vergleich zum fünfstufigen Bewertungsrahmen sind aber in diesem speziellen Fall die Zusatzinformationen gering. Trotzdem besteht beim Vergleich der beiden fünfstufigen Verfahren die Aussicht, mit dem neuen Bewertungsverfahren eine Methode gefunden zu haben, um an bestehende Verfahren anzuknüpfen und sie in entscheidenden Punkten zu verbessern.

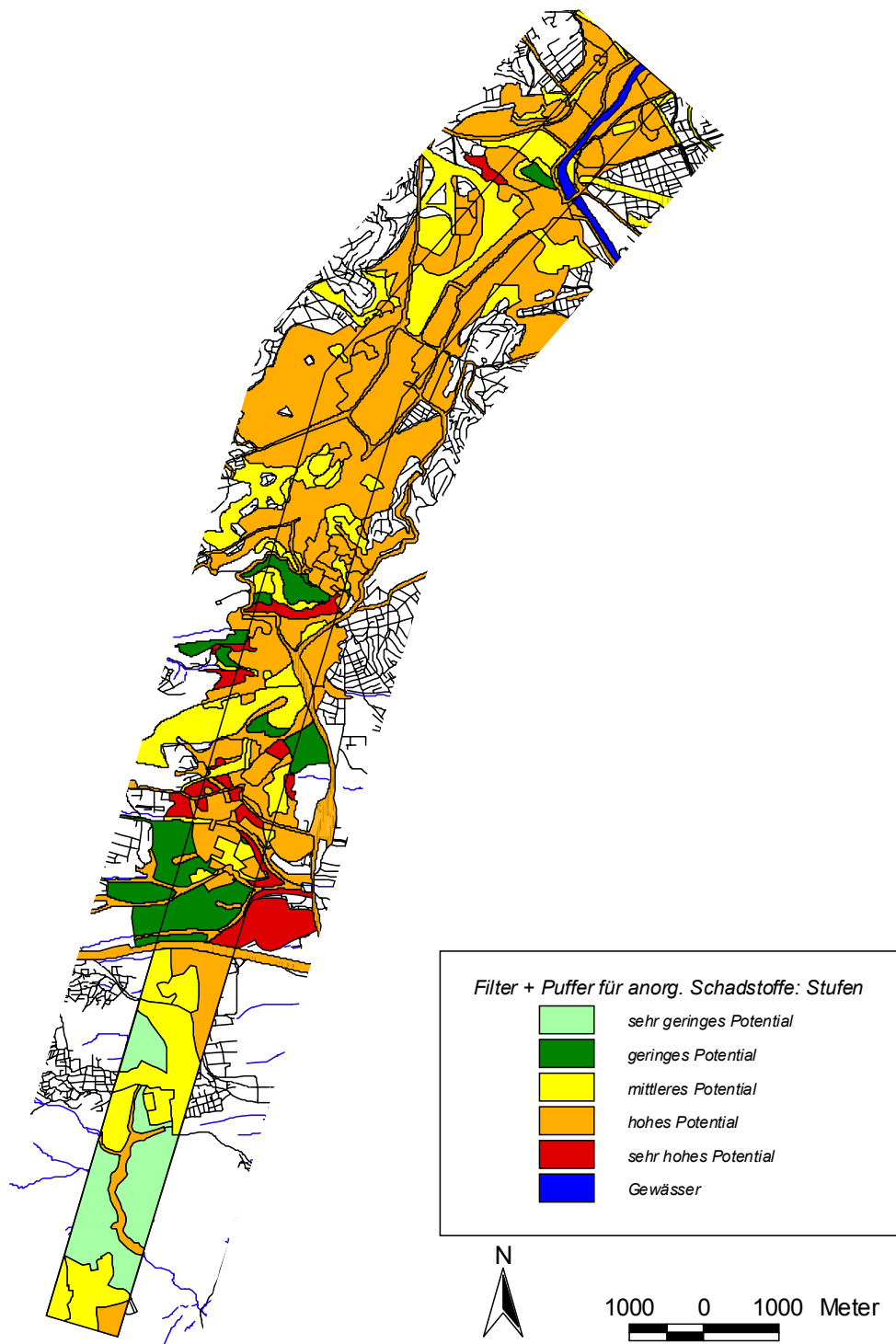


Abbildung 19: Fünfstufige Bewertung des Filter und Pufferpotentials für anorganische Schadstoffe der Böden im Transekt

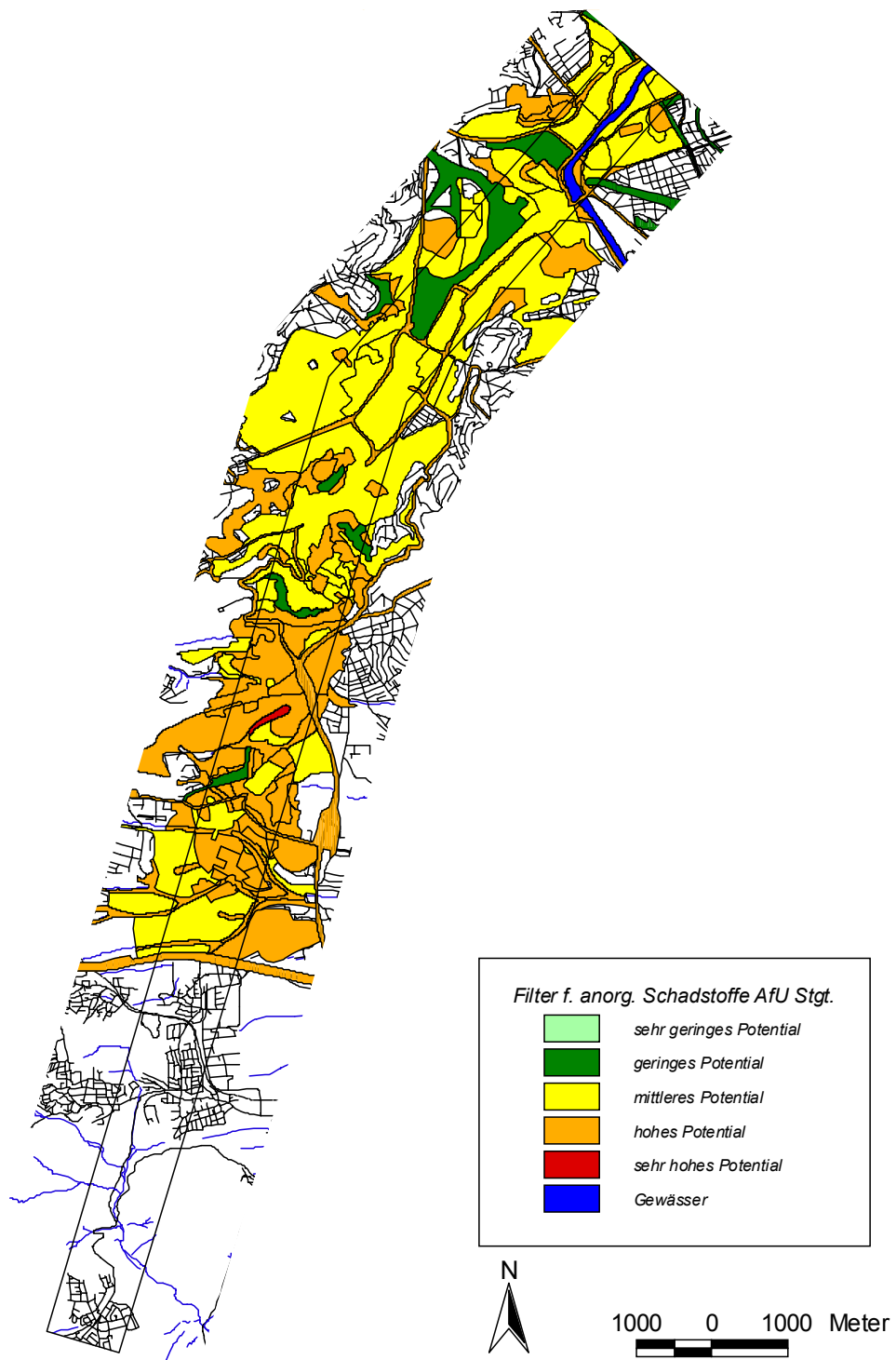


Abbildung 20: Fünfstufige Bewertung des Amtes für Umweltschutz (Stadt Stuttgart: 1995) des Filter und Pufferpotentials der Böden im Transekt

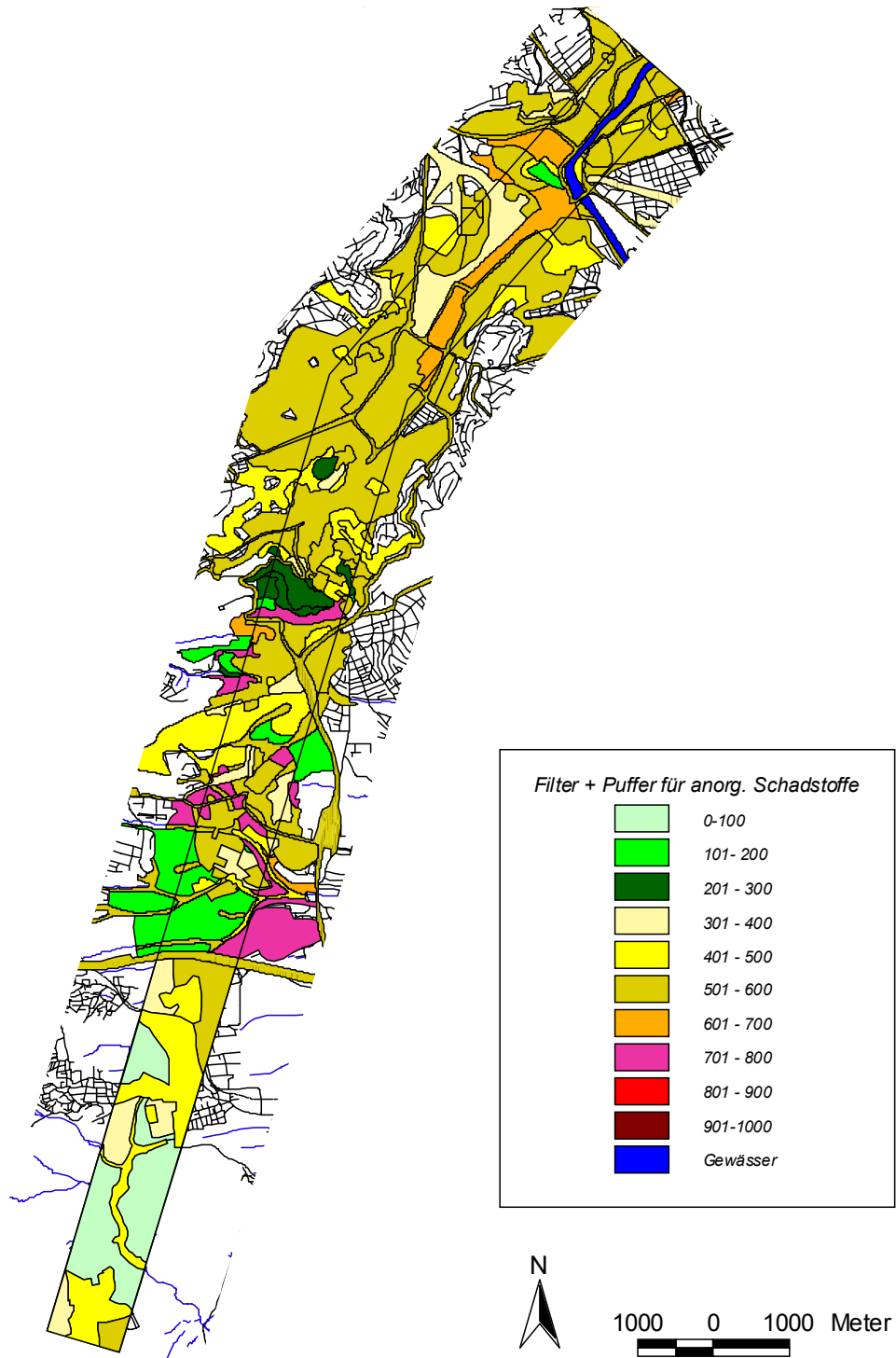


Abbildung 21: Zehnstufige Bewertung des Filter und Pufferpotentials der Böden im Transekt

4.5.1.2 Potential des Bodens als Lebensraum für Kulturpflanzen

In den beiden folgenden Abbildungen, die eine fünfstufige Bewertung des Lebensraumpotentials für Kulturpflanzen darstellen, fällt die gute Vergleichbarkeit der Ergebnisse des herkömmlichen Verfahrens und des Indexverfahrens auf. Zwei Extremstandorte fallen dabei besonders ins Auge. Die mit sehr hohem Potential ausgezeichnete Fläche einer humosen Parabraunerde (HOLLAND: 1996) südlich von Sonnenberg und eine stark hemerobe Fläche sehr geringen Potentials (Schichttechnosol-Lockersyrosem), die den zentralen Bahngleisbereich des Stuttgarter Haupt- und Postbahnhofs mit Rangierflächen umfasst. Weiterhin fällt auf, dass die sich im Mittelmass befindlichen Flächen beim Indexverfahren sehr viel differenzierter aufgeteilt sind. Besonders werden die Flächen im unteren Leistungsbereich stärker bei der Indexbewertung differenziert. Die relativ hohe Zahl an guten Bewertungen beim herkömmlichen Verfahren erscheint in diesem Zusammenhang erklärungsbedürftig. Das herkömmliche Verfahren (STADT STUTTGART: 1995: 40) hat die Buche als Kultur zum Ziel und soll gleichzeitig die Bewertung eines Bodens als Lebensraum für natürliche Vegetation erlauben. Aus diesem Ansatz heraus werden mit insgesamt sechs Bodenparametern eine relativ große Anzahl Bewertungsparameter herangezogen. Diese werden in Anlehnung an FAO (1996) einer Bewertungsbeurteilung unterzogen, die anhand der Anzahl hoch bewerteter Parameter eine Bewertungsstufe zwischen eins und fünf zugewiesen bekommt, analog zur Gesamtbewertung des Indexverfahrens. Was bei der Gesamtbewertung allerdings als wünschenswerter Effekt auftritt, die umso höhere Wahrscheinlichkeit, eine hohe Bewertung einer Fläche zu erhalten, umso mehr Parameter in die Bewertung einfließen, ist bei der Leistungsbewertung nicht wünschenswert. Zwar wird hier im Verfahren methodisch diese Möglichkeit eingeschränkt, sie bleibt aber bestehen und ist wohl ausschlaggebend für die hohe Einstufung relativ vieler Flächen.

Die Abbildung 10 zeigt die zehnstufige, ausdifferenzierte Bewertung der Böden mittels des Bewertungsindex. Hierbei zeigt sich stärker als beim vorangegangenen Filterpotential die höhere Aussagekraft des Verfahrens und einer differenzierten Bewertung. Eine stetige Zunahme des Lebensraumpotentials für Kulturpflanzen von Nord nach Süd bzw. von der Innenstadt in das Umland fällt auf dieser Karte sofort auf. Vergleicht man das zehnstufig bewertete Kartenbild mit dem fünfstufigen, so wird die zusätzlich zu erhaltende Information deutlich, besonders im Innenstadtbereich.

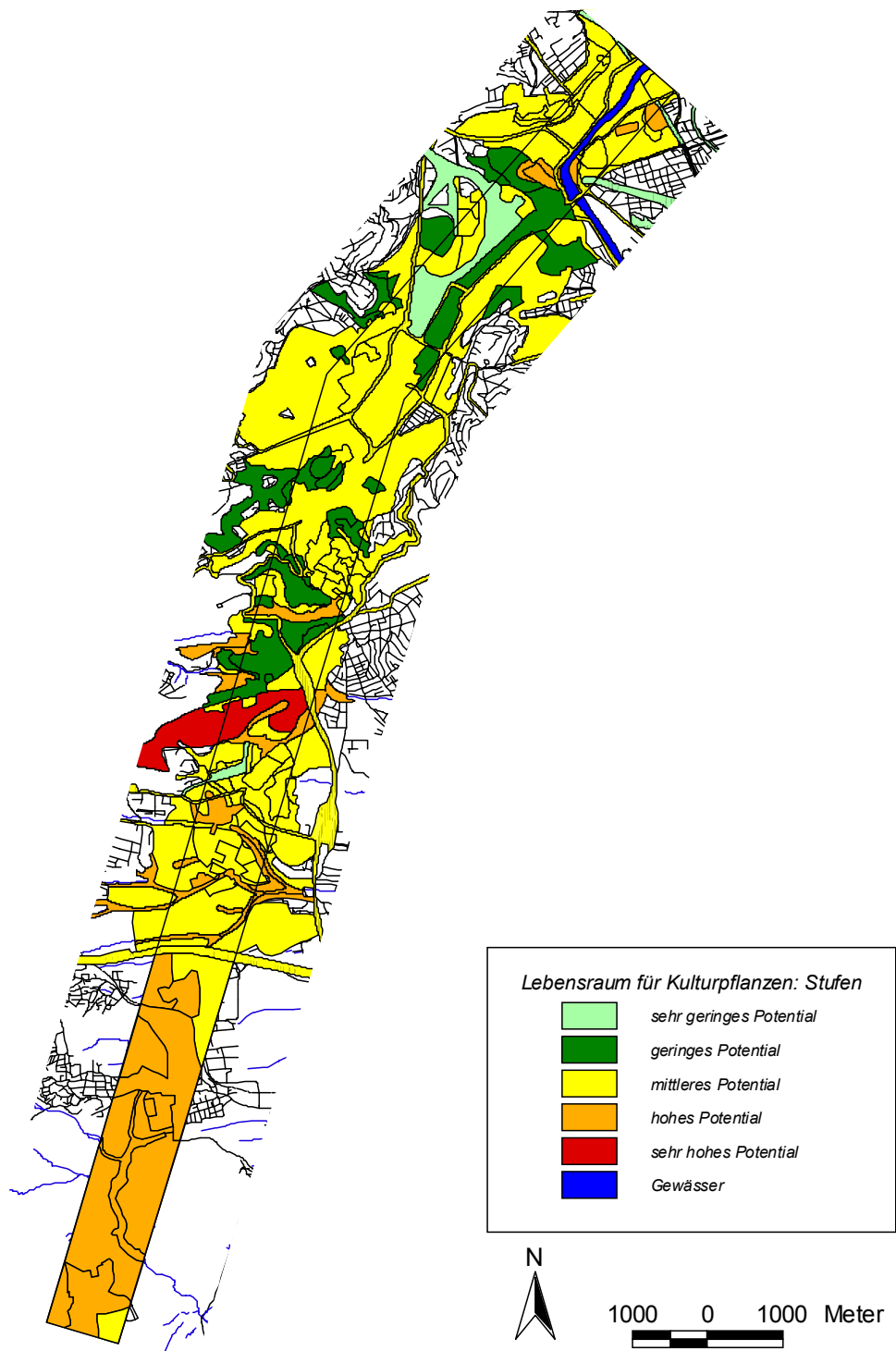


Abbildung 22: Fünfstufige Bewertung des Lebensraumpotentials für Kulturpflanzen der Böden im Transekt

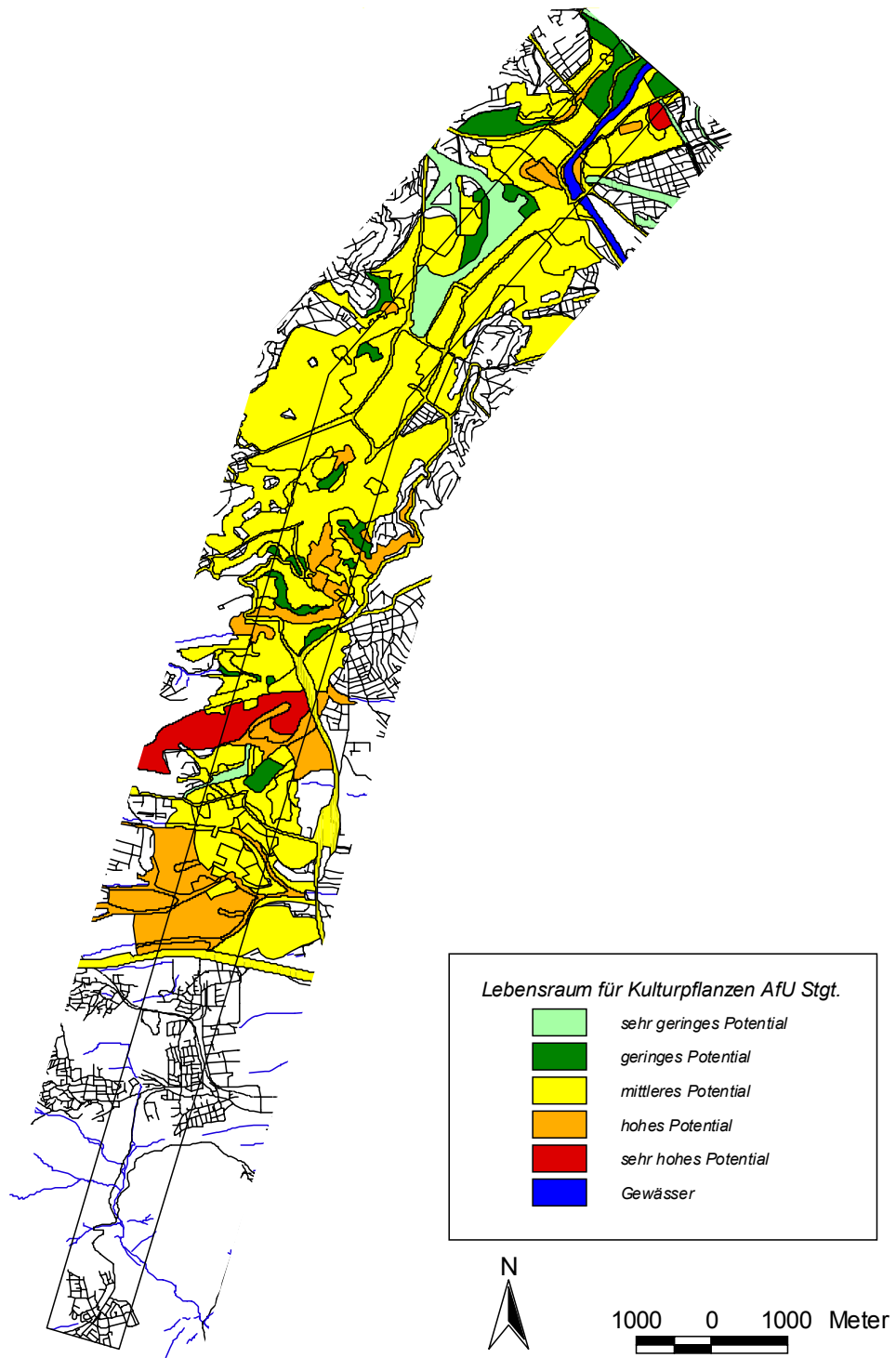


Abbildung 23: Fünfstufige Bewertung des Amtes für Umweltschutz (Amt für Umwelt der Stadt Stuttgart: 1995) des Lebensraumpotentials für Kulturpflanzen

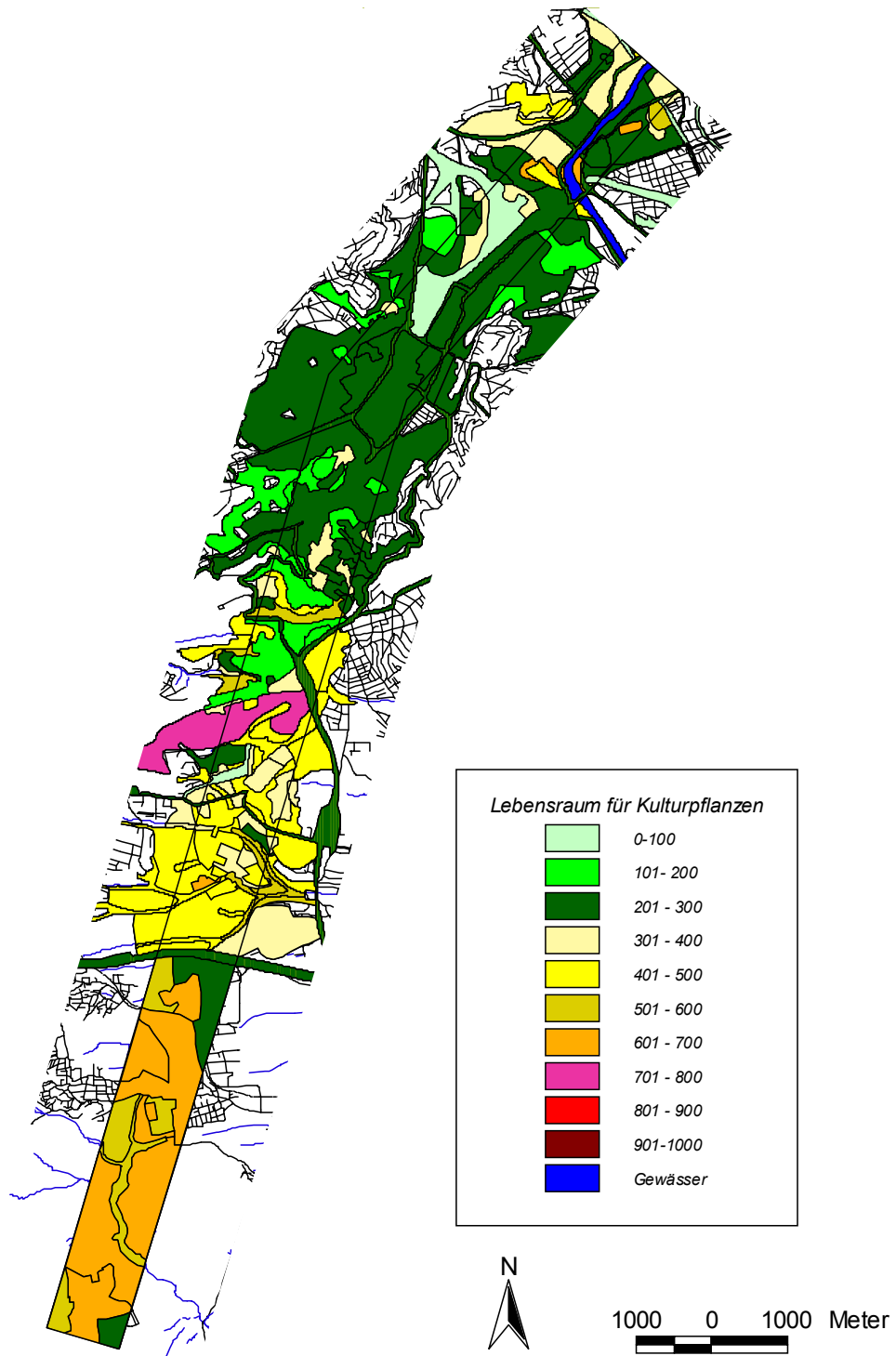


Abbildung 24: Zehnstufige Bewertung des Lebensraumpotentials für Kulturpflanzen der Böden im Transekt

4.5.13 **Ausgleichspotential im Wasserkreislauf**

Die in Abbildung 11 dargestellte Karte des Ausgleichspotentials im Wasserkreislauf zeigt eine starke Häufung der mittleren bis geringen Leistungsfähigkeit der Böden im städtisch genutzten Teil des Transekts. Hierbei fallen die Böden am Nordende des Transekts heraus, die eine mittlere Leistungsfähigkeit zeigen. Das sind zwar mittel bis stark hemerobe Böden die teilweise sogar aus Bauschutt aufgebaut sind, aber einen großen Anteil an Löß und Lößlehm aufweisen. Die hohen Skelettgehalte und hohe Lagerungsdichten der innerstädtischen Böden lassen im anschließenden Verlauf des Transekts keine höheren Bewertungen der Böden zu. Die am Südrand von Sonnenberg beginnenden Freiflächen zeigen dann wieder höheres Leistungsvermögen, aber erst die außerhalb der Stadt Stuttgart liegenden Teilflächen von Leinfelden und Steinenbronn zeigen hohes Potential. Betrachtet man zusätzlich noch die feiner differenzierte, zehnstufige Bewertung der Böden in Abbildung 12, so zeigt sich das der Ablauf der Verteilung der leistungsfähigen Flächen von Nord nach Süd nochmals im inneren Stadtgebiet Stuttgarts unterteilt werden kann in zentrale Flächen mit stärkster Störung der Böden und hohen Skelettgehalten und hohen Keupermergelanteilen wie z.B. die Bahngleiskörper des Haupt- und Postbahnhofs, die Anlagen mit hohen Bauschuttanteilen und der Kern der City und der diese Flächen umgebende Gürtel an Flächen mit höheren Löß und Lößlehmanteilen. Auch im südlichen, außerstädtischen Bereich des Transekt können die leistungsfähigsten Flächen nochmals differenziert werden, hierbei fallen die gewässerbegleitenden Böden des Siebenmühlentals und der Körsch besonders auf. Eine Bewertung von HOLLAND: 1996 bezüglich des Ausgleichspotentials im Wasserkreislauf wurde nicht durchgeführt, deshalb entfällt hier der Vergleich.

4.5.2 **Nutzungsbezogene Bewertung von Böden**

Die nutzungsbezogene Leistungsfähigkeit ist analog zur Bewertung der ökologischen Potentiale aufgebaut, hat aber ein anderes Ziel. Die Bewertung der ökologischen Potentiale hat mit der Gesamtbewertung der Böden einer Kommune zum Ziel, die Schutzwürdigkeit der Böden in der Kommune zu dokumentieren. Die nutzungsbezogene Bewertung von Böden hat im Gegensatz dazu zum Ziel, Entscheidern und Planern die **Eignung** von Flächen bzw. Böden **für** eine bestimmte Nutzung zu verdeutlichen. Hierzu werden die Flächen hinsichtlich ihrer Eignung bewertet und nach ihrem Bewertungsindexwert in zehn Stufen eingeteilt dargestellt.

4.5.2.1 **Eignungsbewertung als Kinderspielfläche**

Die bewerteten Flächen zeigen in ihrer Eignung als Kinderspielfläche eine etwas heterogenere Verteilung als bei den ökologischen Potentialen. Es findet sich zwar eine ähnliche Verteilung hoch geeigneter Böden im südlichen Transekt, die mit abnehmender Eignung im südlichen, industriell-gewerblich genutzten Stuttgarter Stadtgebiet einhergeht, aber im Kern der Stadt finden sich relativ viele mittel geeignete Flächen im Wechsel mit Flächen geringer Eignung. Ist für das Vorhaben einer konkreten Planung solcher Flächen die Auflösung der Bodeneinheiten noch nicht hoch genug, so zeigt sich doch eine klare

Unterscheidungsmöglichkeit zwischen gut und gering geeigneter Flächen in der Stadt, die eine Vorauswahl möglicher Standorte eines neu zu errichtenden Kinderspielplatzes wesentlich vereinfachen kann.

Gesamtbewertung des Schutzgutes Boden

Die Zusammenfassung aller bewerteten ökologischen Bodenpotentiale in einer Gesamtbewertung des Schutzgutes Boden zeigt Abb. 28. Im ersten Überblick sieht man einen starker Anteil von Flächen mittlerer und hoher Bedeutung für das Schutzgut Boden, einen sichtlich kleineren Anteil von Flächen mit geringer und dem kleinsten Anteil mit sehr hoher Bedeutung. Eine Fläche mit sehr geringer Bedeutung ist nicht vertreten, was bei der Mindestanforderung um eine höhere Bedeutung für das Schutzgut Boden zu erreichen, nicht überrascht, es genügt, wenn ein bewertetes Potential auf der Fläche eine dementsprechende Einstufung erreicht. Die Flächen mit sehr hoher Bedeutung soll demjenigen Anteil an Flächen (und der sie repräsentierenden Böden), entsprechen, der möglichst nie durch eine Nutzung verloren geht, verändert oder versiegelt werden soll, und wenn doch, dann nur wohlbegründet und von Ausgleichsmaßnahmen begleitet. Ebenso stellen Flächen hoher Bedeutung Bereiche dar, in denen ausreichend argumentiert werden sollte, welche Maßnahmen zur Vermeidung bzw. zum Ausgleich eines möglichen Eingriffs getroffen wurden. Der genaue Blick auf den überraschend geringen Anteil an Flächen mit sehr hoher Bedeutung für das Schutzgut Boden zeigt von Süd nach Nord zeigt folgende Verteilung:

Tabelle 49: Eigenschaften der Flächen mit sehr hoher Bedeutung für das Schutzgut Boden

Fläche	Bodentyp	Anthropogene Veränderung (HOLLAND, 1996)
eine große Fläche im Fasanenhof mit Wohnbebauung	Allosol-Pararendzina	mittlere Störung
zwei gewässerbegleitende Flächen an der Körsch	Pelosol-Braunerde	natürliche Böden
sieben Kleinstflächen mit Wohnbebauung in Möhringen	Allosol-Pararendzina	mittlere Störung
eine große landwirtschaftl. genutzte Fläche: Lerchenfeld	Parabraunerde	natürliche Böden
zwei kleine Flächen in Sonnenberg	Braunerde-Pelosol	natürliche Böden
eine größere Fläche, forstlich genutzt: Dornhalde	Braunerde-Pelosol	natürliche Böden
eine kleine Fläche, Rosensteinpark	Schichtallosol-Pararendzina	mittlere Störung

Interessanterweise sind etwa die Hälfte aller Flächen hoher Bedeutung vom Menschen gestörte Böden. Allerdings zeigen sie alle eine natürliche Bodenentwicklung und sind entweder aus technogen verändertem Material oder haben nur eine einmalige deutliche Störung erfahren (sieben Flächen in Möhringen, Fasanenhof). Hier liegen Böden mit hohen pH-Werten und relativ guten Kationenaustauschkapazitäten vor. Die Flächen die von natürlichen Böden repräsentiert werden sind als Parabraunerden und pelosolartigen Böden hoch leistungsfähige Böden im Bereich der Puffer und Filterkapazität. Erweitert man das Bild um die Böden hoher Bedeutung zeigt sich eine Zunahme der Flächen außerhalb des Kernbereichs der Stadt, besonders im südlichen Teil des Transekt bekommen die gewässerbegleitenden Flächen und natürliche Böden unter forst- und landwirtschaftlicher Nutzung einen hohen Anteil. So zeigt sich im Gesamtbild eine Tendenz, dass im unbebauten Grüngürtel um die Stadt und Freiflächen innerhalb der Stadt die Böden höchster Bedeutung befinden und sich die oft ohnehin schutzwürdigen naturnah genutzten Flächen eine nochmals gesteigerte Bedeutung bei der Erhaltung naturnaher Flächen erhalten. Trotzdem können urban genutzte Flächen sehr wohl in vielerlei Hinsicht leistungsfähige Böden beinhalten und sollten bei hoher Bedeutung für das Schutzgut Boden bei zukünftigen Eingriffen dementsprechend behandelt werden.

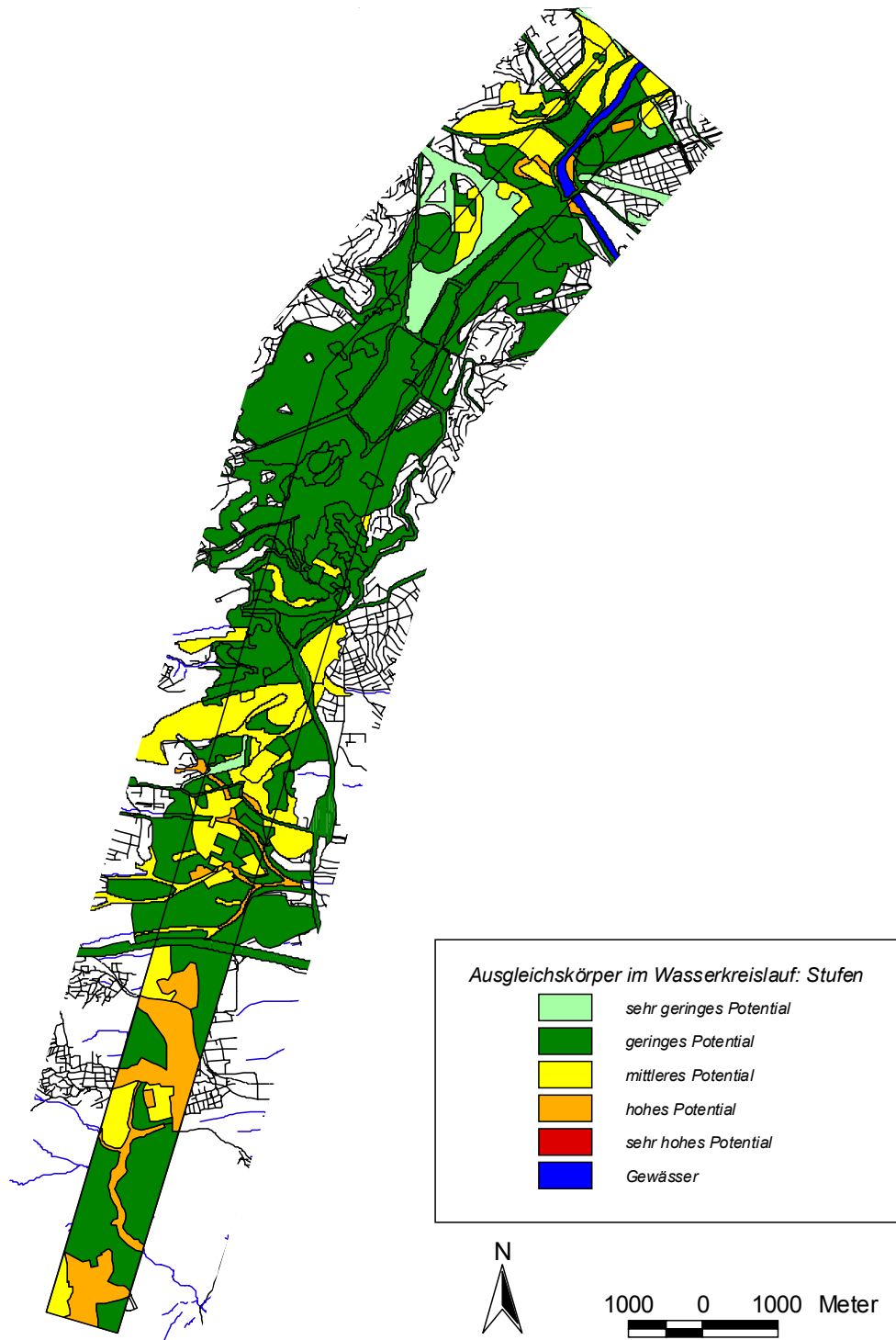


Abbildung 25: fünfstufige Bewertung des Ausgleichspotentials im Wasserkreislauf der Böden im Transekt

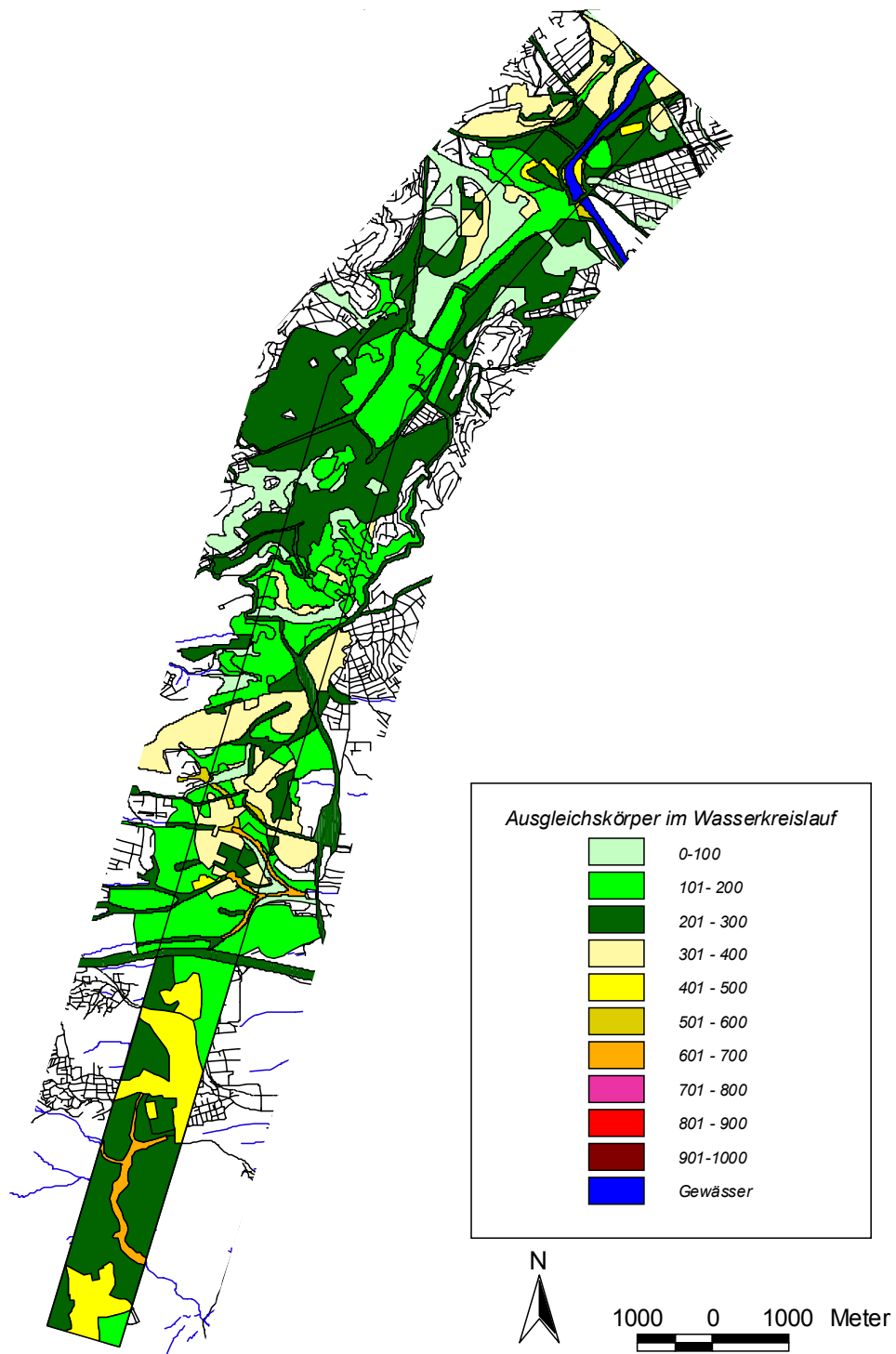


Abbildung 26: Zehnstufige Bewertung des Ausgleichspotentials im Wasserkreislauf der Böden im Transekt

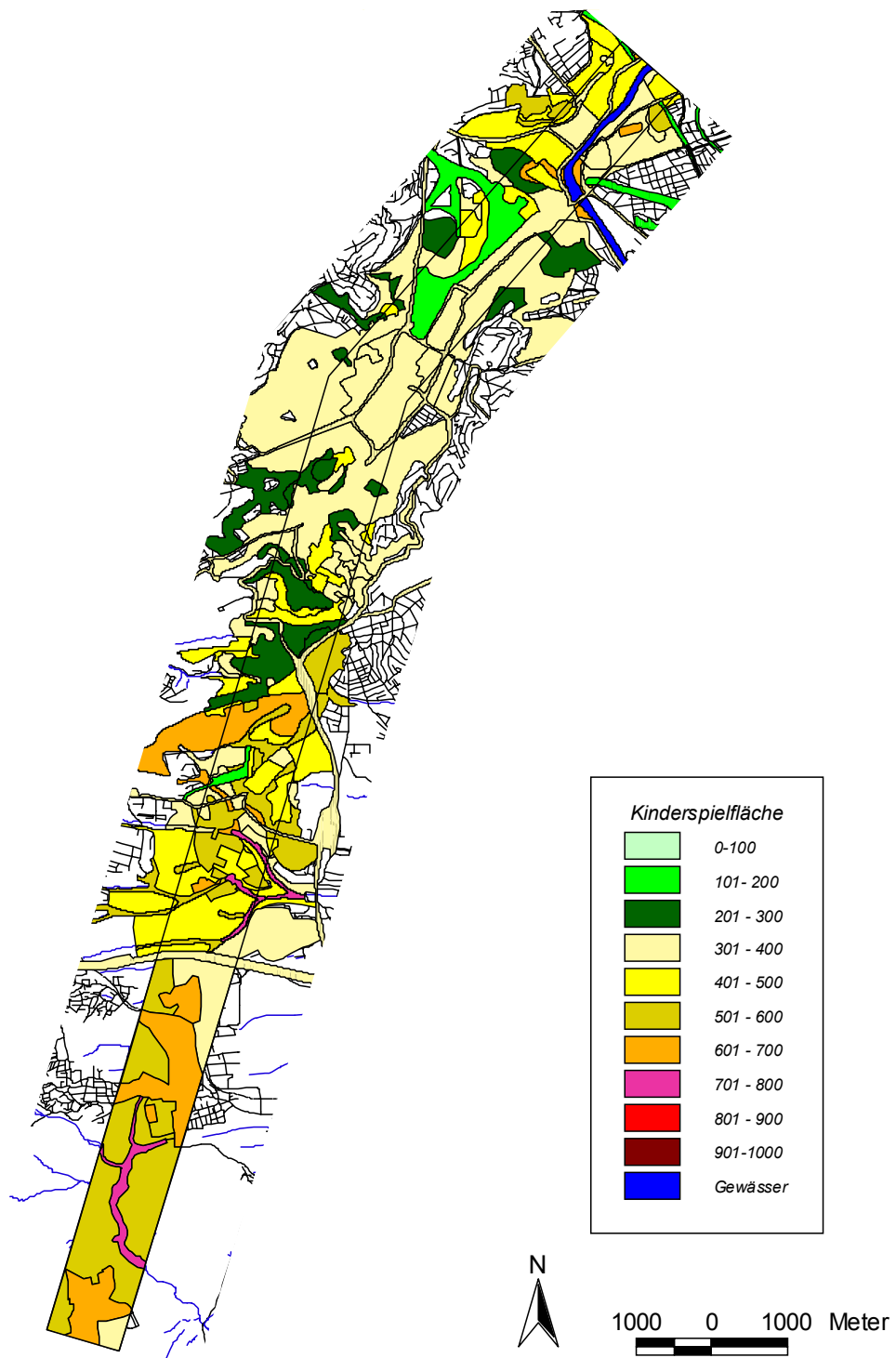


Abbildung 27: Zehnstufige Bewertung der Nutzungseignung als Kinderspielfläche der Böden im Transekt

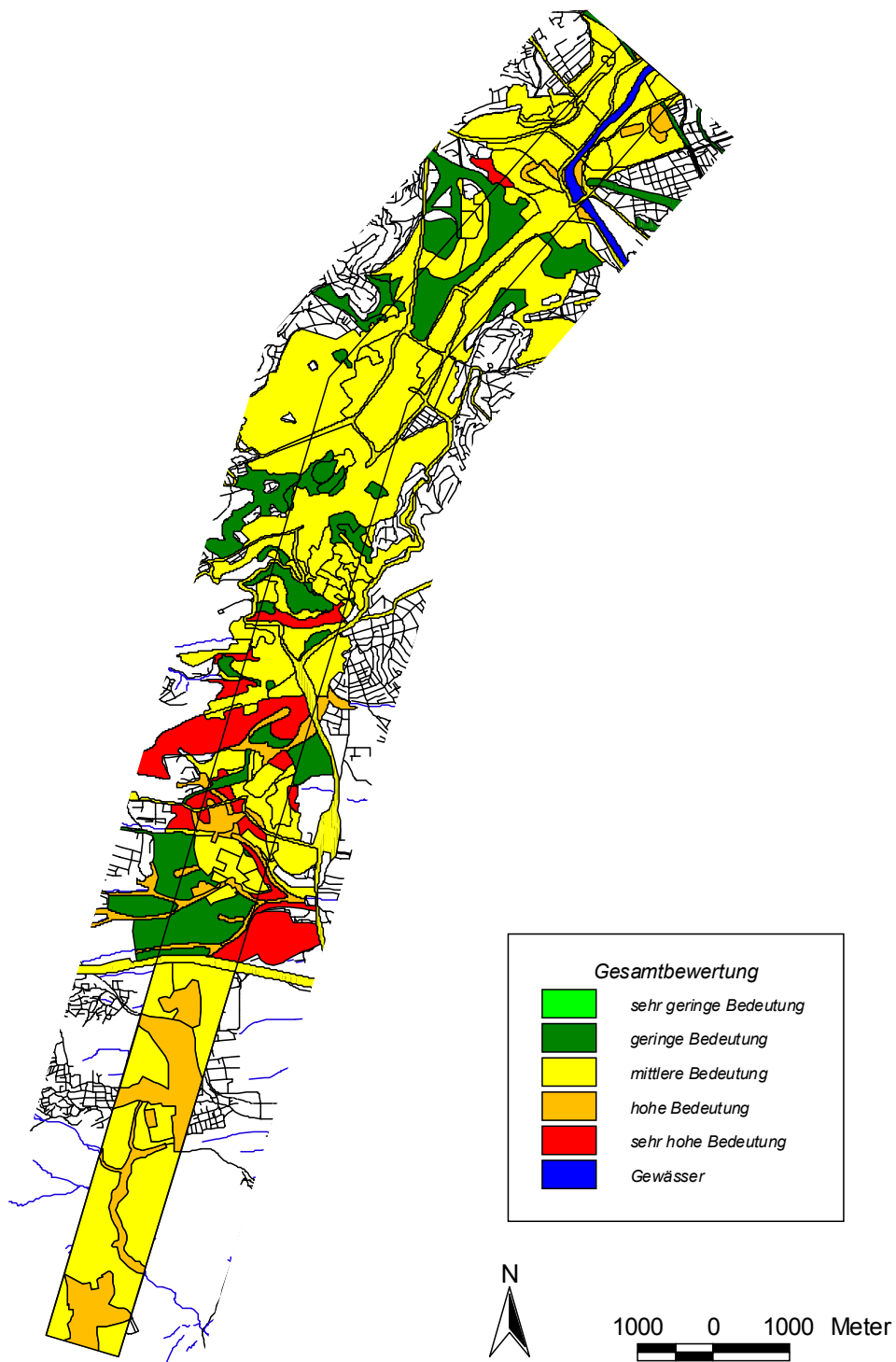


Abbildung 28: Gesamtbewertung für die Bedeutung des Schutzgutes Boden im Transekt

5 Schlussfolgerungen und Ausblick

Bisherige Arbeiten zeigen, dass der nutzungsspezifische Ansatz geeignet ist die sehr große Heterogenität von anthropogenen Böden erfassbar und im Hinblick auf Planungsprozesse auch lenkbar zu machen. Die Beurteilung bzw. Einstufung der Eigenschaften von Stadtböden nach der aktuellen Nutzung stellt einen ersten Ansatz dar, der durch die Einbeziehung der Nutzungsgeschichte weiterentwickelt werden sollte.

Mit dem im Projekt erhobenen Datensatz konnte eine wichtige Lücke im Bodenspektrum geschlossen werden. Zusammen mit dem Untersuchungsmaterial des norddeutschen Raumes ist nun eine hinreichende Datenbasis vorhanden, mit der erste Empfehlungen zur Ableitung von ökologischen Kennwerten für anthropogene Böden herausgegeben werden können.

Das vorliegende Bewertungsverfahren ermittelt über einen dimensionslosen Index die Eignung von Böden hinsichtlich ihrer ökologischen und nutzungsbezogenen Potentiale. Darüber hinaus kann es als Instrument der Flächenauswahl genutzt werden, wenn der Verlust an Leistungspotential einer Fläche minimiert werden soll. Die Vorteile des Verfahrens sind die exakte Anpassung der Bewertung an die Leistungsfähigkeit des zu bewertenden Raums und den Vergleich mit zwischen verschiedenen Räumen innerhalb festlegbarer Grenzen. Weiterhin ist eine hohe Flexibilität bei der Verwendung verschiedener Bewertungsziele bzw. bei den verwendeten Bewertungsalgorithmen gegeben.

Die Betrachtung und Bewertung zukünftiger Entwicklungen in Kommunen ist anhand des Bewertungsindex stark vereinfacht. Der Verbrauch aber auch die Wiederherstellung von Böden und Flächen schlägt sich sofort in den Indexwerten bzw. der Summe aller Indexwerte einer Kommune nieder. Hiermit lassen sich Trends und mögliche Entwicklungen einfach darstellen und kommunalen Entscheidungsträgern vor Augen führen.

6 Literaturverzeichnis

AMT FÜR UMWELTSCHUTZ DER STADT STUTTGART (1995): Die Böden Stuttgarts.- In: Schriftenreihe des Amtes für Umweltschutz 3 1-240 Landeshauptstadt Stuttgart.

ARBEITSGRUPPE BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. – 4. Aufl. 392 S., Hannover.

ARBEITSKREIS STADTBÖDEN (1997): Empfehlungen des Arbeitskreises Stadtböden der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft für die Bodenkundliche Kartieranleitung urban, gewerblich und industriell überformter Flächen (Stadtböden). – 2. Auflage, büro für bodenbewertung (Hrsg.), Kiel.

BERLEKAMP, L.-R.; KAMIETH, H. & PRANZAS, N. (1990): Eine neue Systematik urbaner Nutzungstypen. - Landschaft + Stadt 22(3): 105-114.

BLUME, H.-P.(Hrsg.) (1992): Handbuch des Bodenschutzes. – ecomed Verl., Landsberg/Lech.

BLUME, H.-P. (1996): Böden städtisch-industrieller Verdichtungsräume. - In: BLUME, H.-P.; FELIX-HENNINGSSEN, P.; FISCHER, W.; FREDE, H.-G.; HORN, R. & K. STAHR (Hrsg.): Handbuch der Bodenkunde. - ecomed, Landsberg/Lech, Kap. 3.4.4.9.

BLUME, H. P. (2000): Ökologische Bewertung städtischer Biotope. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 93: 11-14.

BLUME, H.-P. & HELSPER, M. (1987): Schätzung des Humusgehaltes nach der Munsell-Farbhelligkeit. – Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 150: 354-356.

BLUME, H.-P. & SCHLEUß, U. (Hrsg.) (1997): Bewertung anthropogener Stadtböden. – Abschlussbericht des BMBF-Verbundvorhabens der Universitäten Berlin (TU), Halle-Wittenberg, Hohenheim, Kiel und Rostock sowie des 'büro für bodenbewertung', Kiel. – Schriftenreihe Inst. für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Univ. Kiel. Nr. 38.

BLUME, H.-P.; SCHLEUß, U. & Q. WU (1997): Kationen. - In BLUME, H.-P. & SCHLEUß, U. (Hrsg.) (1997): Bewertung anthropogener Stadtböden. – Abschlussbericht des BMBF-Verbundvorhabens der Universitäten Berlin (TU), Halle-Wittenberg, Hohenheim, Kiel und Rostock sowie des 'büro für bodenbewertung', Kiel. – Schriftenreihe Inst. für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Univ. Kiel. Nr. 38: 101-110.

BLUME, H. P., K. DÖRING, H. FLEIGE, R. HORN, M. KAUPENJOHANN, U. KRAMER & M. ZAHN (1998): Filter- und Puffereigenschaften von Böden und deren Ermittlung im Felde - Stand und Aussichten. DVWK-Schriften 122: 379-401.

BÜCKMANN, W., M. JÄNICKE, Y. HEUI LEE, W. TIETZ, J. WOLFF & R. ZIESCHANK (1999): Steuerungsfunktionen von Recht, Politik, Planung und Information am Beispiel des Bodenschutzes. Bd. 8 von FAGUS-Schriften 199 TU Berlin.

BUNDESREGIERUNG (1999): Bundes- Bodenschutz- und Altlastenverordnung BBodSchV. Vom 12. Juli 1999. BGBl. I, Nr. 36. <http://www.bmu.de/infos/download/index.htm>.

BURGHARDT, W. (1996): Boden und Böden in der Stadt. - In: ARBEITSKREIS STADT-BÖDEN (Hrsg.): Urbaner Bodenschutz. - Springer, Berlin.

DEUTSCHER BUNDESTAG (1998): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten vom 17. März 1998 (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG). BGBl. I S.502. <http://www.bmu.de/infos/download/index.htm>.

FAO (1977): A framework for land evaluation. - International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen.

FILIPINSKI, M. & Gruppe, M. (1990): Verteilungsmuster lithogener, pedogener und anthropogener Schwermetalle in Böden. - Z. Pflanzenernähr. Bodenkunde 153: 69-73.

FRANZIUS, V. (2000): Minimierung des Flächenverbrauchs durch Altlastsanierung und Flächenrecycling: Aktivitäten des Umweltbundesamtes. - Vortrag anlässlich des VEGAS-Symposiums Rohstoff Fläche, Universität Stuttgart.

FRIEGE, H. (1998): Reduzierung des Flächenverbrauchs muss politische Priorität haben! Konsequenzen aus der Arbeit der Enquete-Kommission 'Schutz des Menschen und der Umwelt'. - Terra Tech 1: 20-23.

GG (1949): BGBl. S.1. Zuletzt geändert 2002, BGBl. I S. 2863.

HAPPE, M., B.MOHS, G.OHLIGSCHLÄGER, C. GRABE & W.KASCHLUN (1999): Bodenschutz und Landschaftsverbrauch. Bd. 15/99 von Texte des Umweltbundesamtes Umweltbundesamt.

HARTGE, K.-H. & HORN, R. (1992): Die physikalische Untersuchung von Böden. – Enke Verl., Stuttgart.

HILLER, D.A. & MEUSER, H. (1997) : Urbane Böden. – Springer, Berlin.

HOLLAND, K. (1996): Stadtböden im Keuperland am Beispiel Stuttgarts. – Hohenheimer Bodenkundl. Hefte 39, Univ. Hohenheim.

HORN, R. (1981): Die Bedeutung der Aggregation von Böden für die mechanische Belastbarkeit in dem für Tritt relevanten Auflastbereich und deren Auswirkungen auf physikalische Bodenkenngrößen. Dissertation TU Berlin.

HORN, R. & TAUBNER, H. (1996): Bewertung anthropogener Stadtböden. – Teilvorhaben 2: Quantifizierung des Wasser- und Lufthaushaltes in anthropogen und technogen geprägten Böden. – Schlussbericht zum BMBF-Verbundvorhaben, Kiel, unveröff.

HUFNAGEL, J. & M. SOMMER (1994a): Entwicklung und Erprobung eines Instrumentariums zur Bewertung von Böden in ihren Funktionen als Standort für die natürliche Vegetation und als Filter und Puffer für Schadstoffe. Band 1: Das Instrumentarium und seine Anwendung. Im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg.

HUFNAGEL, J. & M. SOMMER (1994b): Entwicklung und Erprobung eines Instrumentariums zur Bewertung von Böden in ihren Funktionen als Standort für die natürliche Vegetation und als Filter und Puffer für Schadstoffe. Band 2: Erläuterungen zum Schlüssel und Literatur. Im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg.

JENSEN-HUSS, K. & I. BRUHM (1999): Operationalisierung der Bodenfunktionen für die Bodenschutzplanung. *Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.* 91(1): 33-36.

INSTITUT FÜR BODENKUNDE UND STANDORTSLEHRE (2000): Das kleine Kochbuch. - unveröff.

KNEIB, W. (1999): Strategien zur Ausweisung von Bodenschutz-Vorranggebieten. *Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.* 91(1): 37-40.

KOCH, R. (1995): Umweltchemikalien.- VCH, Weinheim, 3. Aufl.

LEBERT, M. (1989): Beurteilung und Vorhersage der mechanischen Belastbarkeit von Ackerböden. - Dissertation Universität Bayreuth.

LEHMANN, A.; HOLLAND, K. & STAHR, K. (1995): Stickstoffdynamik am Beispiel von Stadtböden. – *Mitt. Deutsche Bodenkundl. Ges.* 76: 1133-1135.

LGRB (1993a): Bodenkarte von Baden-Württemberg Blatt 7120 Stuttgart-Nordwest mit Erläuterungen Freiburg i. Br.

LGRB (1993b): Bodenkarte von Baden-Württemberg Blatt 7121 Stuttgart-Nordost mit Erläuterungen Freiburg i. Br.

MEUSER, H. (1996): Technogene Substrate als Ausgangsgestein der Böden urban-industrieller Verdichtungsräume. – *Schriftenr. Institut Pflanzenern. Bodenk.* 35, 221 S.

NACHBARSCHAFTSVERBAND STUTTGART (Hrsg.) (1992): Klimaatlas. - Stadtmessungsamt, Stuttgart.

RICHTER, M., U. GRUNICKE & R. BÖCKER (2002): Boden- und Flächenressourcenmanagement in Ballungsräumen: Entwicklung von Bewertungsrahmen zur Beurteilung der ökosystemaren Potenziale verschiedener Nutzungs- und Strukturtypen im urbanen Bereich, Zwischenbericht anlässlich des Statusseminars des BW-PLUS-Statuskolloquiums am 26. und 27. Februar 2002 im Forschungszentrum Karlsruhe. Techn. Ber. BW-PLUS, Forschungszentrum Karlsruhe.

<http://bwplus.fzk.de/berichte/ZBer/2002/ZBerbwc99007.pdf>.

SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (2002): Lehrbuch der Bodenkunde. – Spektrum Akademischer Verlag, 15. Auflage, Heidelberg, Berlin.

SCHLICHTING; E.; BLUME, H.-P. & STAHR, K. (1995): Bodenkundliches Praktikum. – Blackwell Wissenschaft, 2. Aufl., Berlin.

SCHULTE, W. & VOGGENREITER, V. (1986): Flächendeckende Biotopkartierung im besiedelten Bereich als Grundlage für eine stärker naturschutzorientierte Stadtplanung. – Natur und Landschaft 61 (7/8): 275-282.

UMWELTBUNDESAMT (1998): Flächenrecycling statt Neubau auf der grünen Wiese
Pressemitteilung 20/98.

<http://www.umweltbundesamt.de/ubainfo-presse/pressemitteilungen/p-2098-d.htm> .

UMWELTBUNDESAMT (1999): Pressemitteilung: Industriebrachen nutzbar machen
Pressemitteilung 34/99.

<http://www.umweltbundesamt.de/ubainfo-presse/pressemitteilungen/p-9934d.htm>

UM (Umweltministerium Baden-Württemberg (Hrsg.) (1993): Dritte Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums zum Bodenschutzgesetz über die Ermittlung und Einstufung von Gehalten anorganischer Schadstoffe im Boden. – Gemeinsames Amtsblatt des Landes Baden-Württemberg, Heft 30:1029-1036, Stuttgart.

UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (1995): Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit. - Luft, Boden, Abfall: Heft 31.

UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (2000): Umweltplan Baden-Württemberg.

WOLFF, R. (1993). Erfassung, Beschreibung und funktionale Bewertung der Eigenschaften von Stadtböden am Beispiel Hamburgs. – Hamburger Bodenkundl. Arbeiten 21, 365 S.

7 Anhang

Tab. A1:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Mäulesmühle	114
Tab. A2:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Eichberg	116
Tab. A3:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Fasanenhof.....	118
Tab. A4:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Kessel	120
Tab. A5:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Römisches Kastell	122
Tab. A6:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Pfarreigarten.....	124
Tab. A7:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Kleingarten.....	126
Tab. A8:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Kinderheim	128
Tab. A9:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Schwefelbrunnen	130
Tab. A10:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Klingebachpark	132
Tab. A11:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Pfaffenweg.....	134
Tab. A12:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Zuckerfabrik IIa.....	136
Tab. A13:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Zuckerfabrik IIb	138
Tab. A14:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Bergstraße.....	140
Tab. A15:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Diakonissenkrankenhaus.....	142
Tab. A16:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Allianz	144
Tab. A17:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Hospitalhof	146
Tab. A18:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Stadtgraben	148
Tab. A119:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Zuckerfabrik I	150
Tab. A20:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Roto Frank.....	152
Tab. A21:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Bahn I	154
Tab. A22:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Bahn II	156
Tab. A23:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Bahn III	158
Tab. A24:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Bahn IV	160
Tab. A25:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Grenadierkaserne I	162
Tab. A26:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Grenadierkaserne II	164
Tab. A27:	Profilbeschreibung und Profilanalysen Grenadierkaserne III	166
Tab. A28:	Schätzung der Humusgehalte und der Kationenaustauschkapazität	168
Tab. A29:	Schätzung der kf-Werte, Feld- und Luftkapazität	173
Tab. A30:	Schätzung und Bewertung der kf-Werte nach KA4 und Regressions- berechnungen	175
Tab. A31:	Niederschläge	177
Tab. A32:	Bodentemperaturen.....	178
Tab. A33:	Tensionen	179
Tab. A34:	Volumetrische Wassergehalte	180
Tab. A35:	Gravimetrische Wassergehalte	181
Tab. A36:	Kartiereinheiten und ihre Bewertung	182

Tab. A. 1: Standort **Mäulesmühle**

Profil-Nr.: 43

Aufnahmedatum: 9/1998

Nutzungstyp: Wald

Bodentyp: Pseudogley-Braunerde

Lage	Stuttgart-Steinenbronn
Top. Karte	7320 (Böblingen), R.: 35 09 300, H.: 53 94 100
Relief/Inklination	Mittelhang, 18% Neigung
Exposition	NNE
Höhe	420 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	700 mm
Mittl. Jahrestemperatur	8,7°C
Nutzung/Vegetation	Forst (Fichte)
Versiegelung	< 15%
Anthrop. Einfluss	
Ausgangssubstrate	Stubensandstein (km)

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
Ah	0-7	SI2 (schwach lehmiger Sand), Farbe 7,5YR 2/2, carbonatfrei, schwach steinig, Einzelkorngefüge, sehr stark durchwurzelt, stark humos, Ld 1
AhBv	7-24	SI3 (mittel lehmiger Sand), Farbe 10YR 6/6, carbonatfrei, mittel steinig, Einzelkorngefüge, stark durchwurzelt, schwach humos, Ld 1
SwBv	24-48	SI3 (mittel lehmiger Sand), Farbe 10YR 5/4, carbonatfrei, mittel steinig, vereinzelt große Steine, Einzelkorngefüge, Ld 3, schwache Marmorierung, starke Baumwurzeln
SdBv	48-75	Ls3 (mittel sandiger Lehm), Farbe 5YR 6/3 und 7,5YR 5/6, carbonatfrei, schwach steinig, vereinzelt große Steine, Einzelkorngefüge, Ld 3, Marmorierung, starke Baumwurzeln

Profil-Nr.: 43			Name: Mäulesmühle													
Bodentyp: Pseudogley-Braunerde																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew. %									Bodenart	Skelett Gew. %			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	Ah	0-7	30,9	32,3	6,0	12,4	7,9	4,1	69,2	24,4	6,4	SI2	6	0	6	
2	AhBv	-24	33,2	29,4	6,0	10,5	8,2	4,2	68,6	22,9	8,5	SI3	17	0	17	
3	SwBv	-48	31,1	26,3	5,9	11,8	10,1	5,5	63,3	27,4	9,3	SI3	22	0	22	
4	SdBv	-75	26,5	15,5	4,0	12,6	13,7	6,9	46,0	33,2	20,8	Ls3	13	0	13	
Hor. Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol. %				Organische Substanz %					LF μS/cm	CaCO ₃ %		
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _t	C _{org}	C _{tech}	N _t	C/N			OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	-	-	-	-	-	-	-	-	3,4	-	0,18	19	5,9	59	0	
2	1,11	1760	1340	38,7	18,8	14,7	5,2	3,4	0,8	-	0,06	13	1,4	48	0	
3	1,59	256	201	39,8	14,5	18,0	7,3	0,8	-	-	-	-	-	36	0	
4	1,66	7	4	40,6	9,8	15,7	15,1	-	-	-	-	-	-	44	0	
Hor. Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Pot.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	3,1		154	5,5	1,1	1,1	0	5,0	0,3	0,7	1,3	0,08	5,4	0,19	0,16	
2	3,7		71	1,4	0,4	0,5	0,8	4,3	0,2	0,9	1,5	0,07	6,8	0,16	1,73	
3	3,8		53	1,8	0,7	0,6	0,3	6,5	0,3	1,2	2,0	0,07	8,9	0,14	1,69	
4	3,7		108	8,1	3,4	1,7	0,6	12,8	0,5	3,4	5,8	0,16	20,5	0,21	0,88	
Hor. Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	7,0	22,1	70	6	0,03	11	4	8	0,11	8132	132	16	1437	339	15	<2
2	3,0	5,1	101	5	0,02	9	5	10	0,07	2123	127	<13	450	156	18	<2
3	0,6	6,0	86	5	0,03	10	6	11	<0,05	1370	140	<13	393	163	<13	<2
4	0,3	29,2	63	11	0,02	24	14	28	<0,05	4353	331	<13	458	315	<13	<2

Tab. A 2: Standort **Eichberg**

Profil-Nr.: 40

Aufnahmedatum: 8/1998

Nutzungstyp: Acker

Bodentyp: Pseudogley-Braunerde

Lage	Stuttgart
Top. Karte	7220 (Stuttgart-SW), R: 35 09 400, H: 53 94 575
Relief/Inklination	Mittelhang, 3% Neigung, Keuperbergland
Exposition	E
Höhe	445 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	700 mm
Mittl. Jahrestemperatur	8,7°C
Nutzung/Vegetation	Acker (Mais)
Versiegelung	< 15%
Anthrop. Einfluss	Veränderung des Oberbodens
Ausgangssubstrate	Stubensandstein (km4)

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
Ap1	0-15	Sl3 (mittel lehmiger Sand), Farbe 10YR 3/3, carbonatfrei, schwach steinig, Krümelgefüge, stark durchwurzelt, Regenwurmgänge, mittel humos, Ld 2, Horizontgrenze eben und abrupt
Ap2	15-35	Sl3 (mittel lehmiger Sand), Farbe 10YR 4/3, carbonatfrei, schwach steinig, Subpolyeder, mittel bis stark durchwurzelt, Regenwurmgänge, mittel humos, Ld 2-3 (unterhalb der Pflugsohle verdichtet), Horizontgrenze eben und deutlich
Bv	35-51	Sl3 (mittel lehmiger Sand), Farbe 10YR 5/4, carbonatfrei, schwach steinig, einzelne Ziegelbruchstücke, Kohärentgefüge, schwach durchwurzelt, Regenwurmgänge, sehr schwach humos, Ld 3, Horizontgrenze undeutlich
Sw-Bv	51-65	Sl4 (stark lehmiger Sand), Farbe 10YR 5/6, carbonatfrei, schwach steinig, einzelne Ziegelbruchstücke, Kohärentgefüge, sehr schwach durchwurzelt, Regenwurmgänge, sehr schwach humos, Ld 3, schwach marmoriert, Horizontgrenze undeutlich
Sw	65-90	Ls3 (mittel sandiger Lehm), Farbe 10YR 5/6, carbonatfrei, schwach steinig, einzelne Ziegelbruchstücke, Kohärentgefüge, sehr schwach durchwurzelt, Regenwurmgänge, sehr schwach humos, Ld 3, schwach marmoriert, Horizontgrenze undeutlich
Sd	90-100	Lts (sandig-toniger Lehm), Farbe 10YR 5/6 und 10 YR 8/1, carbonatfrei, schwach steinig, Kohärentgefüge, Ld 3, nicht durchwurzelt, marmoriert, Horizontgrenze undeutlich

Profil-Nr.: 40			Name: Eichberg													
Bodentyp: Pseudogley-Braunerde																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew. %									Bodenart	Skelett Gew. %			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	Ap1	0-15	38,7	25,5	5,1	11,2	7,0	4,1	69,2	22,2	8,5	SI3	1-10	0	1-10	
2	Ap2	-35	43,1	23,3	4,7	6,2	8,6	4,2	71,1	19,0	9,9	SI3	1-10	0	1-10	
3	Bv	-51	41,4	20,3	3,4	10,9	9,1	5,5	65,1	25,5	9,4	SI3	1-10	0	1-10	
4	Sw-Bv	-65	21,4	20,7	4,0	17,1	14,1	6,8	56,1	38,0	15,9	SI4	1-10	0	1-10	
5	Sw	-90	25,4	15,9	2,7	15,8	13,	6,6	43,9	35,9	20,1	Ls3	1-10	0	1-10	
6	Sd	-100	27,5	24,1	4,3	10,8	4,6	2,0	55,8	17,4	26,8	Lts	<5	0	<5	
Hor. Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol. %				Organische Substanz %					LF μS/cm	CaCO ₃ %		
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _t	C _{org}	C _{tech}	N _t	C/N			OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	1,42	804	478	46,5	11,3	26,4	8,8	1,65	1,65	-	0,16	10,3	2,8	179	0	
2	1,58	421	358	42,6	10,7	22,7	9,2	1,17	1,17	-	0,10	11,7	2,0	162	0	
3	-	-	-	-	-	-	-	0,57	0,57	-	0,06	9,5	1,0	135	0	
4	1,61	316	257	43,3	10,7	20,9	11,7	0,37	0,37	-	0,04	9,3	0,6	106	0	
5	1,64	255	217	43,2	9,5	12,2	21,5	0,33	0,33	-	0,03	11,0	0,5	79	0	
6	-	-	-	-	-	-	-	0,20	0,20	-	0,03	6,7	0,3	75	0	
Hor. Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Eff.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	5,6	6,3	254	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	6,4	6,8	238	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	6,6	7,1	222	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	6,5	7,1	239	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	6,5	7,1	265	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	6,4	7,1	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hor. Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	58,4	353	42	24	0,21	76	-	-	-	1,6	59	1,0	0,4	-	-	-
2	51,2	298	36	18	0,15	70	-	-	-	nn	58	0,1	0,04	-	-	-
3	26,6	249	20	11	0,01	43	-	-	-	9,3	42	1,9	0,2			
4	24,8	260	17	13	0,05	39	-	-	-	nn	6	0,08	0,07	-	-	-
5	23,0	273	15	15	0,08	39	-	-	-	nn	1	nn	nn	-	-	-
6	17,9	285	15	25	0,06	40	-	-	-							

Tab. A 3: Standort **Fasanenhof**

Profil-Nr.: 41

Aufnahmedatum: 8/1998

Nutzungstyp: Acker

Bodentyp: Kolluvisol

Lage	Stuttgart-Fasanenhof
Top. Karte	7220 (Stuttgart-SW), R: 35 10 325, H: 53 97 250
Relief/Inklination	Flacher Mittelhang, Filderebene, 1-2% Neigung
Exposition	Süd-Ost
Höhe	420 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	700 mm
Mittl. Jahrestemperatur	8,7°C
Nutzung/Vegetation	Acker (Weizeneinsaat), vormals Grünland
Versiegelung	< 15%
Anthrop. Einfluss	Veränderung des Oberbodens
Ausgangssubstrate	Lößlehm (dl)

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
Ap	0-10	Lu (schluffiger Lehm), Farbe 10YR 3/4, stark carbonathaltig, vereinzelte Steinchen, Krümmelgefüge, stark durchwurzelt, zahlreiche Regenwürmer, stark humos, Ld 1, Horizontgrenze eben und abrupt
M1	10-23	Ut4 (stark toniger Schluff), Farbe 5YR 5/4, schwach carbonathaltig, sehr schwach steinig, Subpolyeder, stark durchwurzelt, mittel humos, Ld 1, Horizontgrenze eben und deutlich
M2	23-45	Ut4 (stark toniger Schluff), Farbe 10YR 5/4, carbonatarm, sehr schwach steinig, Subpolyeder, mäßig durchwurzelt, mittel humos, Ld 2, Horizontgrenze undeutlich
II Btv	45-95	Tu3 (mittel schluffiger Ton), Farbe 10YR 5/6, carbonatfrei, sehr schwach steinig, Polyeder, nicht durchwurzelt, schwach humos, Ld 2, Toncutane, Eisen- und Mangankonkretionen, Horizontgrenze undeutlich
III Bv	95-110	Ut4 (stark toniger Schluff), Farbe 10YR 6/6, carbonatfrei, steinfrei, Kohärentgefüge, sehr schwach humos, Ld 2, Eisen- und Mangankonkretionen, schwache Marmorierung

Profil-Nr.: 41			Name: Fasanenhof													
Bodentyp: Kolluvisol																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew. %									Bodenart	Skelett Gew. %			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	Ap	0-10	5,4	7,0	4,7	27,7	21,5	12,4	17,1	61,6	21,3	Lu	2	0	2	
2	M1	-23	4,3	4,7	3,6	30,9	25,0	10,6	12,6	66,5	20,9	Ut4	2	0	2	
3	M2	-45	3,4	4,9	3,7	34,0	25,4	9,7	12,0	69,1	18,9	Ut4	1-2	0	1-2	
4	II Btv	-95	0,5	1,7	2,3	27,9	22,9	12,5	4,5	63,2	32,3	Tu3	1-2	0	1-2	
5	III Bv	-110	0,3	1,1	1,6	36,2	27,5	11,6	3,0	75,2	21,8	Ut4	<1	0	<1	
Hor. Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol. %				Organische Substanz %					LF μS/cm	CaCO ₂ %		
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _t	C _{org}	C _{tech}	N _t	C/N			OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	1,27	4	2	52,1	9,3	21,0	21,8	4,05	3,19	-	0,22	14,5	5,5	250	7,2	
2	1,35	61	10	59,9	6,8	37,6	15,5	2,24	1,87	-	0,12	15,6	3,2	151	3,1	
3	1,41	298	286	48,2	8,4	25,6	14,2	1,55	1,42	-	0,11	12,9	2,4	103	1,1	
4	1,43	830	418	53,0	9,6	14,4	29,0	0,56	0,56	-	0,06	9,3	1,0	52	0	
5	1,52	640	311	47,0	5,4	15,2	26,4	0,26	0,26	-	0,03	8,7	0,4	46	0	
Hor. Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Eff.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	7,2	7,6	334	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	7,2	7,9	297	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	7,2	7,8	294	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	7,1	7,8	375	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	7,1	7,8	353	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hor. Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	30,0	383	93	32	0,77	390	-	-	-	0,9	275	0,5	0,3	-	-	-
2	31,6	272	78	33	0,40	219	-	-	-	0,4	251	0,3	nn	-	-	-
3	22,4	145	38	21	0,24	112	-	-	-	0,4	46	0,4	nn	-	-	-
4	2,6	60	22	21	0,11	74	-	-	-	0,7	6	nn	nn	-	-	-
5	1,8	46	25	22	0,17	94	-	-	-	0,4	2	nn	nn	-	-	-

Tab. A 4: Standort **Kessel**

Profil-Nr.: 39

Aufnahmedatum: 29.9.1998

Nutzungstyp: Acker

Bodentyp: (Norm-)Pararendzina

Lage	Stuttgart-Steinenbronn
Top. Karte	7320 (Böblingen), R: 35 09 275, H: 53 93 250
Relief/Inklination	Hangverebnung, 5% Neigung, Keuperbergland
Exposition	E
Höhe	400 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	700 mm
Mittl. Jahrestemperatur	8,7°C
Nutzung/Vegetation	Umgebrochenes Grünland
Versiegelung	< 15%
Anthrop. Einfluss	Geschichtetes Profil aus natürlichen umgelagerten Substraten aufgrund von Straßenbaumaßnahmen und Rutschungen
Ausgangssubstrate	Knollenmergel / Stubensandstein (km4) (Lage im geologischen Übergangsbereich)

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
Ap	0-19	Lu (schluffiger Lehm), Farbe 10YR 6/6, carbonatfrei, sehr schwach steinig, Subpolyeder-Polyedergefüge, stark durchwurzelt, mittel humos, Ld 2, Horizontgrenze eben und deutlich
II jCv	19-42	Tu4 (stark schluffiger Ton), Farbe 10YR 6/6, carbonatarm, schwach steinig, Polyeder, schwach durchwurzelt, sehr schwach humos, Ld 3, Horizontgrenze eben und deutlich
III jC	42-75	Sl4 (stark lehmiger Sand), Farbe 7,5 YR 5/4, carbonatfrei, sehr schwach steinig, Kohärentgefüge, nicht durchwurzelt, sehr schwach humos, Ld 3, Horizontgrenze undeutlich
IV jC	75-95	St2 (schwach toniger Sand), Farbe 5 YR 5/6, carbonatfrei, mittel steinig, Kohärentgefüge, nicht durchwurzelt, sehr schwach humos, Ld 3

Profil-Nr.: 39			Name: Kessel													
Bodentyp: Norm-Pararendzina																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew.%									Bodenart	Skelett Gew.%			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	Ap	0-19	4,7	7,2	5,0	22,1	23,4	12,0	16,9	57,5	25,8	Lu	<1	0	<1	
2	II jCv	-42	2,3	1,1	1,2	26,5	25,2	14,3	4,6	66,0	29,4	Tu4	5	0	5	
3	III jC	-75	18,0	21,9	6,7	14,7	15,8	7,2	46,6	37,7	15,7	Sl4	<1	0	<1	
4	IV jC	-95	28,3	27,1	10,1	8,0	5,6	6,2	65,5	19,8	14,7	Sl4	20	0	20	
Hor. Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol.%				Organische Substanz %					LF μS/cm	CaCO ₃ %		
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _t	C _{org}	C _{tech}	N _t	C/N			OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	1,51	10	4	44,9	4,5	15,8	24,6	1,5	1,5	-	0,15	10,0	2,6	85	0	
2	1,62	10	3	56,0	6,6	21,4	28,0	0,5	0,3	-	0,04	7,0	0,5	102	1,3	
3	1,72	32	11	37,1	6,4	13,7	17,0	0,5	0,5	-	0,05	9,6	0,9	44	0	
4	1,61	105	55	39,3	8,4	17,4	13,5	0,2	0,2	-	0,23	7,7	0,3	28	0	
Hor. Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Eff.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	6,5	7,1	332	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	7,1	8,2	297	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	6,6	7,4	474	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	6,6	7,4	217	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hor. Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	9,7	203	39	18	0,21	57	-	-	-	0,5	13	0,15	nn	-	-	-
2	1,2	83	20	21	0,23	79	-	-	-	0,6	3	nn	nn	-	-	-
3	1,6	80	82	12	0,10	34	-	-	-	0,5	5	nn	nn	-	-	-
4	1,0	60	94	11	0,07	21	-	-	-	8,0	2	nn	nn	-	-	-

Tab. A 5: Standort **Römisches Kastell**

Profil-Nr.: 59

Aufnahmedatum: 12.11.1999

Nutzungstyp: Weinberg

Bodentyp: Rigosol

Lage	Stuttgart-
Top. Karte	7121 Stuttgart-NE, R.: 35 15750, H.: 54 08 475
Relief/Inklination	Oberhang, 20%
Exposition	SE
Höhe	240 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	700 mm
Mittl. Jahrestemperatur	8,7°C
Nutzung/Vegetation	Weinberg, 1972 rebflurbereinigt
Versiegelung	< 15%
Anthrop. Einfluss	Rigolen
Ausgangssubstrate	Umgelagerte nat. Substrate (Sauerwasserkalke dk)

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
Ah	0-5	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 7,5 YR 3/3, carbonatreich, sehr schwach steinig, Krümelgefüge, sehr stark durchwurzelt, stark humos, Ld 3
R-Ah	5-20	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 5 YR 3/3, carbonatreich, mittel steinig, Subpolyeder, stark durchwurzelt, mittel humos, Ld 3, welliger Horizontübergang
R1	20-60	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 5 YR 3/3, carbonatreich, mittel steinig, Subpolyeder, mäßig durchwurzelt, schwach humos, Ld 3, welliger Horizontübergang
R2	60-80	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 10YR 4/3, carbonatreich, stark steinig, Subpolyeder, schwach durchwurzelt, Ld 3, welliger Horizontübergang
R3	80-100	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 7,5YR 4/4, carbonatreich, mittel steinig, Kohärentgefüge, mittel humos, Ld 3, Regenwurmgänge, welliger Horizontübergang
R4	100-120	Lt2 (schwach toniger Lehm), Farbe 10YR 5/4, carbonatreich, Kohärentgefüge, mittel humos, Ld 3

Profil-Nr.: 59			Name: Römisches Kastell													
Bodentyp: Rigosol																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew.%									Bodenart	Skelett Gew.%			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	Ah	0-5	2,7	3,6	5,1	15,5	14,7	15,2	11,4	45,4	43,2	Lt3	2	<1	2	
2	R-Ah	-20	3,1	7,3	5,9	14,0	14,0	15,0	16,3	43,0	40,7	Lt3	28	<1	28	
3	R1	-60	2,6	6,2	6,8	14,1	14,0	15,9	15,6	44,0	40,4	Lt3	54	0	54	
4	R2	-80	4,1	4,8	5,1	15,0	13,6	16,1	14,0	44,7	41,3	Lt3	52	<1	52	
5	R3	-100	3,8	4,8	4,6	18,2	15,6	14,8	13,2	48,6	38,2	Lt3	15	<1	15	
6	R4	-120	7,0	7,9	8,3	18,8	14,9	10,7	23,2	44,4	32,4	Lt2	10	<1	11	
Hor. Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol.%				Organische Substanz %					LF μS/cm	CaCO ₂ %		
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _t	C _{org}	C _{tech}	N _t	C/N			OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	1,45	-	-	-	-	-	-	7,2	3,9	1,4	0,44	8,9	6,7	300	16,6	
2	1,57	1148	823	41,8	7,8	12,6	21,4	3,9	1,3	0	0,12	10,9	2,3	167	21,6	
3	1,52	8035	7939	42,7	11,6	13,9	17,2	3,6	0,8	0	0,05	15,4	1,3	139	23,8	
4	1,51	821	493	42,8	11,7	9,1	22,0	2,8	0,8	0	0,07	11,1	1,3	120	16,5	
5	1,57	85	29	47,3	4,5	16,5	26,1	2,8	1,1	0	0,08	13,4	1,9	116	14,3	
6	-	-	-	-	-	-	-	3,3	0,9	0	0,07	13,9	1,6	103	19,6	
Hor. Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Pot.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	6,7	7,2	358	266	64,9	26,0	0,4	100	50,9	41,9	18,1	0,51	28,8	1,15	0,57	
2	7,1	7,6	250	183	42,1	24,1	0,4	100	51,9	50,1	20,9	0,58	33,3	1,04	0,65	
3	7,4	7,7	202	127	52,3	22,5	0,4	100	65,1	53,0	21,3	0,62	32,8	0,68	0,62	
4	7,4	7,9	241	192	42,0	6,7	0,5	100	48,2	34,8	19,9	0,57	30,7	1,09	0,75	
5	7,4	8,0	246	196	42,0	6,7	0,8	100	43,4	33,3	19,0	0,52	32,2	1,47	0,73	
6	7,5	8,2	193	165	20,9	5,4	1,4	100	72,4	22,5	12,3	1,36	30,2	1,97	0,73	
Hor. Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg*	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	86,3	817,6	6	65	0,13	149	42	59	0,33	nn	232	nn	34	2,2	11	nn
2	71,9	749,4	20	29	0,13	79	43	62	0,16	nn	83	nn	nn	nn	7	nn
3	17,3	485,1	16	19	0,13	64	43	62	0,05	nn	25	nn	nn	nn	3	nn
4	106,5	149,0	82	89	1,61	212	48	96	0,36	nn	140	9	36	0,5	25	nn
5	142,9	149,0	78	116	2,81	302	50	111	0,61	nn	240	15	58	6,2	34	nn
6	56,4	127,1	53	55	0,10	123	51	65	0,33	nn	91	nn	nn	5,5	15	nn

Tab. A 6: Standort **Pfarreigarten**

Profil-Nr.: 48

Aufnahmedatum: 8/2000

Nutzungstyp: Kleingarten

Bodentyp: Schichtallosol-Pararendzina

Lage	Stuttgart-Ost
Top. Karte	7221 Stuttgart-SE, R: 35 15 8505, H: 54 05 230
Relief/Inklination	Senke
Exposition	N-E
Höhe	ca. 225 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	680 mm
Mittl. Jahrestemperatur	10°C
Nutzung/Vegetation	Rasen, Zierbüsche und Bäume
Versiegelung	< 15%
Anthrop. Einfluss	Aufschüttung
Ausgangssubstrate	nat. umgelagerte Substrate über Lößlehm

Horizontbeschreibung

jAh	0-6	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 10YR 3/2, mittel-stark carbonathaltig, Subpolyedergefüge, sehr stark durchwurzelt, zahlreiche Regenwürmer, mittel humos, Ld 2 , diffuser Übergang
jAh-C	-16	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 7,5YR 4/2, carbonatreich, Subpolyedergefüge, mäßig bis stark durchwurzelt, Ld 2, diffus welliger Übergang
II jC + II jCv	-50	Lt3 (mittel toniger Lehm) Farbe 7,5YR 5/3, stark carbonathaltig bis carbonatreich, schwach durchwurzelt, Ld 2, (zwei verschiedene Komponenten innerhalb des Horizonts unterscheidbar v.a. am Skelett- und Karbonatgehalt) deutliche welliger Übergang
III Cv	-110	Lu (schluffiger Lehm), Farbe 7,5YR 5/4, sehr carbonatreich, Kohärengefüge, Ld 3

Profil-Nr.: 48			Name: Pfarreigarten													
Bodenty: Schichtallosol-Pararendzina																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew.%									Bodenart	Skelett Gew.%			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	jAh	0-6							12,0	47,5	40,5	Lt3	0	0	0	
2	jAh-C	-16							12,3	45,7	41,9	Lt3	0,1	0	0,1	
3	IIjC	-50(1)							18,9	43,4	37,8	Lt3	0,3	0	0,3	
4	III jICv	-50(2)							13,9	42,3	43,8	Lt3	4,8	0	4,8	
5	III Cv	-110							10,7	63,8	25,5	Lu				
Hor Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol.%				Organische Substanz %					LF μS/cm	CaCO ₃ %		
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _t	C _{org}	C _{tech}	N _t	C/N			OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	-	-	-	-	-	-	-	5,3	3,7	0,4	0,34	10,9	6,4	220	10,0	
2	1,43	2694	1466	46,0	8,7	11,7	25,6	4,2	2,8	0	0,23	12,2	4,8	130	11,4	
3	1,47	1055	736	44,6	7,6	10,3	26,7	2,3	0,8	0	0,09	8,9	1,4	120	12,3	
4	-	-	-	-	-	-	-	2,4	0,3	0	0,05	5,8	0,5	122	16,9	
5	1,58	146	74	45,5	6,9	14,3	24,3	3,2	0,3	0	0,04	7,0	0,5	113	23,8	
Hor Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Pot.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	6,7	7,0	395	348	32,6	13,5	0,6	100	36	33	29	5	37	1,20	0,83	
2	6,9	7,2	345	302	30,4	12,7	0,4	100	40	34	30	5	36	1,06	1,04	
3	7,1	7,5	305	267	30,4	8,1	0,4	100	41	38	31	4	37	0,74	0,79	
4	7,3	7,7	290	255	30,4	4,2	0,5	100	56	40	30	3	38	0,61	0,67	
5	7,4	7,8	219	189	26,9	2,7	0,3	100	74	35	21	5	31	0,56	0,72	
Hor Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	As	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	127,4	347,7	50	36	0,4	120	35	46	16	0,4	131	1,3	37	8,2	6,4	1,3
2	126,1	819,3	72	35	0,4	97	33	43	16	0,3	98	1,3	31	6,4	6,4	1,3
3	51,2	176,1	29	29	0,3	68	34	47	15	0,3	53	1,3	23	6,4	6,4	1,3
4	17,2	57,1	15	17	0,2	60	33	50	14	0,3	18	1,3	19	6,4	6,4	1,3
5	8,6	37,5	13	14	0,3	52	28	39	14	1,6	14	1,3	15	6,3	6,4	1,3

Tab. A. 7: Standort: **Kleingarten**

Profil-Nr.: 46

Aufnahmedatum: 8/2000

Nutzungstyp: Kleingarten

Bodentyp: Schichtphyrosol-Pararendzina

Lage	Stuttgart-Ost
Top. Karte	7221 Stuttgart-SE, R: 35 15 925, H: 54 05 220
Relief/Inklination	Unterhang, 5-10
Exposition	N-E
Höhe	ca. 230 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	680 mm
Mittl. Jahrestemperatur	10°C
Nutzung/Vegetation	Gemeinschaftlich genutzte Kompostfläche in einer Kleingartenanlage
Versiegelung	< 15%
Anthrop. Einfluss	Aufschüttung
Ausgangssubstrate	Kompost und Siedlungsmüll, teilweise mit Bauschutt

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
jyxC-Aa	0-25	Lt2 (schwach toniger Lehm), Farbe 10YR 4/2/3, stark carbonathaltig, sehr stark steinig, Ziegel, Glasscherben, Aschen, Plastik, Knochen, Krümel-Subpolyedergefüge, sehr stark durchwurzelt, sehr humusreich, Ld 1, diffus-welliger Übergang
jyxC	-60	Ls3 (mittel sandiger Lehm), Farbe 7,5YR 3/2, sehr stark steinig, Betonreste, Glas, Aschen, Plastik, Asphalt- und Teerbrocken, Eisenrohe, carbonatreich, humusreich, Subpolyedergefüge, stark durchwurzelt, Ld1, eben-horizontaler diffuser Übergang
II jC1	-90	Ls2 (schwach sandiger Lehm), Farbe 7,5YR 4/2, mittel steinig, Glasscherben, Ziegelreste, Knochen, Kohle, carbonat- und humusreich, Subpolyedergefüge, mäßig durchwurzelt, Ld1, eben-horizontaler diffuser Übergang
II jC2	-110	Ls3 (mittel sandiger Lehm), Farbe 7,5YR 4/3, stark steinig, Kohle, Asche, Ziegel, carbonat- und humusreich, Subpolyedergefüge, schwach durchwurzelt, Ld1, eben-horizontaler, deutlicher Übergang
II jC3	-120	Ls2 (schwach sandiger Lehm), Farbe 7,5YR 4/4 und 5Y 3/1, stark steinig, enthält gleiches technogenes Substrat wie vorangehender Horizont, carbonat- und humusreich, Subpolyedergefüge, Ld2, eben-horizontaler, deutlicher Übergang
III jC	-155	Ls2 (schwach sandiger Lehm), Farbe 7,5YR 4/4, stark steinig, Kohle, Koks, Ache, Glas, Ziegel, Betonreste, Knochen und weiße poröse Schlacke (Hüttenbims nach Bestimmungsschlüssel von MEUSER 1996), Kohärent- bis Subpolyedergefüge, Ld2
IV jC1	-230	(mit Bohrstock erbohrt), Lu (schluffiger Lehm), Farbe 7,5YR 4/4, sehr carbonatreich
IV jC2	-240	(mit Bohrst. erb.), Lt (toniger Lehm), Farbe 7,5YR 4/4, sehr carbonatreich

Profil-Nr.: 46			Name: Kleingarten												
Bodentyp: Schichtphyrosol-Pararendzina															
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew. %									Bodenart	Skelett Gew. %		
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	jyxC-Aa	0-25							38,4	36,5	25,1	Lt2	4	63	67
2	JyxC	-60							37,4	40,0	22,6	Ls3	11	46	57
3	II jC1	-90							34,6	40,8	24,6	Ls2	3	18	21
4	II jC2	-110							36,7	39,2	24,1	Ls3	2	32	34
5	II jC3	-120							37,1	42,0	21,0	Ls2	9	20	29
6	III jC	-155							35,0	43,1	21,9	Ls2	11	27	38
7	IV jC1	-230							-	-	-	-	4	0	4
8	IV jC2	-240							-	-	-	-	0	0	0

Hor. Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol. %				Organische Substanz %					LF μS/cm	CaCO ₃ %	
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.842	>4.2	C _t	C _{org}	C _{tech}	N _t	C/N			OM
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	-	-	-	-	-	-	-	11,9	8,0	2,8	0,72	11,1	13,8	695	9,2
2	-	-	-	-	-	-	-	8,9	4,6	2,5	0,33	13,9	7,9	242	14,1
3	1,33	1329	848	51,5	14,4	17,7	19,4	6,1	1,1	3,2	0,15	7,3	1,9	189	14,8
4	1,29	1856	1300	51,3	18,1	15,1	18,1	9,1	2,3	4,8	0,14	16,4	4,0	217	16,1
5	1,42	1425	934	48,7	14,0	15,8	18,9	10,4	1,6	6,8	0,15	10,5	2,7	206	16,6
6	1,56	705	98	49,3	9,2	20,8	19,3	4,8	0,5	2,3	0,07	6,7	0,8	211	16,5
7	-	-	-	-	-	-	-	4,1	0	0	0,04	-	-	454	34,1
8	-	-	-	-	-	-	-	3,6	0	0	0,03	-	-	220	29,5

Hor. Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg						
	CaCl ₂	H ₂ O	Pot.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
1	6,8	7,1	503	430	33,1	31,4	8,5	100	54	25	26	4	47	2,20	0,69
2	6,9	7,4	356	308	26,4	16,4	5,2	100	62	29	26	3	40	1,66	0,71
3	7,1	7,7	254	208	25,8	17,9	1,6	100	53	27	26	4	45	1,70	0,76
4	7,3	7,9	210	168	23,3	17,9	1,1	100	61	30	26	4	42	1,43	0,74
5	7,5	8,4	188	149	19,4	19,7	0,9	100	60	28	24	4	40	1,26	0,75
6	7,7	8,5	180	138	17,6	22,3	1,5	100	60	26	22	4	32	1,21	0,68
7	7,7	8,2	216	-	-	-	-	-	80	53	25	4	28	0,84	0,73
8	7,7	8,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Hor. Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	As	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	1,06	0,50	134	91	1,2	538	35	60	16,2	10,3	257	2,3	470	20	7,6	1,3
2	0,56	0,42	125	60	1,1	484	32	52	18,8	14,2	330	4,3	455	24	8,0	1,3
3	0,57	0,40	101	52	0,8	473	37	43	21,7	2,0	192	2,1	252	16	9,6	1,3
4	0,59	0,29	58	43	0,5	211	34	40	21,8	1,5	99	1,3	92	12	6,4	1,3
5	0,65	0,24	37	30	0,4	123	29	30	19,8	0,3	62	1,3	48	9	6,4	1,3
6	0,71	0,24	43	19	0,3	55	23	26	18,7	0,3	27	1,3	13	8	6,3	1,3
7	-	-	34	24	0,4	55	23	31	21,0	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	52	18	0,3	69	25	30	26,9	-	-	-	-	-	-	-

Tab. A 8: Standort **Kinderheim**

Profil-Nr.: 47

Aufnahmedatum: 8/200

Nutzungstyp: Park-/Grünfläche

Bodentyp: Schichtallosol-Pararendzina über Kalkpelosol

Lage	Stuttgart-Ost
Top. Karte	7221 Stuttgart-SE, R: 35 15 650, H: 54 04 975
Relief/Inklination	Senke, 4
Exposition	N
Höhe	ca. 250 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	680 mm
Mittl. Jahrestemperatur	10°C
Nutzung/Vegetation	sRasen
Versiegelung	< 15%
Anthrop. Einfluss	Aufschüttung über Kalkpelosol
Ausgangssubstrate	umgelagerte nat. Substrate (Lehm) über Tu (frühere Bodenbildung)

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
Ah-jC	0-8	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 7,5YR 4/3, carbonateich, schwach steinig, vereinzelt größere Steine, Scherben, Holzkohle, Subpolyeder-Polyedergfüge, stark durchwurzelt, Ld3, unscharfer Übergang
jC	-29	Lt2 (schwach toniger Lehm), Farbe 7,5YR 4/3, carbonatreich, schwach steinig, skelett ähnlich vorigem Horizont, Subpolyeder-Polyederggefüge, mäßig durchwurzelt, Ld3, undeutlich-welliger Übergang
jC + II fAh	-52	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 7,5YR 3/2 und 7,5YR 4/3, mittel carbonathaltig, schwach steinig, Subpolyeder-Polyederggefüge, gering durchwurzelt, Ld3, scharfer zungenförmiger Übergang
II fAh	-76	Tu2 (schwach schluffiger Ton), Farbe 7,5YR 3/2, carbonatfrei, sehr schwach steinig, Polyederggefüge, gering durchwurzelt, Ld3, unscharfer Übergang
II P	-100	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 7,5YR 3/4, carbonatfrei, sehr schwach steinig, kleine Mergelstücke, Polyeder- bis Kohärentgefüge, Ld3, scharfer Übergang
II P-Cv	-144	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 5YR 4/3, schwach carbonathaltig, sehr schwach steinig, kleine Mergelstücke, Polyeder- bis Kohärentgefüge, Ld3, undeutlicher Übergang
II Cv	-150	Lt2 (schwach toniger Lehm), Farbe 5YR 4/3, schwach kalkhaltig, sehrschwach steinig, kleine Mergelstücke, Ld3

Profil-Nr.: 47			Name: Kinderheim													
Bodent: Schichtallosol-Pararendzina über Kalkpelosol																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew. %									Bodenart	Skelett Gew. %			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	jAh-C	0-8							17,4	45,1	37,5	Lt3	2	0	2	
2	jC	-25							21,8	44,1	34,1	Lt2	4	0	4	
3	yjC/lfAh	-52							14,0	42,0	44,0	Lt3	0,7	0,3	1	
4	II fAh	-76							9,9	36,0	54,1	Tu2	0	0	0	
5	II P	-100							17,5	38,5	44,1	Lt3	0	0	0	
6	II P-Cv	-144							22,5	40,2	37,3	Lt3	0,3	0	0,3	
7	II Cv	-150							23,2	42,2	34,7	Lt2	3	0	3	
Hor. Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol. %				Organische Substanz %					LF μS/cm	CaCO ₃ %		
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _t	C _{org}	C _{tech}	N _t	C/N			OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	1,74	9	3	41,3	5,9	8,9	26,5	2,8	1,1	0	0,11	9,9	1,9	127	14,0	
2	1,71	33	14	35,5	3,1	9,8	22,6	2,1	0,5	0	0,06	9,0	0,9	122	12,6	
3	1,60	37	29	43,2	3,3	9,1	30,8	1,0	0,6	0	0,07	9,0	1,0	121	3,0	
4	1,64	223	71	39,1	5,5	9,0	24,6	0,8	0,7	0	0,06	12,2	1,2	75	0,2	
5	1,74	336	11	35,4	1,9	7,3	26,2	0,5	0,4	0	0,05	8,8	0,7	88	0,5	
6	1,70	47	5	37,0	3,1	8,7	25,2	0,8	0,2	0	0,03	6,0	0,3	100	4,7	
7	-	-	-	-	-	-	-	0,9	0,2	0	0,03	6,0	0,3	92	5,8	
Hor. Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Pot.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	7,3	7,7	317	280	30,7	5,6	0,4	100	46	45	31	3	39	0,77	0,76	
2	7,3	7,6	304	267	32,3	4,0	0,8	100	40	41	31	4	37	0,62	0,71	
3	7,3	7,5	313	271	36,0	5,2	0,8	100	14	20	29	7	35	0,49	0,76	
4	7,2	7,3	459	408	43,4	6,5	0,8	100	8	17	29	7	36	0,47	0,51	
5	7,2	7,4	294	252	36,1	4,9	0,8	100	7	18	28	8	34	0,58	0,60	
6	7,4	7,5	266	219	41,4	4,3	0,8	100	16	22	27	8	33	0,65	0,75	
7	7,5	8,1	244	200	39,7	4,0	0,7	100	19	23	27	7	33	0,63	0,71	
Hor. Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	As	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	44,8	113,2	19,5	20,7	0,2	64	30	45	11,4	0,3	24,6	1,3	30,5	6,4	6,4	<1,3
2	26,2	60,7	14,5	18,5	0,2	58	31	43	12,3	0,3	15,7	1,3	25,0	13	6,4	<1,3
3	9,2	53,6	18,4	17,2	0,2	57	29	41	12,8	0,3	9,9	1,3	26,9	6,4	3,2	<1,3
4	0,3	60,5	14,1	15,1	0,2	59	30	47	12,2	0,4	6,5	1,3	18,9	8,3	6,5	<1,3
5	7,0	54,7	16,2	12,0	0,2	54	27	38	13,4	0,3	6,5	1,3	12,9	6,5	6,5	<1,3
6	14,5	56,0	14,1	11,1	0,2	53	29	40	13,8	0,3	6,4	1,3	12,7	6,4	6,4	<1,3
7	14,0	50,5	14,2	11,9	0,2	54	29	45	15,2	0,3	6,4	2,4	12,9	6,4	6,4	<1,3

Standort.: **Schwefelbrunnen**

Profil-Nr.: 54

Aufnahmedatum: 10.11.00

Nutzungstyp: Park-/Grünfläche

Bodentyp: Mehrschichtallozol-Pararendzina

Lage	Stuttgart-Mitte
Top. Karte	7221 Stuttgart-SE, R: 35 14 900, H: 54 06 625
Relief/Inklination	Leicht terrassiert, 1-2% Neigung
Exposition	-
Höhe	ca. 230 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	700 mm
Mittl. Jahrestemperatur	8,7°C
Nutzung/Vegetation	Parkanlage, Wiese (Süßgräser), Sträucher, Platanen
Versiegelung	< 15%
Anthrop. Einfluss	Aufschüttung
Ausgangssubstrate	nat. umgelagerte Substrate

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
yjAh	0-18	Lts (sandig-toniger Lehm), Farbe 7,5YR 2/3, mittel carbonathaltig, schwach steinig, teilw. Plastikmüll, Subpolyeder- bis Krümelgefüge, mäßig durchwurzelt, zahlreiche Regenwürmer, stark humos, Ld 2, diffuser Übergang
yjAh/Cv	-40	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 7,5YR 4/3, stark carbonathaltig, schwach steinig, viele kleine Kiesel (Flussschotter), Plastikmüll, vereinzelt Ziegelreste, Polyeder- bis Kohärentgefüge, gering durchwurzelt, mittel humos, Ld 3, diffuser Übergang
II yjC	-71	Lt2 (schwach toniger Lehm), Farbe 10YR 4/2 und 10YR 5/4, carbonatreich, schwach steinig, Kiesel, Ziegel, Stellen mit hellem carbonathaltigen Material, dichte und harte Lagen (Mischhorizont), kohärent-prismatisches Gefüge, schwach durchwurzelt, schwach humos, Ld 4, undeutlicher Übergang
III jC	-95	Lt2 (schwach toniger Lehm), Farbe 7,5YR 4/3, carbonatreich, schwach steinig, kleine Kiesel und Steinchen, Polyeder-Subpolyeder, schwach durchwurzelt, sehr schwach humos, Ld 3-4, diffuser Übergang
IV jC	-120	Tu3 (mittel schluffiger Ton) Farbe 7,5YR 5/5, carbonatreich, sehr schwach steinig, kleine Kiesel und Steinchen, Polyedergefüge, schwach durchwurzelt, sehr schwach humos, Ld 3, undeutlicher Übergang
VI jC	-150	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 7,5YR 4/6, stark carbonathaltig, schwach steinig, wenige Kieselsteinchen, Polyedergefüge, sehr schwach durchwurzelt, sehr schwach humos, Ld 3

Profil-Nr.: 54			Name: Schwefelbrunnen													
Bodentyp: Mehrschichtallosol-Pararendzina																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew.%									Bodenart	Skelett Gew.%			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	yjAh	0-18	10,6	18,5	10,4	11,0	11,1	6,8	39,5	28,9	31,6	Lts	14	0	14	
2	yjAh/Cv	-40	5,0	9,6	9,7	14,5	14,9	8,3	24,3	37,7	38,0	Lt3	6	1	7	
3	II yjC	-71	5,6	7,0	7,8	20,9	19,9	7,3	20,4	48,1	31,5	Lt2	11	0	11	
4	III jC	-95	7,9	8,6	6,0	17,2	17,1	8,3	22,5	42,6	34,9	Lt2	6	0	6	
5	IV jC	-120	2,4	3,8	4,8	23,0	19,1	10,2	11,0	53,1	35,9	Tu3	5	3	8	
6	V jC	-150	2,8	5,6	6,4	19,6	17,4	10,5	14,8	47,5	37,7	Lt3	3	0	3	
7		-200	2,4	6,4	7,8	18,5	18,0	8,9	16,6	45,4	38,0	Lt3	0	0	0	
Hor. Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol.%			Organische Substanz %						LF μS/cm	CaCO ₃ %		
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _t	C _{org}	C _{tech}	N _t	C/N			OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	1,06	4621	4351	53,4	18,1	13,8	21,5	6,1	4,1	1,30	0,39	10,5	7,1	291	5,5	
2	1,30	4474	3535	47,0	11,2	14,6	21,2	2,8	1,3	0,45	0,17	7,7	2,2	184	8,5	
3	1,59	596	167	45,0	4,4	14,8	25,8	3,2	1,2	0,45	0,14	8,0	2,0	203	13,3	
4	1,48	378	221	44,2	11,8	10,5	21,9	3,0	0,9	0,3	0,1	8,6	1,5	176	15,1	
5	1,42	6012	4968	46,4	11,7	13,1	21,6	1,8	0,4	0	0,06	7,2	0,7	168	11,2	
6	1,52	1462	1160	45,7	9,3	10,6	25,8	1,5	0,6	0	0,08	7,0	1,0	179	7,7	
7	-	-	-	-	-	-	-	1,4	1,3	0	0,07	19,0	2,3	286	0,6	
Hor. Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Pot.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	7,0	7,3	391	345	33,4	11,7	0,6	100	28,0	10,2	10,4	0,24	25,1	0,8	0,63	
2	7,3	7,8	281	249	25,8	5,9	1,3	100	34,9	15,4	12,6	0,34	31,3	0,64	0,73	
3	7,3	7,9	253	223	23,5	5,0	1,5	100	54,7	16,1	8,7	0,21	29,7	0,69	0,75	
4	7,5	8,1	233	203	22,8	4,4	2,1	100	64,6	11,9	6,5	0,19	26,1	0,64	0,70	
5	7,7	8,3	261	230	23,7	4,7	2,6	100	49,4	13,6	10,3	0,39	32,6	0,61	0,70	
6	7,6	8,1	262	230	24,0	5,4	2,5	100	35,8	10,7	7,5	0,20	31,3	0,54	0,89	
7	7,5	7,9	251	220	22,3	5,9	2,7	100	7,0	8,2	6,7	0,16	30,8	0,52	0,94	
Hor. Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	74,9	337,9	44	29	0,4	109	30	46	0,11	<1	136	<1	48	18,5	4,6	<1
2	15,3	83,0	44	40	0,3	162	36	52	0,14	<1	156	<1	533	12,4	2,6	<1
3	13,0	90,0	59	35	0,4	142	32	40	0,25	<1	121	<1	28	7,4	2,6	<1
4	31,5	75,5	39	26	0,2	72	30	36	0,24	<1	59	<1	1	6,4	2,5	<1
5	8,9	67,8	24	20	0,2	67	36	54	0,13	<1	15	<1	nn	6,4	2,6	<1
6	11,2	71,1	27	19	0,2	64	34	42	0,08	<1	18	<1	nn	6,4	2,6	<1
7	18,5	69,0	21	19	0,2	61	32	38	<0,001	<1	14	<1	nn	6,4	2,6	<1

Standort: **Klingenbachpark**

Profil-Nr.: 44

Aufnahmedatum: 8/2000

Nutzungstyp: Park-/Grünfläche

Bodentyp: Schichttechnosol-Pararendzina

Lage	Stuttgart-Ost
Top. Karte	7221 Stuttgart-SE, R: 35 15 600, H: 54 004 850
Relief/Inklination	Oberhang
Exposition	N
Höhe	ca. 255 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	680 mm
Mittl. Jahrestemperatur	10°C
Nutzung/Vegetation	Rasen, Sträucher, Bäume
Versiegelung	< 15%
Anthrop. Einfluss	Aufschüttung
Ausgangssubstrate	nat. umgelagerter Lehm über Siedlungsmüll, Bauschutt und Schlacken

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
jAh	0-4	Ls2 (schwach sandiger Lehm), Farbe 7,5YR 3/2, schwach carbonathaltig, sehr schwach steinig, Ziegelstücke, Kohle, Glas, Plastik, Krümelgefüge, stark durchwurzelt, Ld1, undeutlich welliger Übergang
jAh-C	-25	Lt2 (schwach tonigr Lehm), 7,5YR 4/3, schwach carbonathaltig, mittel steinig, Kohle, Porzellanscherben, Knochen, Subpolyedergefüge, stark durchwurzelt, Ld1, deutlich welliger Übergang
II yC1	-80	Su3 (mittel schluffiger Sand), Farbe 7,5 YR 4/4, kalkhaltig, stark steinig, Aschen, Schlacken, Kohle, Glas, Plastik, Knochen, Einzelkorngefüge, stark durchwurzelt, diffus welliger Übergang
II yC	-160	SI3 (mittel lehmiger Sand), Farbe 7,5 YR 4/3, kalkhaltig, stark steinig, Skelettkomponenten siehe voriger Horizont, Einzelkorngefüge, stark durchwurzelt, Ld1-2

Profil-Nr.: 44			Name: Klingenbachpark													
Bodentyp: Schichtechnosol-Pararendzina																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew. %									Bodenart	Skelett Gew. %			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	jAh	0-5								31,0	44,1	24,9	Ls2	0	1	1
2	jAh-C	-25								31,3	40,6	28,1	Lt2	0	17	17
3	II yC1	-80								56,2	38,6	5,2	Su3	0	36	36
4	II yC2	-160								61,3	30,5	8,2	Sl3	0	23	23
Hor Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol. %				Organische Substanz %					LF μS/cm	CaCO ₃ %		
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _t	C _{org}	C _{tech}	N _t	C/N			OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	-	-	-	-	-	-	-	10,6	3,1	7,2	0,53	5,8	5,3	206	2,6	
2	1,32	2885	1635	50,2	16,1	12,1	22,0	7,5	2,3	4,5	0,31	7,4	4,0	229	6,0	
3	0,70	3520	2020	55,6	25,1	23,4	7,1	20,6	3,0	16,4	0,32	9,4	5,2	429	10,2	
4	0,71	2700	2327	53,5	29,1	18,4	6,0	17,8	3,3	13,6	0,30	11,0	5,7	2125	8,0	
Hor Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Pot.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	6,8	7,1	396	366	17,7	12,1	0,6	100	24	11	21	7	45	2,54	0,99	
2	7,0	7,4	317	291	18,0	7,7	0,8	100	34	21	24	6	45	1,78	0,96	
3	7,5	7,8	232	210	16,9	3,5	1,7	100	61	11	21	3	89	4,66	1,41	
4	7,6	7,6	214	193	13,4	4,7	2,6	100	63	10	18	3	76	3,74	3,87	
Hor Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	As	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	231,0	380,5	313	182	0,9	483	39	37	22,6	7,1	740	3,0	282	19	6,4	1,3
2	156,3	196,9	248	124	0,8	396	38	41	19,7	8,9	587	2,8	163	16	3,2	1,3
3	21,8	120,6	827	442	1,7	1087	101	69	5,0	6,6	1810	3,7	1128	43	6,4	1,3
4	22,5	165,3	304	475	1,6	623	63	44	36,6	5,3	1080	6,2	737	49	6,4	1,3

Standort: **Pfaffenweg**

Profil-Nr.: 49

Aufnahmedatum: 6.9.00

Nutzungstyp: Einzelhaus

Bodentyp: Schichtallosol-Pararendzina

Lage	Stuttgart-Degerloch
Top. Karte	7220 Stuttgart-SW, R: 35 12 300, H: 54 02 550
Relief/Inklination	terrassiert, Oberhang, 55% Neigung
Exposition	N-NW
Höhe	ca. 310 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	700 mm
Mittl. Jahrestemperatur	8,7°C
Nutzung/Vegetation	Garten (Mehrfamilienhaus (Einzelhaus), ca. 1900 erbaut, Efeu, Obstbäume, Sträucher
Versiegelung	< 15%
Anthrop. Einfluss	Aufschüttung
Ausgangssubstrate	umgelagerte anstehende Substrate

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
Oh	5-0	Ls4 (stark sandiger Lehm), Farbe 2,5YR 2/1, mittel carbonathaltig, stark steinhaltig, Ziegel, kalkhaltige Steine (Travertin?) und Stubensandstein, sehr stark durchwurzelt, sehr stark humos, Ld 2, diffuser Übergang
jAh	0-10	Ls3 (mittel sandiger Lehm), Farbe 2,5YR 2/3, stark carbonathaltig, stark steinhaltig, Ziegel, kalkhaltige Steine (Travertin?) und Stubensandstein, Einzelkorn-Subpolyedergefüge, stark durchwurzelt, zahlreiche Regenwürmer, stark humos, Ld 2, diffuser Übergang
yjC1	-65	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 2,5YR 4/4 und 2,5YR 5/3, stark carbonathaltig, schwach steinig, durchsetzt mit Mörtelsprengeln, Mörtelbänder, wenige Rostflecken, Subpolyeder-Polyeder, mittel durchwurzelt, vereinzelt Regenwurmgänge, sehr schwach humos, Ld 2, wellig diffuser Übergang
yjC2	-100	Lt2 (schwach toniger Lehm), Farbe 2,5 YR 4/3, stark carbonathaltig, schwach steinig, senkrecht welliges Mörtelband, Subpolyeder-Polyeder, einzelne Baumwurzeln, sehr schwach humos, Ld 2

Profil-Nr.: 49			Name: Pfaffenweg													
Bodentyp: Schichtallosol-Pararendzina																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew. %									Bodenart	Skelett Gew. %			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	Oh	5-0	11,8	28,1	112	10,4	11,5	7,2	51,1	29,1	19,8	Ls4	12	2	14	
2	jAh	0-10	12,5	25,5	10,1	12,2	10,9	7,9	48,1	31,0	20,8	Ls3	12	3	15	
3	yjC1	-65	9,8	7,2	6,4	13,7	14,0	12,	23,4	40,4	36,2	Lt3	12	0	12	
4	yjC2	-100	11,5	5,6	5,9	15,3	14,7	13,4	23,0	43,4	33,6	Lt2	11	0	11	
Hor. Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol. %				Organische Substanz %					LF μS/cm	CaCO ₂ %		
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _t	C _{org}	C _{tech}	N _t	C/N			OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	-	-	-	-	-	-	-	13,0	9,6	2,8	0,70	13,7	16,5	538	4,7	
2	-	-	-	-	-	-	-	4,1	2,4	0,8	0,20	12,2	4,2	321	7,4	
3	1,50	1260	594	48,2	17,2	10,1	20,9	1,0	0,1	0,3	0,05	2,4	0,2	465	5,1	
4	1,50	1983	1778	43,4	19,6	8,2	15,6	1,1	0,2	0,04	0,05	3,8	0,3	408	7,3	
Hor. Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Pot.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	6,8	7,1	738	432	83,5	21,6	0,9	73	30,1	18,1	12,2	0,39	21,6	1,17	3,96	
2	6,8	7,3	271	220	33,8	16,6	0,9	100	34,5	25,2	18,4	0,53	31,9	1,12	0,44	
3	7,2	7,5	249	207	30,7	10,8	1,0	100	17,2	43,5	29,7	0,71	42,0	0,76	0,55	
4	7,3	7,6	232	189	34,9	6,8	0,9	100	22,3	45,	26,1	0,61	41,1	0,84	0,47	
Hor. Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg*	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	186,4	711,4	201	21,8	0,43	397	16,2	28,5	0,25	44	63	1,5	527	7,1	6,6	<1
2	215,5	551,8	283	23,2	0,54	553	22,3	37,2	0,15	92	162	3,7	903	13,4	17,1	<1
3	27,7	254,6	24	10,4	nn	91	30,8	51,8	nn	0,3	9	1,3	15	6,4	6,4	<1
4	34,9	135,8	24	9,4	nn	91	32,3	51,7	nn	0,3	8	1,3	13	6,4	6,4	<1
									*μg/kg							

Tab. A 12: Standort **Zuckerfabrik IIa**

Profil-Nr.: 57

Aufnahmedatum: 14.7.1999

Nutzungstyp: Einzelhaus

Bodentyp: Mehrschichtallosol-Pararendzina

Lage	Stuttgart-Münster
Top. Karte	7121 Stuttgart-SE, R.: 35 16 075, H.: 54 08 975
Relief/Inklination	Verebnung
Exposition	NE
Höhe	255 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	700 mm
Mittl. Jahrestemperatur	8,7°C
Nutzung/Vegetation	Einzelhaus, Garten, ehemalige Direktorenvilla, Baujahr ca. 1902, Profil 5 m vom Haus entfernt, Vornutzung Acker
Versiegelung	100%
Anthrop. Einfluss	Altes Gewerbegebiet, Bautätigkeit
Ausgangssubstrate	Lößlehm (dl)

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
yjAh	0-25	Lu (schluffiger Lehm), Farbe 10YR 3/3, carbonatreich, sehr schwach steinig, Glasscherben, Schlacke, Kohle, Ziegel Krümel-Subpolyedergefüge, stark durchwurzelt, zahlreiche Regenwurmgänge, Ld 1, Horizontgrenze deutlich und eben
II yjCv	25-48	Lu (schluffiger Lehm), Farbe 10YR 4/6, carbonatreich, schwach steinig, Glasscherben, Schlacke, Kohle, Ziegel, Subpolyeder, stark durchwurzelt, zahlreiche Regenwurmgänge, Ld 1, Horizontgrenze deutlich und wellig
III yjC	48-75	Ut4 (stark toniger Schluff), Farbe 10YR 5/6, sehr carbonatreich, sehr schwach steinig, Glasscherben, Schlacke, Kohle, Ziegel, Subpolyeder-Kohärentgefüge, mäßig durchwurzelt, Regenwurmgänge, Ld 1, Horizontgrenze eben und abrupt
IV Cv	75-117	Tu4 (stark schluffiger Ton), Farbe 10YR 4/6, carbonatarm, schwach steinig, Glasscherben, Schlacke, Kohle, Ziegel, Subpolyeder, mäßig durchwurzelt, Regenwurmgänge, Ld 2, Horizontgrenze undeutlich
V IC	117-147	Tu4 (stark schluffiger Ton), Farbe 10YR 6/6, carbonatreich, sehr schwach steinig, Kohärentgefüge, gering durchwurzelt, Ld 1, Pseudomycellen, Horizontgrenze undeutlich
VI IC	147-177	Ut4 (stark toniger Schluff), Farbe 10YR 6/6, sehr carbonatreich, schwach steinig, Kohärentgefüge, gering durchwurzelt, Ld 1, Pseudomycellen, Horizontgrenze undeutlich

Profil-Nr.:			Name: Zuckerfabrik II a													
Bodentyp: Mehrschichtallosol-Pararendzina																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew.%									Bodenart	Skelett Gew.%			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	yjAh	0-25	4,7	8,2	6,0	28,8	20,0	8,0	18,9	56,8	24,3	Lu			3	
2	II yjCv	-48	2,2	3,2	3,7	30,8	25,7	4,9	9,1	61,	29,5	Lu			6	
3	III yjC	-75	1,2	1,3	1,9	39,4	25,6	8,6	4,4	73,6	22,0	Ut4			2	
4	IV Cv	-117	0,7	1,0	2,6	36,6	23,3	9,7	4,3	69,6	26,1	Tu4			13	
5	V IC	-147	0,4	0,4	2,1	33,6	24,4	8,6	2,9	66,6	30,5	Tu4			1	
6	VI IC	-177	0,4	0,4	1,6	38,3	27,5	8,0	2,4	73,8	23,8	Ut4			4	
Hor. Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol.%				Organische Substanz %					LF μS/cm	CaCO ₃ %		
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _t	C _{org}	C _{tech}	N _t	C/N			OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	1,16	1456	799	46,3	12,3	24,1	20,2	6,4	3,7	1,1	0,29	12,6	6,3	380	13,1	
2	1,21	5084	3803	54,4	15,5	24,9	14,0	3,4	0,5	-	0,11	4,4	0,8	311	11,5	
3	1,30	1643	1330	51,2	15,5	18,4	17,3	4,0	0,1	0,7	0,01	10,0	0,2	195	27,2	
4	1,52	226	40	47,2	6,1	16,2	24,9	1,0	0,8	0	0,07	11,5	1,4	171	1,5	
5	1,26	-	-	-	-	-	-	2,4	0,4	-	0,03	12,4	0,7	242	16,8	
6	1,34	1971	1147	52,5	14,2	22,6	15,7	3,9	0,2	-	0,01	16,0	0,3	235	31,3	
Hor. Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Pot.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	7,4	7,6	260	219	23,6	16,0	0,9	100	51,5	10,4	7,6	0,33	29,6	1,26	0,83	
2	7,5	7,8	199	163	26,6	7,4	1,2	100	47,7	10,8	7,9	0,30	28,4	1,01	0,86	
3	7,6	8,1	197	176	17,2	2,6	0,7	100	90,2	13,0	5,5	0,26	19,3	0,70	0,49	
4	7,4	8,1	245	205	33,6	3,6	2,7	100	11,2	8,9	9,3	0,35	28,9	0,49	0,88	
5	7,3	8,3	203	175	22,5	2,4	3,0	100	63,4	13,1	8,1	0,39	30,0	0,71	0,82	
6	7,4	7,9	142	121	16,8	1,3	2,8	100	103,9	15,9	5,4	0,28	22,1	0,60	0,55	
Hor. Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	69,6	494,0	139	33,0	0,43	395	37,8	45,4	0,23	1	202	2,7	204	19	16,1	nn
2	26,1	198,5	76,5	47,6	0,21	129	38,7	47,3	0,10	nn	62	nn	nn	nn	8,6	nn
3	39,4	61,8	15,0	8,9	0,13	54	28,2	37,5	0,03	nn	4	nn	nn	nn	6,4	nn
4	8,4	40,9	24,8	14,1	0,13	84	37,8	52,4	0,15	nn	11	nn	nn	nn	6,0	nn
5	2,3	27,9	14,2	11,1	0,13	75	35,2	49,6	0,04	nn	4	nn	nn	nn	6,8	nn
6	3,1	17,4	10,5	7,7	0,13	61	28,3	38,8	0,01	nn	nn	nn	nn	nn	10,1	nn

Profil: Zuckerfabrik IIb

Profil-Nr.: 58

Aufnahmedatum: 14.7.1999

Nutzungstyp: Einzelhaus

Bodentyp: Schichtallosol-Pararendzina

Lage	Stuttgart-Münster
Top. Karte	7121 Stuttgart-NE, R: 35 16 085, H: 54 08 975
Relief/Inklination	Verebnung
Exposition	NE
Höhe	255 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	700 mm
Mittl. Jahrestemperatur	8,7°C
Nutzung/Vegetation	Einzelhaus, Garten, ehemalige Direktorenvilla, Baujahr ca. 1902, Profil 2 m vom Haus entfernt, Vornutzung Acker
Versiegelung	< 15%
Anthrop. Einfluss	Altes Gewerbegebiet, Bautätigkeit
Ausgangssubstrate	Löß (dl)

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
yjAh1	0-14	Lu (schluffiger Lehm), Farbe 10YR 3/4, carbonatreich, schwach steinig, Kiesel, Krümel-Subpolyedergefüge, stark durchwurzelt, Ld 1, Horizontgrenze deutlich und wellig
yjAh2	14-39	Lu (schluffiger Lehm), Farbe 10YR 5/6, carbonatreich, schwach steinig, vorwiegend Kiesel, einzelne Ziegelreste, Holzkohle, Subpolyedergefüge, mäßig durchwurzelt, Ld 1, Horizontgrenze undeutlich
yjC	39-65	Lu (schluffiger Lehm), Farbe 10YR 5/6, carbonatreich, schwach steinig, vorwiegend Kiesel, einzelne Ziegelreste, Holzkohle, Subpolyedergefüge, gering durchwurzelt, Ld 1, Horizontgrenze undeutlich
IlyjC	65-90	Ut4 (stark toniger Schluff), Farbe 10YR 5/6, carbonatreich, schwach steinig, vorwiegend Ziegelreste, Subpolyedergefüge, gering durchwurzelt, Ld 1, Horizontgrenze abrupt und gerade
IIIyjC	90-106	Tu4 (stark schluffiger Ton), Farbe 7,5YR 4/4, carbonatreich, schwach steinig, vorwiegend Ziegelreste, Subpolyeder-Polyedergefüge (prismatisch), Toncutane, gering durchwurzelt, Ld 2, Horizontgrenze abrupt und gerade
VI Bt	106-138	Tu4 (stark schluffiger Ton), Farbe 7,5YR 4/4, sehr carbonatarm, steinfrei, Subpolyeder-Polyedergefüge (prismatisch), Toncutane, gering durchwurzelt, Ld 2, Horizontgrenze undeutlich
VICv	138-155	Tu4 (stark schluffiger Ton), Farbe 7,5YR 5/6, carbonatreich, Sekundärkalk, Lößkindl, steinfrei, Kohärentgefüge (prismatisch), gering durchwurzelt, Ld 2, Horizontgrenze undeutlich
VI C	>155	Ut4 (stark toniger Schluff), Farbe 7,5YR 5/6, sehr carbonatreich, sehr schwach steinig, Kohärentgefüge, Ld 1

Profil-Nr.: 58			Name: Zuckerfabrik II b													
Bodentyp: Schichtallosol-Pararendzina																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew.%									Bodenart	Skelett Gew.%			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	yjAh1	0-14	7,6	7,3	3,9	27,3	22,1	8,5	18,8	57,9	23,3	Lu	7	1	8	
2	yjAh2	39	4,4	4,6	3,0	30,6	24,1	7,9	12,0	62,6	25,4	Lu	8	1	9	
3	yjC	-65	7,9	6,5	2,7	28,2	22,9	8,0	17,1	59,1	23,8	Lu	4	1	5	
4	II yjC	-90	0,8	0,7	1,8	36,	26,8	9,1	3,3	72,5	24,4	Ut4	2	2	4	
5	III yjC	-106	0,7	0,8	2,3	36,0	24,8	9,3	3,8	70,1	26,1	Tu4	4	0	4	
6	VI Bt	-138	0,2	0,5	2,3	32,6	24,7	8,9	3,0	66,2	30,8	Tu4	<1	0	<1	
7	VI Cv	-155	0,2	0,3	2,0	34,5	23,6	8,7	2,5	66,8	30,7	Tu4	<1	0	<1	
8	VI C	>155	0,6	0,5	1,8	41,3	24,0	7,5	2,9	72,8	24,3	Ut4	2	0	2	
Hor. Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol.%				Organische Substanz %					LF μS/cm	CaCO ₃ %		
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _t	Corg	Ctech	N _t	C/N			OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	1,20	-	-	-	-	-	-	6,1	4,6	0	0,28	16,2	7,9	287	12,4	
2	1,20	-	-	-	-	-	-	4,2	2,2	0,06	0,14	15,2	3,7	145	16,6	
3	1,30	-	-	-	-	-	-	3,0	0,9	0	0,05	20,0	1,5	104	17,1	
4	1,34	1797	1403	49,5	14,2	16,0	19,3	3,3	0,3	0,16	0,04	9,7	0,6	143	23,3	
5	1,45	309	143	50,9	9,5	15,7	25,7	2,2	0,5	0	0,05	10,0	0,9	130	13,5	
6	1,36	1390	1076	52,7	13,9	12,3	26,5	0,6	0,6	0	0,06	11,1	1,1	122	0,5	
7	1,27	2085	2024	48,6	16,2	11,1	21,3	2,4	0,4	0,18	0,03	7,1	0,4	167	17,5	
8	1,33	839	366	50,1	12,9	22,0	15,2	3,8	0,2	0	0,02	8,1	0,3	183	30,5	
Hor. Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Pot.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	7,1	7,4	293	266	19,1	6,6	0,6	100	58,2	8,5	6,7	0,34	22,1	1,63	0,68	
2	7,2	7,9	238	218	16,3	2,8	0,6	100	69,4	10,2	6,7	0,35	28,3	1,24	0,75	
3	7,3	8,4	184	159	22,2	2,4	0,5	100	64,8	8,6	5,6	0,28	24,8	0,52	0,57	
4	7,2	8,4	169	145	21,5	1,8	0,8	100	78,5	11,5	5,5	0,27	23,5	0,60	0,57	
5	7,1	8,4	209	181	24,7	2,8	1,1	100	47,8	10,0	6,7	0,28	25,8	0,58	0,65	
6	7,1	8,2	243	216	22,8	3,3	1,2	100	7,1	8,2	8,0	0,27	21,0	0,65	0,97	
7	7,3	8,0	213	188	21,5	1,1	2,1	100	56,0	10,9	7,7	0,28	25,2	0,49	0,64	
8	7,4	8,3	143	122	17,1	1,3	2,3	100	107,8	14,3	5,2	0,28	22,0	0,55	0,53	
Hor. Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	112,6	190,6	112	58	2,23	459	39	88	0,37	1,5	384	11	248	29	33,4	nn
2	73,3	60,2	58	35	1,03	253	37	66	0,21	nn	250	6	88	17	18,4	nn
3	10,6	53,9	24	14	0,13	96	32	44	0,08	nn	41	nn	nn	nn	11,4	nn
4	4,7	25,4	14	10	0,13	55	32	44	0,05	nn	9	nn	nn	nn	10,0	nn
5	6,4	34,8	20	12	0,13	68	34	47	0,09	nn	17	nn	nn	nn	4,3	nn
6	3,2	169	17	14	0,13	71	40	54	0,06	nn	4	nn	nn	nn	4,8	nn
7	1,6	11,6	13	10	0,13	70	35	48	0,03	nn	nn	nn	nn	2	5,6	nn
8	3,0	7,2	11	8	0,13	59	29	41	0,04	nn	nn	nn	nn	nn	8,3	nn

Tab. A: 14: Standort **Bergstraße**

Profil-Nr.: 45

Aufnahmedatum: 7.6.2000

Nutzungstyp: Blockbebauung

Bodentyp: Mehrschichtphyrosol-Pararendzina

Lage	Stuttgart-Ost
Top. Karte	7220 Stuttgart-SW, R.: 35 15 400, H.: 54 04 475
Relief/Inklination	Senke, 2%
Exposition	N
Höhe	ca. 270 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	700 mm
Mittl. Jahrestemperatur	8,7°C
Nutzung/Vegetation	Ruderalvegetation mit verschiedenen Gräsern, Brennesseln, Disteln und Kräutern
Versiegelung	< 15%
Anthrop. Einfluss	mehrmalige Aufschüttung zu verschiedenen Zeitpunkten
Ausgangssubstrate	nat. umgelagerte Substrate mit Bauschutt-, Kohlebeimengungen

Profilbeschreibung

jAh	0-6	Ls2 (schwach sandiger Lehm), Farbe 7,5YR 4/2, carbonatreich, schwach steinig, kleine Kohlestückchen, Krümel- bis Subpolyedergefüge, stark durchwurzelt, Ld1, diffuser horizontaler Übergang
Jah-jC	-20	Ls2 (schwach sandiger Lehm), Farbe 7,5YR 4/3, carbonatreich, mittel steinig, Glas- und Kohlereste, Plastiksplitter, Subpolyedergefüge, stark durchwurzelt, Ld1, deutlicher horizontaler Übergang
II jyxC	-35	Ss (Sand), Farbe 10YR 5/3 und 10YR 5/6, mittel carbonathaltig, Steine, Bauschutt bzw. Baumaterial, Betonplatten, Natursteinbruchstücke, Kohlereste, Einzelkorngefüge, mäßig durchwurzelt, Ld1 und Ld 5-6, deutlich welliger Übergang
III jC + III yjC	-75	Lt2 (schwach toniger Lehm), Farbe 5YR 4/3 und 5YR 3/4, mittel bis stark carbonathaltig, schwach und stark steinig, Kohle, Glas, Ziegel-, Betonreste, Aschen und weiße poröse Schlacken, Polyedergefüge, schwach durchwurzelt, Ld 4 und Ld2, deutlich welliger Übergang
IV yxC	-155	Ls4 (stark sandiger Lehm), Farbe 5YR 4/3, carbonatreich, Steine, Ziegel-, Betonreste, Aschen und weiße Schlacken, Kohärentgefüge, Ld2, ebener, deutlicher Übergang
V yC	-170	Ls3 (mittel sandiger Lehm), Farbe 7,5YR 4/3, stark carbonathaltig, stark steinig, Glasscherben, Betonreste, Aschen, Knochen, Plastiksplitter und viel Kohlestaub, Ld 2, schräger diffuser Übergang
VI ylC	-190	Sl4 (stark lehmiger Sand), Farbe 7,5YR 3/3, mittel carbonathaltig, sehr stark steinig, kohlereicher Horizont, enthält neben Kohlestaub, Kohle- und Koksstückchen und ganze Briketts, wenige Ziegel, Glasscherben und Reste von Dämmmaterial, Einzelkorngefüge, Ld1, schräger deutlicher Übergang
VII yjC	-200	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 7,5YR 5/4, carbonathaltig, sehr schwach steinig, Kohle- und Betonreste, Subpolyeder- bis Kohärentgefüge, Ld 3-4

Profil-Nr.:45			Name: Bergstraße													
Bodentyp: Mehrschichhyosol-Pararendzina																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew. %									Bodenart	Skelett Gew. %			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	jAh	0-6							33,0	42,2	24,7	Ls2	7	1	8	
2	jAh-jCv	-20							32,9	44,7	22,4	Ls2	23	1	24	
3	II jyxC	-35							89,8	7,2	3,0	Ss	31	37	68	
4	III jC1	-75(1)							41,9	32,1	26,0	Ls4	10	1	11	
5	III yjC2	-75(2)							51,5	28,9	19,6	Ls4	18	12	30	
6	IV yxC	-155	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	83	84	
7	V yC	-170							39,6	39,0	21,3	Ls3	1	32	33	
8	VI yIC	-190							51,5	32,4	16,1	Sl4	14	36	50	
9	VII yjC	-200							21,5	32,9	45,7	Lt3	2	2	4	
Hor. Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol. %				Organische Substanz %					LF μS/cm	CaCO ₃ %		
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _t	C _{org}	C _{tech}	N _t	C/N			OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	-	-	-	-	-	-	-	5,7	3,0	0,7	0,26	11,5	5,2	237	16,5	
2	1,20	3166	2174	54,7	15,5	20,6	18,6	4,9	2,2	0,7	0,19	11,6	3,8	14	17,3	
3	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0,3	0	0,02	15,0	0,5	60	4,7	
4	1,85	595	44	37,8	2,3	10,0	25,5	1,3	0,4	0,2	0,07	5,7	0,7	60	5,4	
5	1,41	77	64	47,0	7,9	19,8	19,3	2,8	0,7	1,0	0,07	10,0	1,2	103	8,8	
6	-	-	-	-	-	-	-	4,7	1,6	1,5	0,13	12,3	2,8	184	13,4	
7	1,30	11664	11380	51,0	16,7	17,5	16,8	6,5	3,0	2,3	0,16	18,8	5,2	145	10,0	
8	0,95			52,0	23,7	17,8	10,5	36,7	6,5	29,4	0,65	10,0	11,2	296	6,1	
9	-	-	-	-	-	-	-	0,8	0,1	0,4	0,04	2,5	0,2	251	2,5	
Hor. Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Pot.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	6,6	7,2	293	265	15,8	9,5	2,3	100	64	19	19	3	32	1,66	0,59	
2	6,7	7,4	268	248	13,6	5,3	0,7	100	67	20	19	3	33	1,52	0,61	
3	7,1	7,9	42	40	2,1	0,5	0	100	16	3	14	7	6	0,22	0,13	
4	7,1	7,9	291	264	17,2	9,3	0,8	100	21	25	36	6	43	0,91	0,69	
5	7,1	8,0	265	247	13,0	4,4	0,8	100	35	18	22	7	27	0,79	0,50	
6	7,2	7,9	268	245	13,2	8,9	1,1	100	60	19	22	4	34	2,53	0,71	
7	7,2	7	305	281	14,3	8,7	1,1	100	48	19	24	5	32	1,07	0,60	
8	6,8	7,3	640	613	20,6	5,1	1,3	100	61	9	15	4	27	2,07	0,72	
9	7,2	7,8	366	332	19,0	13,2	1,6	100	14	35	34	4	43	0,54	0,46	
Hor. Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	As	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	162,9	294,6	42	46	1,0	202	31	52	13,3	0,3	415	4,2	112	11	6,4	1,3
2	137,6	134,9	41	47	1,1	200	30	55	12,9	0,4	359	4,2	111	21	6,3	1,3
3	34,6	18,0	16	20	0,3	89	10	14	7,4	1,6	432	3,6	313	12	6	1,3
4	139,5	162,9	57	233	0,9	713	34	47	11,2	2,1	1301	18,7	1104	19	6,3	1,3
5	197,2	119,9	100	209	0,6	335	24	34	14,0	3,4	1043	4,1	440	11	6,4	1,3
6	823,1	203,9	169	264	0,8	608	25	30	15,1	5,9	595	1,3	260	18	76,5	1,3
7	221,6	209,3	134	118	0,7	327	28	38	15,7	1,4	240	2,5	191	8	3,2	1,3
8	414,5	149,5	86	44	0,7	161	21	24	15,5	1,2	34	1,3	126	8	6,6	1,3
9	22,0	302,5	15	22	0,3	114	35	47	16,7	0,3	17	1,3	24	7	6,5	1,3

Tab. A 15: Standort **Diakonissenkrankenhaus**

Profil-Nr.: 60

Aufnahmedatum: 7.6.2000

Nutzungstyp: Blockbebauung

Bodentyp: Mehrschichtphyrosol-Pararendzina

Lage	Stuttgart-Mitte
Top. Karte	7220 Stuttgart-SW, R.: 35 12 150, H.: 54 04 925
Relief/Inklination	Ebene
Exposition	-
Höhe	Ca. 270 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	700 mm
Mittl. Jahrestemperatur	8,7°C
Nutzung/Vegetation	Innenhof, Büsche, einzelne Bäume, teilweise lückiger Rasen, Moos, Entfernung vom Gebäude 2,5 m
Versiegelung	< 15%
Anthrop. Einfluss	Aufschüttung
Ausgangssubstrate	Sandig-tonige Lehme mit Kulturschutt über km1-Gehängeschutt

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
yjAh	0-6	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 5YR 2/3, schwach carbonathaltig, mittel steinhaltig, Kohlestücke, angewitterte Ziegelreste, Subpolyeder, mittel durchwurzelt, Ld 2
yjCv	6-25	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 5YR 3/6, mittel carbonathaltig, mittel steinhaltig, Kohlestücke, angewitterte Ziegelreste, Subpolyeder, vereinzelte Wurzeln, Ld 2
II jyC	25-31	Lt2 (schwach toniger Lehm), Farbe 5YR 4/3, carbonatreich, stark steinhaltig, Kohärentgefüge, nicht durchwurzelt, Ld 2
III yjC	31-40	Ls3 (mittel sandiger Lehm), Farbe 5YR 1,7/1, sehr carbonatreich, stark steinhaltig, Kohle- und Ascheschicht, Kohärentgefüge, Ld 2
IV jyC	40-52	Ls4 (stark sandiger Lehm), Farbe 7,5YR 4/3, sehr carbonatreich, sehr stark steinhaltig, angewitterte und verwitterte rote und gelbe Ziegelsteine sowie andere große Steine, Kohärentgefüge, Ld 2
V Sd-ICv	52-70	Tu2 (schwach schluffiger Ton), Farbe 10 YR 5/4, carbonatarm, sehr schwach steinhaltig, Kohärentgefüge, Ld 3, Rostflecken, Marmorierung

Profil-Nr.: 60			Name: Diakonissenkrankenhaus													
Bodentyp: Mehrschichtphyrosol-Pararendzina																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew.%									Bodenart	Skelett Gew.%			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	yjAh	0-6	4,1	7,5	7,9	16,8	13,6	9,6	19,5	40,0	40,5	Lt3	16	2	18	
2	yjCv	-25	4,5	7,6	8,5	15,6	16,1	8,9	20,6	40,6	38,8	Lt3	16	4	20	
3	II jyC	-31	10,0	21,8	11,0	9,1	10,2	8,5	42,8	27,8	29,4	Lt2	32	24	56	
4	III jyC	-40	8,1	12,0	223	17,5	8,2	7,4	42,4	33,1	24,5	Ls3	51	8	59	
5	IV jyC	-52	24,5	21,1	11,9	10,7	8,5	6,3	57,5	25,5	17,0	Ls4	47	25	72	
6	Vsd-Cv	-70	1,0	1,6	4,	16,5	17,5	11,1	6,7	45,1	48,2	Tu2	0	1	1	
Hor. Nr.	dB g/cm ³	Kf (cm/d)		Porenvolumen Vol.%			Organische Substanz %					LF μS/cm	CaCO ₃ %			
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _t	C _{org}	C _{tech}	N _t			C/N	OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	1,49	230	27	47,7	7,9	16,6	23,2	2,6	1,8	0,35	0,14	12,8	3,1	115	3,9	
2	1,55	431	124	46,5	8,3	15,3	22,9	2,0	1,4	0	0,09	15,4	2,4	117	5,0	
3	-	-	-	-	-	-	-	3,4	1,2	0,54	0,06	19,2	2,1	113	14,3	
4	-	-	-	-	-	-	-	16,5	6,3	6,81	0,24	26,3	10,8	117	28,6	
5	-	-	-	-	-	-	-	4,9	0,7	1,15	0,05	14,0	1,2	125	25,3	
6	1,66	2	0,3	42,3	3,0	10,4	28,9	0,3	0,2	0	0,04	4,8	0,3	113	0,9	
Hor. Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Pot.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	7,3	8,1	270	242	19,4	9,1	0,1	100	20,4	21,9	11,3	0,21	36,9	0,87	0,80	
2	7,5	8,3	249	224	19,1	5,8	0,1	100	22,3	21,1	9,9	0,21	35,8	0,85	0,90	
3	7,6	8,4	184	168	12,6	3,4	0,3	100	63,0	27,1	13,1	0,35	35,7	0,65	0,58	
4	7,6	8,4	151	141	8,4	2,0	0,2	100	110,2	15,3	6,8	0,28	23,2	0,62	0,53	
5	7,7	8,4	274	242	16,8	15,5	0,6	100	108,0	11,4	5,4	0,23	25,5	0,94	0,93	
6	7,7	8,4	272	239	23,	9,4	0,2	100	9,3	14,4	16,6	0,39	34,5	0,46	0,33	
Hor. Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	77,0	177,7	122	62	1,65	302	41	64	0,36	27	157	9,9	109	14,3	7,1	0,33
2	59,7	101,1	105	56	1,2	231	37	53	0,19	42	108	5,5	91	11,3	7,9	0,32
3	43,7	63,5	154	88	0,34	230	33	39	0,26	27	234	0,3	126	12,1	5,5	0,32
4	32,8	30,6	158	37	0,21	154	25	26	0,31	41	26	nn	92	11,4	4,2	0,32
5	141,7	205,7	50	15	0,10	54	25	28	0,14	nn	12	nn	35	8,9	6,7	0,32
6	2,9	186,5	29	17	nn	102	46	61	0,11	nn	7	nn	36	8,4	1,5	0,32

Tab. A 16: Standort **Allianz**

Profil-Nr.: 92

Aufnahmedatum: 25.1.01

Nutzungstyp: Blockbebauung

Bodentyp: Mehrschichtallosol-Pararendzina

Lage	Stuttgart-Mitte
Top. Karte	7221 Stuttgart-SE, R: 35 13 225, H: 54 05 350
Relief/Inklination	Verebnung
Exposition	-
Höhe	ca. 250 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	680 mm
Mittl. Jahrestemperatur	10°C
Nutzung/Vegetation	Innenhof, Blockbebauung, ca. 100 Jahre alt, Wiese, Moose, Efeu, wilde Erdbeeren, einzelne Büsche und Bäume
Versiegelung	< 15%
Anthrop. Einfluss	Aufschüttung
Ausgangssubstrate	nat. umgelagerte Substrate über Gipskeuper

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
yjAh	0-9	Lt2 (schwach toniger Lehm), Farbe 5YR 4/2, stark carbonathaltig, mittel steinig, stark kohlehaltig, einzelne Ziegel, Subpolyedergefüge, sehr stark durchwurzelt, zahlreiche Regenwürmer, mittel humos, Ld 1 , diffuser Übergang
II yjC	-40	Tu3 (mittel schluffiger Ton), Farbe 5YR 5/4, carbonatarm, schwach steinig, kohlehaltig, vereinzelt Ziegelreste, Subpolyeder- bis Kohärentgefüge, stark durchwurzelt, zahlreiche Regenwürmer, schwach humos, Ld 2, deutlich scharfer Übergang
III C	-60	Lt3 (mittel tonigr Lehm) Farbe 2,5Y 5/2, carbonatreich, mittel steinig, Keupertone mit Kiesen gemischt (Mineralbeton?), schwach subpolyedrisches Gefüge, sehr schwach durchwurzelt, sehr schwach humos, Ld 2, deutlicher Übergang
III C(t)	-100	Tu2 (schwach schluffiger Ton), Farbe 2,5Y 6/2, sehr carbonatreich, stark steinig, Kohärentgefüge, braune Tonüberzüge, Keupermergel, nicht durchwurzelt, sehr schwach humos, Ld 3

Profil-Nr.: 90			Name: Allianz													
Bodentyp: Schichtallosol-Pararendzina																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew. %									Bodenart	Skelett Gew. %			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	yjAh	0-9	10,8	12,3	9,7	16,1	12,4	9,7	32,8	38,2	29,0	Lt2	7	17	24	
2	II yjC	-40	1,1	1,8	2,3	27,5	20,6	10,0	5,2	58,1	36,7	Tu3	0	6	6	
3	III jyC	-60	4,3	6,0	4,9	14,8	12,9	13,0	15,2	40,7	44,1	Lt3	27	2	29	
4	IV C	-100	2,2	2,8	2,7	11,3	14,7	16,5	7,7	42,5	49,8	Tu2	56	0	56	
Hor. Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol. %				Organische Substanz %					LF μS/cm	CaCO ₂ %		
		Geom.	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _t	C _{org}	C _{tech}	N _t	C/N			OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	1,29	4398	3740	51,4	13,4	15,8	22,2	8,0	2,0	5,2	0,29	6,7	3,4	206	7,4	
2	1,46	878	344	45,0	7,0	15,6	22,4	1,0	0,9	0,7	0,15	5,7	1,5	115	1,2	
3	1,48	1206	872	46,2	12,3	10,4	23,5	3,2	0,2	0,7	0,07	3,0	0,4	143	19,7	
4	1,64	460	234	40,1	10,1	7,2	22,8	3,9	0,1	0,2	0,04	0,7	0,2	136	29,8	
Hor. Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Pot.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	7,2	7,3	302	266	25,6	10,0	0,5	100	32,3	21,7	16,0	0,66	37,0	2,40	0,90	
2	7,1	7,9	304	210	29,8	6,4	0,5	81	10,0	14,3	13,8	0,31	38,7	1,05	0,98	
3	7,3	8,2	268	238	25,6	4,0	0,6	100	72,7	47,3	19,7	0,54	40,9	1,08	0,73	
4	7,4	8,3	278	244	29,5	4,4	0,5	100	96,7	45,3	10,7	0,22	25,4	0,59	0,83	
Hor. Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	398	332	242	137	1,0	379	50	66	1,94	4,5	599	4	124	15	17,0	<1
2	92	125	92	43	0,3	141	46	68	0,36	nn	108	<1	17	9	7,0	<1
3	62	99	107	55	0,2	184	65	65	0,36	nn	81	<1	16	97	7,6	<1
4	20	112	16	12	nn	64	30	44	0,41	nn	nn	<1	6	2	10,0	<1

Tab. A 17: Standort **Hospitalhof**

Profil-Nr.: 61

Aufnahmedatum: 2.11.00

Nutzungstyp: Blockbebauung

Bodentyp: Mehrschichtallosol-Pararendzina

Lage	Stuttgart-Mitte
Top. Karte	7220 Stuttgart-SW, R: 35 12 750, H: 54 05 350
Relief/Inklination	Verebnung
Exposition	-
Höhe	ca. 250 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	680 mm
Mittl. Jahrestemperatur	10°C
Nutzung/Vegetation	Innenhof über Tiefgarage, ca. 40 Jahre alt, Blockbebauung, Rasen, kleine Teichanlage, einzelne Büsche/Bäume
Versiegelung	< 15%
Anthrop. Einfluss	Aufschüttung
Ausgangssubstrate	natürliche umgelagerte Substrate

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
yjAh	0-6	Lt2 (schwach toniger Lehm), Farbe 5YR 4/2, mittel carbonathaltig, schwach steinig, mit technogenen Beimischungen von Plastik, Ziegel, kleine Steinchen, Glas, Krümel- bis Subpolyedergefüge, stark durchwurzelt, zahlreiche Regenwürmer, stark humos, Ld 2, diffuser Übergang
jAhCv	-25	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 5YR 3/3, mittel carbonathaltig, schwach steinig, schwach kohlehaltig, vereinzelt Ziegelreste, Polyedergefüge, mäßig durchwurzelt, zahlreiche Regenwürmer, schwach humos, Ld 2, undeutlich welliger Übergang
II yjC	-43	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 10YR 5/3 und 7,5YR 5/3, marmoriert, stark carbonathaltig, schwach steinig, Ziegel, große Sandsteine, Holzkohle, Polyeder-Subpolyeder, schwach durchwurzelt, schwach humos, Ld 3, deutliche ebener Übergang
III yjC	-80	Tu3, Farbe 7,5 YR 5/4, carbonatreich, sehr schwach steinhaltig, Kohärentgefüge, schwach durchwurzelt, sehr schwach humos, Ld 3
IV jC	-95	Drainageschicht, Steine, große Sandsteinbrocken (Stubensandstein) und Kiese

Profil-Nr.: 61			Name: Hospitalhof													
Bodentyp: Mehrschichtallosol-Pararendzina																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew.%									Bodenart	Skelett Gew.%			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	yjAh	0-6	8,4	13,2	9,5	12,8	14,0	9,2	31,1	36,0	32,9	Lt2	4	4	8	
2	IIjAhCv	-25	5,9	9,7	9,5	12,9	15,0	11,2	25,1	39,1	35,8	Lt3	7	3	10	
3	III yjC	-43	4,7	3,6	5,7	18,2	16,1	13,0	14,0	47,3	38,7	Lt3	13	2	15	
4	IV yjC	-80	3,9	2,6	4,9	24,1	18,9	12,5	11,4	55,5	33,1	Tu3	3	0	3	
5	V jC	-95	-	-	-	-	-	-	-	-	-				93	
Hor. Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol.%				Organische Substanz %					LF μS/cm	CaCO ₃ %		
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _t	C _{org}	C _{tech}	N _t	C/N			OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	1,47	1434	329	44,5	10,0	13,3	21,2	3,8	2,9	0,31	0,24	11,9	4,9	143	5,4	
2	1,56	605	292	42,1	9,0	10,5	22,6	2,0	1,0	0,43	0,13	7,7	1,7	116	4,6	
3	1,66	249	5	41,4	4,5	12,8	24,1	2,2	1,1	0,20	0,04	26,5	1,8	140	7,4	
4	1,71	80	16	40,9	3,6	18,0	19,3	2,2	0,2	0,09	0,04	3,8	0,3	128	16,5	
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	469	43,5	
Hor. Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Pot.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	6,8	7,2	318	274	31,9	11,6	0,6	100	25,2	22,2	15,4	0,39	33,8	1,23	0,81	
2	7,2	7,8	268	225	32,1	10,4	0,6	100	20,6	26,5	19,8	0,56	39,2	1,08	0,99	
3	7,5	8,1	258	219	30,5	8,4	0,6	100	27,1	30,0	22,0	0,54	39,8	0,75	0,84	
4	7,6	8,2	205	169	29,8	5,1	0,6	100	61,1	29,3	13,5	0,42	31,5	0,72	0,73	
5	6,9	7,3	-	-	-	-	-	-	202,0	9,6	4,8	0,31	21,3	0,45	0,32	
Hor. Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	209,4	344,4	91	52	0,9	242	43	68	0,55	2	184	4	94	8,2	3,1	1
2	187,8	269,6	63	43	0,6	228	43	67	0,30	1	108	2	49	6,4	2,6	1
3	44,4	206,8	27	21	0,2	105	43	64	0,03	10	25	1	17	6,4	2,6	1
4	33,6	113,5	15	18	0,1	69	37	45	0,01	1	12	1	nn	6,4	2,6	1
5	-	-	44	30	0,3	122	25	18	0,06	-	-	-	-	-	-	-

Tab. A 18: Standort **Stadtgraben**

Profil-Nr.: 55

Aufnahmedatum: 19.5.2000

Nutzungstyp: Dorfkern

Bodentyp: Mehrschichtallosol-Pararendzina über Auensedimenten

Lage	Stuttgart-Bad Cannstatt, alter Ortskern
Top. Karte	7121 Stuttgart-NE, R.: 35 15 975, H.: 54 07 525
Relief/Inklination	Ebene
Exposition	-
Höhe	ca. 225 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	700 mm
Mittl. Jahrestemperatur	8,7°C
Nutzung/Vegetation	Kleine öffentliche Grünfläche, ca. 70 m ² , Innenhoflage, Rasen
Versiegelung	< 15%
Anthrop. Einfluss	Aufschüttung
Ausgangssubstrate	Humushaltiges Bodenmaterial über Talauenablagerungen (a)

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
jAh	0-10	Tu3 (mittel schluffiger Ton), Farbe 7,5 YR 4/3, carbonatreich, sehr schwach steinig, einzelne Glasscherben und Ziegelbruchstücke, Krümel- bis Subpolyedergefüge, mittel humos, stark durchwurzelt, Regenwürmer, Ld 2
jAhC	10-33	Tu3 (mittel schluffiger Ton), Farbe 10 YR 5/6, carbonatreich, sehr schwach steinig, einzelne Glasscherben und Ziegelbruchstücke, Krümel- bis Subpolyedergefüge, schwach humos, mittel durchwurzelt, Regenwürmer, Ld 2
II axM	33-40	Sl4 (stark lehmiger Sand), Farbe 10YR 5/4, carbonatreich, sehr stark steinig, Kieselsteine, Kohärentgefüge, sehr schwach humos, gering durchwurzelt, Ld 2
III aM	40-50	Tu3 (mittel schluffiger Ton), Farbe 10YR 5/8, carbonatreich, sehr stark steinig, Kieselsteine, Kohärentgefüge, sehr schwach humos, gering durchwurzelt, Ld 2
IV axM	50-53	Lt2 (schwach toniger Lehm), Farbe 10YR 5/3, extrem carbonatreich, sehr stark steinig, rötlich gefärbte Kieselsteine, Kohärentgefüge, sehr schwach humos, nicht durchwurzelt, Ld 2-3
V aM	53-64	Sl4 (stark lehmiger Sand), Farbe 10YR 5/4, sehr carbonatreich, sehr stark steinig, Kohärentgefüge, mittel humos, Ld 3
VI aM	64-75	Lt2 (schwach toniger Lehm), Farbe 7,5 YR 4/4, carbonatreich, schwach steinig, Subpolyeder, schwach humos, Ld 2-3
VII aM	75-84	Tu2 (schwach schluffiger Ton), Farbe 10YR 3/3, sehr carbonatreich, schwach steinig, Subpolyeder, schwach humos, Ld 2
VIII aM	84-109	Tu2 (schwach schluffiger Ton), Farbe 10YR 4/3, sehr carbonatreich, schwach steinig, Subpolyeder, schwach humos, Ld 2
IX aM	109-120	Tu2 (schwach schluffiger Ton), Farbe 10YR 5/3, extrem carbonatreich, mittel steinig, Subpolyeder, schwach humos, Ld 2

Profil-Nr.: 55			Name: Stadtgraben													
Bodentyp: Mehrschichtallosol-Pararendzina überAuensedimenten																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew. %									Bodenart	Skelett Gew. %			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	yjAh	0-10	1,4	3,9	5,8	27,8	20,4	7,9	11,1	56,1	32,8	Tu3	2	<0,5	2	
2	jAhC	-33	0,9	2,1	4,2	31,7	21,7	8,1	7,2	61,5	31,3	Tu3	2	<0,5	2	
3	II axM	-40	9,5	25,7	31,0	11,4	6,0	3,6	66,2	21,0	12,8	SI4	64	0	64	
4	III aM	-50	1,4	4,5	10,4	31,0	16,0	6,5	16,3	53,5	30,2	Tu3	2	0	2	
5	IVaxM	-53	7,1	26,0	9,6	15,6	10,2	6,5	42,7	32,9	25,0	Lt2	66	0	66	
6	V aM	-64	10,4	36,5	12,3	12,3	7,6	4,0	59,2	23,9	16,9	SI4	74	0	74	
7	VIaM	-75	1,5	7,2	14,2	25,0	12,2	6,8	22,9	44,0	33,1	Lt2	4	0	4	
8	VIIaM	-84	3,8	4,1	5,9	15,0	13,8	9,2	13,8	38,0	48,2	Tu2	5	0	5	
9	VIIIaM	-109	4,2	3,8	4,9	11,7	12,3	8,9	12,9	32,9	54,2	Tu2	7	0	7	
10	IXaM	-120	2,3	3,5	5,6	11,8	12,0	9,3	11,4	33,1	55,5	Tu2	15	0	15	
Hor Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol. %				Organische Substanz %					LF μS/cm	CaCO ₃ %		
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _i	Corg	C _{tech}	N _i	C/N			OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	-	-	-	-	-	-	-	3,3	1,9	0	0,19	10,2	3,3	186	11,5	
2	1,54	388	43	41,9	9,6	14,1	18,2	2,3	0,7	0	0,07	10,4	1,	131	13,0	
3	-	-	-	-	-	-	-	3,1	0,5	0	0,03	14,1	0,8	134	22,0	
4	1,76	20	3	34,6	3,0	11,0	20,6	2,8	0,5	0	0,05	10,4	0,8	147	19,0	
5	-	-	-	-	-	-	-	8,5	1,9	0,06	0,08	22,1	3,2	185	54,9	
6	-	-	-	-	-	-	-	5,2	1,2	0,22	0,09	12,9	2,0	165	31,4	
7	-	-	-	-	-	-	-	3,2	0,7	0	0,06	12,0	1,2	257	21,1	
8	1,42	43	3	46,4	6,7	13,4	26,3	5,6	1,1	0	0,09	12,4	1,8	199	38,1	
9	1,39	1892	1308	47,6	12,8	11,9	22,9	5,9	1,0	0,14	0,09	11,5	1,7	181	39,8	
10	-	-	-	-	-	-	-	6,8	0,6	0	0,07	8,2	1,0	168	51,6	
Hor Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Pot.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	7,1	7,6	242	220	16,8	5,0	0,2	100	44,4	15,0	10,5	0,37	31,7	1,22	0,80	
2	7,4	8,1	208	185	19,0	3,1	0,3	100	52,5	15,5	8,9	0,34	32,9	0,83	0,89	
3	7,7	8,4	84	70	7,3	5,9	0,4	100	95,7	7,6	3,1	0,15	15,1	0,78	0,29	
4	7,6	8,4	151	125	16,7	9,4	0,2	100	81,0	12,6	5,7	0,20	30,3	1,04	0,72	
5	7,5	8,1	117	101	9,3	5,9	0,4	100	232,4	5,1	2,4	0,55	16,1	1,70	0,45	
6	7,6	8,2	134	102	19,8	12,2	0,4	100	134,5	8,6	4,0	0,22	14,6	2,48	0,52	
7	7,4	8,0	165	127	16,7	21,6	0,2	100	92,6	11,6	8,0	0,25	31,8	2,85	0,88	
8	7,6	8,3	202	157	16,8	28,0	0,4	100	174,6	9,0	10,8	0,48	24,4	4,51	0,78	
9	7,6	8,4	201	154	16,7	28,7	1,3	100	182,7	8,6	11,2	0,49	24,3	2,34	0,55	
10	7,7	8,6	160	121	12,6	24,6	1,0	100	222,9	7,9	8,8	0,5	18,5	1,69	0,42	
Hor Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	204,4	81,9	35	28	0,18	103	38	49	0,11	23	164	nn	55	12	6	nn
2	20,7	32,8	28	30	0,15	90	38	48	0,09	17	79	nn	43	7	7	nn
3	144,2	141,0	37	37	0,30	39	19	19	0,12	nn	38	nn	30	6	7	nn
4	83,9	228,9	21	15	0,10	58	32	32	0,05	2	13	nn	23	6	4	nn
5	100,2	162,6	10	9	0,05	32	10	18	0,05	16	30	nn	28	9	7	nn
6	401,7	315,6	13	11	0,08	47	14	16	0,07	6	35	nn	42	18	4	nn
7	319,4	546,4	19	20	0,10	72	33	32	0,05	4	17	nn	22	11	6	nn
8	368,3	627,1	19	20	0,15	91	27	36	0,05	5	28	nn	28	10	5	nn
9	199,4	713,2	17	16	0,10	67	27	39	0,04	7	15	nn	13	7	5	nn
10	163,8	665,0	13	10	0,05	48	21	32	0,04	22	12	nn	19	8	6	nn

Tab. A 19: Standort **Zuckerfabrik I**

Profil-Nr.: 56

Aufnahmedatum: 6.7.1999

Nutzungstyp: Straßenfläche

Bodentyp: Schichttechnosol-Lockersyrosem

Lage	Stuttgart-Münster
Top. Karte	7121 Stuttgart-NE, R.: 35 15 975, H.: 54 09 075
Relief/Inklination	Verebnung
Exposition	NE
Höhe	255 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	700 mm
Mittl. Jahrestemperatur	8,7°C
Nutzung/Vegetation	Straße, Graben
Versiegelung	100%
Anthrop. Einfluss	Altes Gewerbegebiet, Brachflächen mit neuen Bürobauten
Ausgangssubstrate	Kalkschotter über Lößlehm (dl)

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
yC	0-16	Asphaltschicht
jyC1	16-34	Sl3 (mittel lehmiger Sand), Farbe 2,5Y 4/2, sehr carbonatreich, sehr stark steinig, Kalkschotter, Mergelsteine, Kohärentgefüge, nicht durchwurzelt, Ld 2, Horizontgrenze eben und deutlich
jyC2	34-55	Sl3 (mittel lehmiger Sand), Farbe 2,5Y 4/2, sehr carbonatreich, sehr stark steinig, Kalkschotter, Kohärentgefüge, Ld 2, Horizontgrenze eben und deutlich
II yjC	55-78	Tu2 (schwach schluffiger Ton), Farbe 2,5Y 4/6, sehr carbonatreich, mittel steinig, Kalkschotter, Kohärentgefüge, Ld 3, Horizontgrenze wellig und deutlich
III yjC	78-90	Ls3 (mittel sandiger Lehm), Farbe 10YR 3/4, carbonatreich, sehr stark steinig, Kiesel, vereinzelt Kalksteine, Kohärentgefüge, Ld 2, Horizontgrenze wellig und deutlich
IV IC	90-110	Tu3 (mittel schluffiger Ton), Farbe 7,5YR 3/4, sehr carbonatarm, sehr schwach steinig, Kohärentgefüge, Ld 3

Profil-Nr.:56			Name: Zuckerfabrik I													
Bodentyp: Schichttechnosol-Lockersyrossem																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew.%									Bodenart	Skelett Gew.%			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	yyC	0-16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	yyC1	-34	11,3	49,4	16,1	5,0	3,6	4,8	76,8	13,4	9,8	SI3	0	84	84	
3	yyC2	-55	10,3	48,4	15,2	4,3	4,1	5,9	73,9	14,3	11,8	SI3	0	73	73	
4	II yjC	-78	1,5	2,0	1,3	7,9	11,3	22,0	4,8	41,2	54,0	Tu2	0	33	33	
5	III yjC	-90	16,2	21,8	9,3	14,7	11,7	7,1	47,3	33,5	19,2	Ls3	0	82	82	
6	IV IC	-110	0,2	0,3	1,9	29,2	22,1	9,9	2,4	61,2	36,4	Tu3	<1	0	<1	
Hor. Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol.%				Organische Substanz %					LF μS/cm	CaCO ₃ %		
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _i	C _{org}	C _{tech}	N _i	C/N			OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	-	-	-	-	-	-	-	5,1	0,34	0,1	0	-	0,6	292	38,7	
3	-	-	-	-	-	-	-	5,2	0	-	0	-	0	1138	45,2	
4	-	-	-	-	-	-	-	5,5	0,22	0	0,06	3,7	0,4	310	44,0	
5	-	-	-	-	-	-	-	6,9	4,52	-	0,07	64,5	7,8	384	19,8	
6	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,60	-	0,05	12,0	1,0	285	0,2	
Hor. Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Pot.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	7,1	8,4	23	11	10,7	0,9	0,6	100	141,6	11,7	3,4	0,14	6,4	0,30	0,11	
3	9,9	10,2	65	57	5,3	2,6	0,8	100	138,3	12,6	4,4	0,16	9,9	0,43	0,14	
4	8,4	8,4	148	125	17	2,4	3,4	100	116,7	46,7	14,6	0,57	33,1	1,05	0,95	
5	8,1	8,1	147	119	15,8	6,0	6,0	100	79,3	8,3	5,4	0,37	38,3	0,70	0,83	
6	7,8	7,8	255	220	21,0	9,9	4,6	100	5,9	9,0	10,9	0,43	35,3	0,52	0,94	
Hor. Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5,6	38,1	3	3	0,13	17	10,3	13,0	0,02	nn	11	nn	nn	24	24	nn
3	9,2	98,3	4	7	0,13	29	17,2	22,3	0,03	nn	193	nn	107	26	70	nn
4	6,2	84,1	13	15	0,13	57	31,9	45,5	0,13	nn	nn	nn	50	nn	15	nn
5	9,6	190,1	255	205	0,18	452	33,0	32,0	0,46	0,43	12866	0,33	156	15	16	nn
6	1,0	216,9	18	16	0,13	87	42,4	61,2	0,06	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn

Profil: Roto Frank

Profil-Nr.: 42

Aufnahmedatum: 3/1999

Nutzungstyp: Straßenfläche

Bodentyp: Schichttechnosol-Lockersyrosem

Lage	Stuttgart-Unteraichen
Top. Karte	7220 Stuttgart-SW, R.: 35 10 350, H.: 53 96 625
Relief/Inklination	Ebene, 1% Neigung
Exposition	E
Höhe	420 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	700 mm
Mittl. Jahrestemperatur	8,7°C
Nutzung/Vegetation	Baugrube (Gewerbegebiet), ehemals versiegelter Parkplatz
Versiegelung	100%
Anthrop. Einfluss	Aufschüttung, Versiegelung
Ausgangssubstrate	Kalkschotter über Lias-a-Tonen

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
jyxC1	0-30	Lt3 (mittel toniger Lehm), graue Schotterschicht, sehr stark steinig, Einzelkorngefüge, nicht durchwurzelt, extrem carbonatreich, humusfrei, Ld 1
jyxC2	30-50	Lt3 (mittel toniger Lehm), graue Schotterschicht, sehr stark steinig, Einzelkorngefüge, nicht durchwurzelt, sehr carbonatreich, Ld 1
II ICv	50-85	Lu (schluffiger Lehm), Farbe 7,5YR 4/6, carbonatarm, mittel steinig, Kohärentgefüge, Ld 1
III IC	85-120	Tu3 (mittel schluffiger Ton), Farbe 7,5YR 4/6, schwach carbonathaltig, schwach steinig, Kohärentgefüge, Ld 2
IV IC	120-150	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farben 10YR 5/8 und 10YR 4/1, schwach carbonathaltig, Kohärentgefüge, mittel steinig, Ld 2
V IC	150-175	Lt2 (schwach toniger Lehm), Farbe 10YR 1,7/1 und etwas gelb, carbonatarm, mittel steinig, Kohärentgefüge, Ld 2
VI IC	175-215	Tu2 (schwach schluffiger Ton), Farbe 10YR 3/1, steinfrei, mittel carbonathaltig, Kohärentgefüge, Ld 3
VII IC	215-240	Tu2 (schwach schluffiger Ton), Farbe 2,5Y 4/3, steinfrei, extrem carbonatreich, Kohärentgefüge, Ld 3
VIII IC	240-270	Tu2 (schwach schluffiger Ton), Farbe 10YR 1,7/1, steinfrei, sehr carbonatreich, Plattengefüge, Ld 3

Profil-Nr.:42			Name: Roto Frank													
Bodentyp: Schichttechnosol-Lockersyrose																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew. %									Bodenart	Skelett Gew. %			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	jyxC1	0-30	3,6	6,9	3,7	14,1	15,4	17,6	14,2	47,1	38,7	Lt3	<5	70	75	
2	jyxC2	-50	6,1	6,2	3,4	15,4	18,6	12,8	15,7	46,8	37,8	Lt3	<5	70	75	
3	II ICv	-85	2,4	4,9	3,9	21,0	27,7	10,8	11,2	59,5	29,7	Lu	18	0	18	
4	III IC	-120	3,2	5,2	3,7	19,5	23,2	10,2	12,1	52,9	35,0	Tu3	6	0	6	
5	IV LC	-150	5,3	8,9	6,6	19,6	14,5	7,8	20,8	41,9	37,3	Lt3	36	0	36	
6	V LC	-175	11,6	13,6	7,9	15,9	14,2	7,2	33,1	37,3	30,5	Lt2	37	0	37	
7	VI IC	-215	0,2	0,5	0,5	23,9	17,1	10,0	1,2	51,0	47,8	Tu2	0	0	0	
8	VII IC	-240	0,1	0,1	0,2	5,5	21,4	20,4	0,4	47,3	52,3	Tu2	0	0	0	
9	VIII IC	-270	0,2	0,2	0,7	12,3	20,6	14,6	1,1	47,5	51,4	Tu2	0	0	0	
Hor. Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol. %				Organische Substanz %					LF μS/cm	CaCO ₃ %		
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _t	C _{org}	C _{tech}	N _t	C/N			OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	-	-	-	-	-	-	-	7,2	0	0	0,05	-	-	190	60,2	
2	-	-	-	-	-	-	-	5,3	1,2	0,09	0,14	9,6	2,2	415	32,4	
3	-	-	-	-	-	-	-	1,5	1,3	-	0,16	7,9	2,2	54	1,7	
4	1,35	27	7	53,7	7,5	15,0	31,2	1,7	1,5	-	0,17	8,5	2,5	655	3,0	
5	-	-	-	-	-	-	-	1,5	1,2	-	0,12	9,8	2,0	522	2,7	
6	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,4	-	0,04	11,0	0,8	387	1,2	
7	-	-	-	-	-	-	-	5,4	3,1	1,74	0,16	19,3	1,8	301	5,1	
8	-	-	-	-	-	-	-	10,0	0	-	0,18	-	-	152	76,4	
9	-	-	-	-	-	-	-	5,3	0,04	-	0,09	-	-	245	42,1	
Hor. Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Pot.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	7,3	8,2	90	67	19,9	1,9	1,3	100	106,6	51,1	7,5	0,39	15,1	0,72	0,38	
2	7,4	7,8	187	155	27,9	2,8	1,8	100	150,5	32,4	9,5	0,43	23,1	0,70	0,71	
3	6,9	7,4	316	275	31,8	2,3	6,2	100	10,4	7,4	8,4	0,47	27,2	0,62	1,10	
4	7,1	7,5	339	306	27,5	3,1	2,4	100	19,6	7,8	9,8	0,41	37,6	0,72	0,86	
5	7,1	7,7	364	332	27,4	2,6	2,2	100	16,5	8,0	8,7	0,36	55,4	0,74	0,41	
6	7,2	7,9	199	179	16,8	2,1	1,5	100	9,0	5,8	8,0	0,27	71,2	0,69	0,75	
7	7,1	8,0	316	279	31,2	4,0	1,8	100	23,4	8,4	23,1	0,77	48,6	0,57	0,17	
8	7,5	8,5	53	42	9,1	1,2	0,6	100	376,5	4,3	7,3	0,35	9,6	0,26	0,52	
9	7,2	8,1	124	103	17,0	2,8	1,4	100	197,0	7,3	17,0	0,65	53,2	63,6	0,69	
Hor. Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	2,6	44,7	12	20	0,11	47	17	34	<0,05	<13	29	<13	<125	33	<13	<2
2	3,9	47,2	17	21	0,16	57	23	46	0,06	<13	35	<13	<125	26	<13	<2
3	4,0	19,7	25	16	0,09	62	25	50	0,06	<13	43	<13	<125	17	<13	<2
4	8,2	40,2	27	20	0,06	67	28	57	0,06	<13	40	<13	<125	23	<13	<2
5	1,9	15,4	21	25	0,02	60	31	63	0,07	<13	15	<13	<125	27	<13	<2
6	1,4	28,7	18	22	<0,01	49	26	51	0,05	<13	<13	<13	<125	17	<13	<2
7	0,5	95,3	61	84	0,07	138	65	130	0,22	<13	22	<13	<125	33	<13	<2
8	0,7	40,8	6	9	0,05	65	18	36	<0,05	<13	21	<13	<125	29	<13	<2
9	0,6	67,0	10	26	0,11	68	37	73	0,07	<13	<13	<13	<125	15	<13	<2

Tab. A 21: Standort **Bahn I**

Profil-Nr.: 50

Aufnahmedatum: 17.12.1999

Nutzungstyp: Bahnfläche

Bodentyp: Schichttechnosol-Lockersyrosem

Lage	Stuttgart-Mitte, Abstellbahnhof
Top. Karte	7121 Stuttgart-NE, R: 35 14 425, H: 54 06 675
Relief/Inklination	Verebnung
Exposition	-
Höhe	230 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	700 mm
Mittl. Jahrestemperatur	8,7°C
Nutzung/Vegetation	Insel zwischen Bahngleisen, Ruderalvegetation
Versiegelung	<15%
Anthrop. Einfluss	Aufschüttung
Ausgangssubstrate	Technogene Substrate über Gipskeuper

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
yjAh	0-5	SI2 (schwach lehmiger Sand), Farbe 10YR 1,7/1, sehr carbonatarm, schwach steinig, Aschen, Schlacken, Holzkohle, Krümel-Einzelkorngefüge, schwach humos, stark durchwurzelt, Ld 1
jyxCv	5-30	SI3 (mittel lehmiger Sand), Farbe 10YR 1,7/1 und 7,5 YR 4/6, schwach carbonathaltig, stark steinig, Krümel-Einzelkorngefüge, stark humos, stark durchwurzelt, Ld 1
II lxC	30-43	Lts (sandig-toniger Lehm), Farbe 2,5Y 5/3, carbonatreich, steinfrei, Polyeder, schwach humos, mäßig durchwurzelt, Ld 2
II lCc	43-90	Farbe 2,5Y 5/3, Oberflächenbeläge 5YR 2/4, carbonatreich, Sekundärkalk, Polyeder, schwach humos, Ld 3-4

Profil-Nr.: 50			Name: Bahn I													
Bodentyp: Schichttechnosol-Lockersyrosem																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew. %									Bodenart	Skelett Gew. %			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	yjAh	0-5	31,9	31,2	13,5	5,5	7,3	4,1	76,6	16,9	6,5	SI2	24	21	45	
2	jyxCv	-30	26,7	25,2	18,3	5,3	9,3	6,0	70,2	20,6	9,2	SI3	42	4	46	
3	II lxC	-43	2,0	8,4	21,9	11,6	9,3	9,0	32,3	29,9	37,8	Lts	82	0	82	
4	II lCc	-90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Hor. Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol. %				Organische Substanz %					LF μS/cm	CaCO ₃ %		
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _t	C _{org}	C _{tech}	N _t	C/N			OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	-	-	-	-	-	-	-	31,1	3,1	27,9	0,73	4,3	1,8	228	0,5	
2	-	-	-	-	-	-	-	38,7	3,3	35,1	0,42	7,7	5,7	166	3,3	
3	1,52	956	196	44,4	14,8	7,1	22,5	3,0	1,1	0	0,05	22,0	1,9	137	16,2	
4	-	-	-	-	-	-	-	4,1	0,8	1,2	0,03	26,7	1,4	80	23,2	
Hor. Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Pot.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	6,7	7,0	160	115	10,5	4,5	0,3	81	6,2	7,3	4,7	0,60	46,6	0,80	0,50	
2	7,2	7,6	171	158	10,5	2,5	0,5	100	18,4	10,9	6,6	0,68	82,5	1,42	1,60	
3	7,3	7,8	262	233	21,1	7,3	0,5	100	51,8	37,1	28,3	0,55	40,3	0,68	1,01	
4	7,4	8,1	-	-	-	-	-	-	50,6	57,6	27,7	0,31	37,7	0,70	1,03	
Hor. Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	4,8	169,8	62	83	0,13	185	56	27	0,19	5,6	328	0,14	55	22	6,8	nn
2	1,8	84,8	142	184	2,15	687	189	41	0,26	nn	63	nn	43	55	4,9	nn
3	3,8	137,3	9	18	0,21	203	103	77	nn	nn	nn	nn	nn	68	2,7	nn
4	-	-	9	4	nn	56	43	67	0,04	nn	nn	nn	nn	nn	3,4	nn

Tab. A 22: Standort **Bahn II**

Profil-Nr.: 51

Aufnahmedatum: 17.12.1999

Nutzungstyp: Bahnfläche

Bodentyp: Mehrschichttechnosol-Lockersyrosem

Lage	Stuttgart-Mitte
Top. Karte	7121 Stuttgart-NE, R: 35 14 375, H: 54 06 575
Relief/Inklination	Verebnung
Exposition	-
Höhe	225 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	700 mm
Mittl. Jahrestemperatur	8,7°C
Nutzung/Vegetation	Stillgelegte Bahngleise, Profil in Bahngleismitte, Ruderalvegetation
Versiegelung	<15%
Anthrop. Einfluss	Aufschüttung
Ausgangssubstrate	Technogene Substrate über Gehängeschutt km1

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
yAih1	0-3	SI3 (mittel lehmiger Sand), Farbe 7,5YR 1,7/1, carbonatarm, mittel steinhaltig, Schlacken, Schotter, Einzelkorn, sehr stark humos, gering durchwurzelt, Ld 1
II yAih	3-8	Tu2 (schwach schluffiger Ton), Farbe 2,5Y 4/2, carbonatfrei, mittel steinhaltig, Subpolyeder, sehr stark humos, mittel durchwurzelt, Ld 2
III yAih/ Cv	8-10	SI2 (schwach lehmiger Sand), Farbe 5YR 4/4 (Rostband), carbonatarm, mittel steinhaltig, Sande, Schlacken, Einzelkorn, mittel humos, mittel durchwurzelt, Ld 2
IV yC	10-39	SI2 (schwach lehmiger Sand), Farbe 10YR 1,7/1, mittel carbonathaltig, mittel-stark steinhaltig, Schlacken, Einzelkorngefüge, stark humos, nicht durchwurzelt, Ld 2
V xC	39-51	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 10YR 6/4, Steine, Schotter, carbonatreich
VI ICv	51-62	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 5YR 4/8, mittel carbonathaltig, schwach steinhaltig, sehr schwach humos, Ld 3
VII IC	62-90	Lts (sandig-toniger Lehm), Farbe 5 YR 4/8, carbonatreich, mittel steinhaltig, sehr schwach humos, Ld 3

Profil-Nr.: 51			Name: Bahn II													
Bodentyp: Schichttechnosol-Lockersyrose																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew. %									Bodenart	Skelett Gew. %			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	yAih1	0-3	36,8	20,5	14,5	6,9	8,7	4,4	71,8	20,0	8,2	SI3	27	3	30	
2	II yAih	-8	4,4	4,8	2,8	5,9	14,7	21,0	12,0	41,6	46,4	Tu2	3	4	7	
3	III yAih/C	-10	33,1	22,0	15,9	9,2	8,4	4,3	71,0	21,9	7,1	SI2	0	0	0	
4	IV yC	-39	52,3	22,6	8,0	4,1	3,7	2,6	82,9	10,4	6,7	SI2	35	20	55	
5	V xC	-51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	0	90	
6	VI ICv	-62	3,6	5,0	6,2	19,9	17,4	7,8	14,8	45,1	40,1	Lt3	4	0	4	
7	VII IC	-90	6,8	13,1	13,0	8,9	9,4	8,8	32,9	27,1	40,0	Lts	45	0	45	
Hor. Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol. %				Organische Substanz %					LF μS/cm	CaCO ₃ %		
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _t	C _{org}	C _{tech}	N _t	C/N			OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	-	-	-	-	-	-	-	28,8	6,8	21,8	0,63	10,7	11,7	140	1,0	
2	-	-	-	-	-	-	-	11,0	5,0	6,0	0,33	15,4	8,6	150	0	
3	-	-	-	-	-	-	-	3,3	2,4	0,7	0,08	30,8	4,1	159	1,8	
4	-	-	-	-	-	-	-	25,7	5,4	19,7	0,43	12,5	9,3	176	4,8	
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	1,58	32	15	40,4	4,7	12,6	23,1	1,8	0,4	0,6	0,06	6,7	0,7	155	6,8	
7	-	-	-	-	-	-	-	3,6	0,1	1,1	0,03	4,0	0,2	128	24,8	
Hor. Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Pot.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	6,7	7,1	156	102	8,3	2,4	0,2	72	12,8	6,3	4,1	1,03	100,2	2,24	1,43	
2	5,6	6,0	170	94	12,5	3,9	0,3	65	3,3	6,5	24,4	1,44	54,6	0,77	0,26	
3	7,2	7,7	185	171	8,4	5,1	0,5	100	181,0	27,1	8,9	4,96	36,3	1,42	5,60	
4	7,1	7,6	171	156	12,5	2,5	0,9	100	28,1	6,6	4,7	0,95	75,2	1,43	1,05	
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	7,3	7,8	261	210	42,0	7,9	0,7	100	32,5	12,0	11,9	0,55	33,4	0,73	0,78	
7	7,5	8,0	196	158	31,3	5,1	0,8	100	62,7	40,3	15,0	0,43	29,5	0,65	1,84	
Hor. Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	18,7	134,6	116	140	0,53	329	110	56	0,23	nn	138	nn	358	11	2	nn
2	0,7	119,6	72	53	0,13	90	39	103	0,82	7	nn	0,13	193	53	nn	nn
3	48,4	1099,5	62	84	1,91	431	86	75	2,40	nn	38	0,60	62	39	6	nn
4	22,2	119,5	220	20	0,56	595	104	51	0,30	nn	44	nn	485	15	5	nn
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	19,1	153,1	25	17	0,13	102	43	56	0,17	nn	2	nn	nn	3	7	nn
7	10,7	121,9	25	14	0,13	71	30	42	0,07	nn	nn	nn	1	nn	10	nn

Profil: Bahn III

Profil-Nr.: 52

Aufnahmedatum: 5.10.2000

Nutzungstyp: Bahnfläche

Bodentyp: Mehrschichttechnosol-Lockersyrosem

Lage	Stuttgart-Mitte
Top. Karte	7121 Stuttgart-NE, R: ³⁵ 14 425, H: ⁵⁴ 06 675
Relief/Inklination	Ebene, 1°
Exposition	-
Höhe	225 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	700 mm
Mittl. Jahrestemperatur	8,7°C
Nutzung/Vegetation	Stillgelegte Bahngleise, Ruderalvegetation
Versiegelung	< 15%
Anthrop. Einfluss	Aufschüttung
Ausgangssubstrate	technogene Substrate über Gehängeschutt km1

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
yAi	0-8	Su2 (schwach schluffiger Sand), Farbe 2,5YR 3/3, carbonatarm, mittel steinhaltig, Einzelkorngefüge, unbewachsener Schotter, Metallschrott, Aschen, stark durchwurzelt, Ld1, Horizontgrenze wellig und undeutlich
II yjxC	8-25	Ls3 (mittel sandiger Lehm), Farbe 10YR 1,7/1, stark carbonathaltig, sehr stark steinhaltig, Aschereste, Kohle, Koks, Einzelkorngefüge, gering durchwurzelt, Ld 2-3, mit HCl deutlicher H ₂ S-Geruch, Horizontgrenze wellig und diffus
III yjxC	25-50	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 5YR 4/4, stark carbonathaltig, stark steinhaltig, Aschereste, Kohle, Koks, Polyedergefüge, nicht durchwurzelt, Ld 2-3, Mischhorizont, mit HCl deutlicher H ₂ S-Geruch, Horizontgrenze uneben und scharf
	25-50	Ls3 (mittel sandiger Lehm), Farbe 10YR 3/1, carbonatreich, sehr stark steinhaltig, Kohärentgefüge, Ld 2-3, Mischhorizont, mit HCl deutlicher H ₂ S-Geruch, Horizontgrenze uneben und scharf
IV yjxC	50-78	Ls4 (stark sandiger Lehm), Farbe 10YR 2/1, carbonatreich, sehr stark steinhaltig, Einzelkorngefüge, Ld 3-4, H ₂ S-Geruch,

Profil-Nr.: 52			Name: Bahn III													
Bodentyp: Schichttechnosol-Lockersyrosem																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew.%									Bodenart	Skelett Gew.%			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	yAih	0-8	28,8	29,9	22,9	10,1	4,2	1,9	81,6	16,2	2,2	Su2	26	4	30	
2	II yxCv	-25	22,4	17,3	8,3	9,7	9,9	10,9	48,0	30,5	21,5	Ls3	38	26	64	
3	III yxC	-50(1)	6,4	9,9	13,2	11,9	13,1	9,1	29,5	34,1	36,4	Lt3	38	9	47	
4	IV yxC	-50(2)	16,3	19,0	12,8	13,0	9,8	8,7	48,1	31,5	20,4	Ls3	60	15	75	
5	V yxC	-78	16,7	18,1	15,5	11,0	9,7	8,0	50,3	28,7	21,0	Ls4	56	20	76	
Hor. Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol.%				Organische Substanz %					LF μS/cm	CaCO ₃ %		
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _t	C _{org}	C _{tech}	N _t	C/N			OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	-	-	-	-	-	-	-	1,4	0,7	0,6	0,04	17	1,2	79	0,8	
2	-	-	-	-	-	-	-	11,3	5,8	4,6	0,24	24,1	9,9	116	7,7	
3	-	-	-	-	-	-	-	4,5	1,3	2,4	0,09	14,4	2,2	118	7,1	
4	-	-	-	-	-	-	-	9,4	2,9	4,5	0,13	22,4	5,0	129	16,3	
5	-	-	-	-	-	-	-	17,8	4,4	11,8	0,28	15,8	7,6	133	13,4	
Hor. Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Pot.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	6,9	7,9	29	24	2,1	2,1	0,7	100	33,2	22,1	20,6	17,9	48,3	2,49	0,99	
2	7,3	8,1	159	142	12,4	3,0	1,0	100	74,4	13,0	13,6	2,2	44,6	0,98	1,59	
3	7,4	8,1	258	219	25,4	7,0	1,0	100	31,3	14,6	11,3	0,4	33,9	0,63	0,58	
4	7,7	8,3	173	145	23,3	4,4	1,0	100	77,2	15,2	8,2	1,2	39,7	0,98	0,90	
5	7,6	8,3	186	154	26,0	4,7	1,1	100	57,7	14,4	11,5	0,9	38,8	1,05	0,62	
Hor. Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg*	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	9,7	311,6	30	56	0,2	145	67	29	nn	3,3	195	1,9	308	9,1	6,3	<1
2	46,2	516,5	171	85	0,8	285	41	63	0,75	1,4	55	1,3	88	10,8	6,3	<1
3	67,2	170,7	64	30	0,2	142	33	37	0,20	0,3	13	1,3	22	6,4	6,4	<1
4	89,7	245,6	180	287	0,5	322	39	32	0,70	2,4	58	1,3	76	8,0	6,3	<1
5	95,5	168,6	297	112	0,4	290	40	39	0,70	4,9	69	1,3	55	15,4	6,3	<1
									*μg/kg							

Tab. A 24: Standort **Bahn IV**

Profil-Nr.: 53

Aufnahmedatum: 30.3.2001

Nutzungstyp: Bahnfläche

Bodentyp: Schichttechnosol-Lockersyrosem

Lage	Stuttgart-Mitte
Top. Karte	7121 Stuttgart-NE, R: ³⁵ 14 425, H: ⁵⁴ 06 675
Relief/Inklination	Ebene
Exposition	-
Höhe	225 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	700 mm
Mittl. Jahrestemperatur	8,7°C
Nutzung/Vegetation	Stillgelegte Bahngleise, Ruderalvegetation
Versiegelung	< 15%
Anthrop. Einfluss	Aufschüttung
Ausgangssubstrate	technogene Substrate über Gehängeschutt km1

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
yAih	0-6	Ls4 (stark sandiger Lehm), Farbe 7,5YR 2/1, schwach carbonathaltig, stark steinhaltig, Koks, Asche (90% technogen), Einzelkorngefüge, sehr stark humos, Ld 1, sehr gering durchwurzelt, Horizontgrenze eben und diffus
II yjxC	6-21	SI3 (mittel lehmiger Sand), Farbe 10YR 2/3, carbonatreich, sehr stark steinhaltig, Bahnschotter überwiegend aus Muschelkalk, mit Asche, Einzelkorngefüge, stark humos, Ld 1, Horizontgrenze eben und diffus
III yjC	21-50	SI2 (schwach lehmiger Sand), Farbe 10YR 2/1, mittel carbonathaltig, sehr stark steinhaltig, große Aschestücke, technogenes Kiesmaterial, Einzelkorngefüge, sehr stark humos, Ld 2, Horizontgrenze eben und diffus
IV C	50-70	Lt2 (schwach toniger Lehm), Farbe 10Y 6/4, carbonatreich, sehr stark steinhaltig, natürliches Skelett aus Muschelkalk, Kohärentgefüge, mittel humos, Ld 2-3, Horizontgrenze wellig und deutlich
V ICv	70-120	Lts (sandig-toniger Lehm), Farbe 10YR 5/4, schwach carbonathaltig, mittel steinhaltig, natürliches Skelett, Polyeder-Kohärentgefüge, sehr schwach humos, Ld 3

Profil-Nr.: 53			Name: Bahn IV													
Bodentyp: Schichttechnosol-Lockersyrosem																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew.%									Bodenart	Skelett Gew.%			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	yAih	0-6	28,0	16,9	9,6	6,6	9,4	12,1	54,5	28,1	17,3	Ls4			44	
2	II jyxC	-21	27,6	27,6	16,5	8,1	5,8	5,4	71,7	19,3	9,0	SI3			70	
3	III yjC	-50	35,2	24,8	14,6	7,4	5,9	4,3	74,6	17,6	7,8	SI2			67	
4	IV C	-70	7,8	10,4	13,6	11,0	10,2	13,9	31,8	35,1	33,1	Lt2			59	
5	V IC	-120	8,2	10,1	14,5	10,4	9,2	9,3	32,8	28,9	38,3	Lts			22	
Hor. Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol.%				Organische Substanz %					LF μS/cm	CaCO ₃ %		
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _t	C _{org}	C _{tech}	N _t	C/N			OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	1,42	2947	2846	38,0	10,5	9,5	18,0	12,6	6,1	6,1	0,30	20,4	10,5	153	3,7	
2	-	-	-	-	-	-	-	14,9	4,4	8,5	0,25	17,5	7,6	133	16,4	
3	0,93	3985	3833	32,9	14,1	11,3	7,5	22,5	6,7	15,2	0,43	15,8	11,5	147	4,6	
4	-	-	-	-	-	-	-	4,6	1,7	0	0,06	27,1	2,9	125	3,5	
5	1,72	3520	2020	46,5	4,2	12,2	30,1	0,9	0,5	0	0,04	10,9	0,8	102	3,5	
Hor. Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Pot.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	7,1	8,0	146	130	11,9	2,9	0,4	100	77,2	12,8	9,6	1,96	60,0	1,02	2,00	
2	7,5	8,2	135	120	13,5	1,8	0,5	100	64,3	12,2	3,8	0,58	105,6	0,99	0,98	
3	7,4	8,1	175	154	17,9	1,7	0,6	100	30,2	5,9	4,1	0,81	66,1	1,22	0,67	
4	7,5	8,3	191	162	24,3	4,5	0,6	100	94,7	17,3	8,6	0,26	30,8	0,79	0,83	
5	7,5	8,4	268	224	34,0	6,3	0,4	96	14,5	17,7	13,3	0,27	35,4	0,62	1,23	
Hor. Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg*	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	83,5	859,1	145	128	1,02	241	64	70	0,36	1,9	75	<1	36	16	4,4	<1
2	23,3	124,7	256	150	0,86	291	84	50	0,20	1,4	36	<1	20	12	8,2	<1
3	52,5	69,1	322	222	0,81	425	81	43	0,28	17,0	72	<1	186	30	17,8	<1
4	21,5	119,3	55	44	0,13	96	38	38	0,28	nn	37	<1	2	6	12,2	<1
5	30,7	145,6	30	26	0,03	89	36	45	0,10	7,6	37	<1	33	13	16,9	<1
									* μg/kg							

Profil: Grenardierkaserne I

Nr.: 93

Aufnahmedatum: 14.9.2001

Nutzungstyp: Militärkaserne

Bodentyp: Mehrschichtallosol-Pararendzina

Lage	Stuttgart-Zuffenhausen (Rot)
Top. Karte	7121 Stuttgart-NE, R.: 35 14 075, H.: 54 10 050
Relief/Inklination	Verebnung, 1-2%
Exposition	N-NW
Höhe	ca. 300 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	700 mm
Mittl. Jahrestemperatur	8,7°C
Nutzung/Vegetation	Ruderalfläche, terrassiert
Versiegelung	< 15%
Anthrop. Einfluss	Aufschüttung
Ausgangssubstrate	Versch. Materialien (Lehme, Juraschotter, Neckarkiese)

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
yjAh	0-8	Ss (reiner Sand), Farbe 7,5YR 4/3, stark carbonathaltig, mittel steinhaltig, rote Ziegelbrocken, Einzelkorn-Krümelfüge, stark humos, stark durchwurzelt, Ld 1, deutlicher Horizontübergang
II yjxC	8-16	Lts (sandig-toniger Lehm), Farbe 10YR 6/4, sehr carbonatreich, sehr stark steinhaltig, Juraschotter, Kohärent-Subpolyedergefüge, mittel humos, mittel durchwurzelt, Ld 1, deutlich-welliger Horizontübergang
III jC1	16-40	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 7,5YR 4/4, carbonatreich, mittel steinhaltig, Subpolyeder-Polyedergefüge, mittel humos, gering durchwurzelt, Ld 3, diffus-welliger Horizontübergang
III jC2	40-53	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 7,5YR 4/6, mittel carbonathaltig, mittel steinhaltig, Subpolyeder-Polyedergefüge, gering durchwurzelt, deutlicher Horizontübergang
IV jC	53-65	SI4 (stark lehmiger Sand), Farbe 10YR 6/4, carbonatreich, stark steinhaltig (Neckarkies), Einzelkorngefüge, schwach humos, gering durchwurzelt, Ld 2, diffus-welliger Horizontüb.
V jC	65-120	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 7,5YR 4/3, schwach carbonathaltig, mittel steinhaltig, Bröckel-Kohärentgefüge, schwach humos, gering durchwurzelt, Ld 3, diffus-welliger Horizontüb.
VI jC	120-135	Tu2 (schwach-schluffiger Ton), Farbe 7,5YR 4/4, carbonatreich, schwach steinhaltig, Subpolyedergefüge, mittel humos, sehr gering durchwurzelt, Ld 3, diffus-welliger Horizontübergang
VII IC	135-160	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 5YR 3/6, carbonatreich, schwach steinhaltig, schwach humos, Ld 2, Kohärentgefüge,

Profil-Nr. 93			Name: Grenardierkaserne I													
Bodentyp: Mehrschicht-Alloisol-Pararendzina																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew. %									Bodenart	Skelett Gew. %			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	YjAh	0-8	25,2	53,2	10,2	3,1	1,8	1,8	88,6	6,7	4,7	Ss			25	
2	II yjxC	-16	17,1	25,2	107	8,5	7,4	5,9	53,0	21,8	25,2	Lts			74	
3	III jC1	-40	5,0	7,6	9,2	12,8	11,6	15,0	21,8	39,4	38,8	Lt3			22	
4	III jC2	-53	2,6	5,1	7,6	13,7	16,4	14,4	15,3	44,5	40,2	Lt3			20	
5	IV jC	-65	22,3	34,2	10,4	7,2	6,2	5,7	66,9	19,2	13,9	SI4			40	
6	V jC	-120	1,7	2,8	7,0	16,8	15,8	12,7	11,5	45,3	43,2	Lt3			30	
7	VI jC	-135	1,4	3,5	9,3	17,1	13,0	10,7	14,2	40,8	45,0	Tu2			10	
8	VII jC	-160	0,8	2,3	8,4	20,7	16,5	12,0	11,5	49,2	39,3	Lt3			13	
Hor. Nr.	dB g/cm ³	Kf (cm/d)		Porenvolumen Vol. %				Organische Substanz %					LF	CaCO ₃		
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _t	C _{org}	C _{tech}	N _t	C/N	OM	μS/cm	%	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	-	-	-	-	-	-	-	3,5	2,6	0	0,18	14,4	4,5	198	7,3	
2	-	-	-	-	-	-	-	7,0	1,2	0,8	0,28	4,3	2,1	159	42,3	
3	1,70	316	81	38,2	7,1	5,7	25,4	2,8	1,4	0	0,62	2,2	2,3	133	13,0	
4	1,57	202	13	44,8	9,4	8,2	27,2	1,4	1,2	0	1,10	1,1	2,0	89	6,9	
5	-	-	-	-	-	-	-	2,0	0,7	0	1,45	0,5	1,2	134	15,6	
6	1,66	213	26	45,8	6,7	7,4	31,7	1,0	1,1	0	1,79	0,6	2,0	118	2,3	
7	-	-	-	-	-	-	-	3,4	1,2	0	0,11	11,1	2,0	131	19,0	
8	1,51	1200	987	51,6	10,0	14,3	27,3	2,9	0,9	0	0,05	17,3	1,5	132	22,7	
Hor. Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Pot.	Ca	Mg	K	Na	%	Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	7,1	7,5	101	88	8,8	4,0	0,5	100	31	3,7	1,8	0,10	5,5	0,25	0,13	
2	7,3	7,9	140	129	6,6	4,9	0,8	100	222	11,6	3,4	0,33	11,3	0,25	0,13	
3	7,4	8,1	288	249	25,8	6,9	5,7	100	53	35,3	13,6	0,44	31,0	0,41	0,64	
4	7,5	8,4	281	236	28,6	4,2	12,7	100	22	29,0	14,4	0,62	36,2	0,33	1,01	
5	7,7	8,5	197	167	20,1	2,0	8,1	100	66	14,2	4,3	0,39	10,8	0,26	0,18	
6	7,4	8,3	291	248	28,5	4,0	9,6	100	13	22,0	9,5	0,35	33,1	0,26	1,00	
7	7,5	8,2	323	275	32,9	5,6	9,6	100	80	47,6	12,9	0,54	29,2	0,57	0,36	
8	7,5	8,3	372	316	39,3	6,5	9,9	100	69	68,6	19,5	0,75	37,6	0,65	0,52	
Hor. Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	51,3	165,4	20,2	8,3	0,13	73	10	15	0,03	8,7	85	<1,3	71,3	4,3	10,6	<0,06
2	39,1	133,9	50,9	17,9	0,46	122	28	29	0,07	1,3	151	<1,3	23,8	5,6	8,0	<0,06
3	47,6	144,2	49,0	29,1	0,21	167	35	46	0,12	1,3	67	<1,3	0	2,8	6,4	<0,06
4	19,6	53,5	29,7	17,7	<0,13	94	39	51	0,04	1,3	7	<1,3	0	2,8	6,4	<0,06
5	52,7	36,7	21,8	19,4	<0,13	68	15	20	0,01	1,3	18	<1,3	0	10,4	6,4	<0,06
6	17,3	51,3	26,8	16,8	<0,13	84	35	41	0,03	6,7	5	<1,3	12,5	6,4	6,7	<0,06
7	62,1	103,4	18,7	28,5	<0,13	107	35	43	0,06	1,3	31	<1,3	0	2,8	6,5	<0,06
8	18,1	134,3	10,5	13,2	<0,13	107	43	60	0,01	1,3	10	<1,3	0	2,8	6,5	<0,06

Profil: Grenardierkaserne II

Nr.: 94

Aufnahmedatum: 1.10.2001

Nutzungstyp: Militärkaserne

Bodentyp: Schichtphyrosol-Lockersyrosem

Lage	Stuttgart-Zuffenhausen (Rot)
Top. Karte	7121 Stuttgart-NE, R.: 35 14 050, H.: 54 10 050
Relief/Inklination	Verebnung, 1-2%
Exposition	N-NW
Höhe	ca. 300 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	700 mm
Mittl. Jahrestemperatur	8,7°C
Nutzung/Vegetation	Militärkaserne, sanierter Standort, Leitungsgraben
Versiegelung	< 15%
Anthrop. Einfluss	Aufschüttung
Ausgangssubstrate	verschied. natürliche Bodenmaterialien über Gipskeuper

Horizontbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Beschreibung
jC1	0-22	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 2,5YR 4/3 und 5Y 5/1, sehr carbonatreich, sehr stark steinig, Subpolyeder und Kohärentbrocken (Mischung verschiedener Materialien), sehr schwach humos, nicht durchwurzelt, Ld 1, welliger Horizontübergang
jC2	2-39	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 2,5Y 5/2, sehr carbonatreich, sehr stark steinig, Subpolyeder und lockeres Kohärentgefüge, sehr schwach humos, Ld 1, deutlicher Horizontübergang
II yC	39-45	Lts (sandig-toniger Lehm), Farbe 2,5Y 2/1.7, sehr carbonatreich, sehr stark steinig, Asphalt, mittel humos, Ld 1, diffuser Horizontübergang
III jxC	45-72	Tu2 (schwach schluffiger Ton), Farbe 5YR 3/6, sehr carbonatreich, Steine, subpolyedrisch, sehr schwach humos, Ld 2, diffuser Horizontübergang
IV jC	72-90	Lt3 (mittel toniger Lehm) Farbe 2,5Y 5/1, sehr carbonatreich, sehr stark steinhaltig, subpolyedrisch und verklebtes Kohärentgefüge, sehr schwach humos, Ld 1-2, diffuser Horizontübergang
V jC1	90-105	Tu2 (schwach schluffiger Ton), Farbe 2,5Y 5/2, sehr carbonatreich, sehr stark steinhaltig, subpolyedrisch und verklebtes Kohärentgefüge, sehr schwach humos, Ld 2-3, diffuser Horizontübergang
V jC2	105-123	Tu2 (schwach schluffiger Ton), Farbe 5YR 4/3, sehr carbonatreich, sehr stark steinhaltig, subpolyedrisch und verklebtes Kohärentgefüge, sehr schwach humos, Ld 3, diffuse Horiz.
V jC3	123-160	Tu2 (schwach schluffiger Ton), Farbe 2,5Y 4/2, sehr carbonatreich, sehr stark steinhaltig, subpolyedrisch und verklebtes Kohärentgefüge, sehr schwach humos, Ld 4

Profil-Nr.: 94			Name: Grenardierkaserne II													
Bodentyp: Schichtphyrosol-Lockersyrosen																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew. %									Bodenart	Skelett Gew. %			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	jC1	0-22	4,4	9,6	4,7	13,2	11,2	16,1	18,7	40,5	40,8	Lt3	70	0	70	
2	jC2	-39	4,1	8,0	5,5	9,9	11,9	17,0	17,6	38,8	43,6	Lt3	65	7	72	
3	II yC	-45	17,6	21,4	8,0	7,9	9,0	10,6	47,0	27,5	25,5	Lts	16	64	80	
4	III yxC	-72	3,4	3,4	4,8	14,5	12,2	16,1	11,6	42,8	45,6	Tu2	86	1	87	
5	IV jC	-90	8,4	15,3	5,8	8,8	9,2	15,2	29,5	33,2	37,3	Lt3	72	2	74	
6	V jC1	-105	3,5	7,1	4,3	8,6	11,2	13,3	14,9	33,1	52,0	Tu2	62	4	68	
7	V jC2	-123	2,9	6,8	3,3	14,8	10,7	15,4	13,0	40,9	46,1	Tu2	76	0	76	
8	V jC3	-160	5,6	10,3	3,5	9,2	11,6	17,0	19,4	37,8	42,8	Tu2	75	2	77	
Hor. Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol. %				Organische Substanz %					LF μS/cm	CaCO ₃ %		
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _t	C _{org}	C _{tech}	N _t	C/N			OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	-	-	-	-	-	-	-	5,2	0,37	0,44	0,03	11,6	0,6	162	36,7	
2	-	-	-	-	-	-	-	5,2	0,44	0	0,04	11,	0,8	240	35,7	
3	-	-	-	-	-	-	-	9,2	1,56	4,48	0,03	47,0	2,7	229	48,5	
4	-	-	-	-	-	-	-	3,5	0,52	0	0,03	17,9	0,9	282	27,4	
5	-	-	-	-	-	-	-	5,9	0,30	0,87	0,03	11,6	0,5	223	39,0	
6	-	-	-	-	-	-	-	4,7	0,59	0,23	0,04	16,3	1,0	217	32,0	
7	-	-	-	-	-	-	-	4,4	0,37	0,12	0,04	9,0	0,6	296	32,4	
8	-	-	-	-	-	-	-	5,1	0,44	0,08	0,03	14,3	0,8	266	37,8	
Hor. Nr.	pH-Wert		Pot.	KAK mmol/kg				BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O		Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	7,5	8,4	177	133	38,9	3,9	1,3	100	155	38,7	17,6	0,66	24,3	0,26	0,26	
2	7,6	8,3	165	125	34,6	3,5	1,8	100	138	41,4	17,7	0,66	24,9	0,36	0,33	
3	7,7	8,5	59	40	16,0	1,8	0,7	100	217	17,3	3,9	0,37	8,7	0,25	0,13	
4	7,6	8,2	265	207	51,9	3,8	2,1	100	122	57,7	17,2	0,59	32,1	0,44	0,41	
5	7,6	8,4	119	85	30,8	2,8	1,0	100	182	31,8	9,9	0,47	18,0	0,25	0,20	
6	7,7	8,4	200	159	35,8	3,6	1,7	100	164	36,5	9,2	0,36	21,2	0,31	0,36	
7	7,7	8,3	217	163	48,5	3,8	1,8	100	131	47,3	10,9	0,42	27,2	0,41	0,31	
8	7,7	8,3	149	106	37,7	3,5	1,7	100	158	42,4	17,0	0,71	25,3	0,38	0,33	
Hor. Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte μg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	10,2	77,7	12,7	15,8	0,22	73,5	36,0	50,9	<0,01	<1,3	2,5	<1,3	42,5	16,9	<6,4	<0,06
2	8,2	74,4	15,6	20,0	<0,13	83,1	35,0	51,7	0,02	<1,3	2,5	<1,3	6,3	13,0	6,6	<0,06
3	12,0	46,3	23,2	9,4	<0,13	48,1	19,5	20,8	0,02	<1,3	5,8	<1,3	nn	13,1	<6,4	<0,06
4	8,1	71,1	6,7	12,4	<0,13	81,8	39,2	52,1	0,01	<1,3	2,6	<1,3	nn	13,6	<6,4	<0,06
5	8,5	65,9	8,0	17,7	<0,13	52,8	28,9	35,8	0,02	<1,3	2,5	<1,3	nn	24,3	<6,4	<0,06
6	9,5	66,6	13,3	23,9	<0,13	58,8	29,7	31,9	0,03	<1,3	2,6	<1,3	3,9	7,0	<6,4	<0,06
7	7,8	84,0	7,1	10,7	<0,13	66,6	32,4	34,9	0,01	<1,3	2,6	<1,3	nn	14,1	<6,4	<0,06
8	8,4	83,4	9,1	15,8	<0,13	63,6	36,0	50,3	0,01	<1,3	3,4	<1,3	nn	38,4	<6,4	<0,06

Tab. A 27: Standort **Grenardierkaserne III**

Profil-Nr.: 95

Aufnahmedatum: 1.10.2001

Nutzungstyp: Militärkaserne

Bodentyp: Schichtallosol-Lockersyrosem über Gipskeuper

Lage	Stuttgart-Zuffenhausen (Rot)
Top. Karte	7121 Stuttgart-NE, R.: 35 14 075, H.: 54 09 025
Relief/Inklination	Ebene, terrassiert,
Exposition	N-NW
Höhe	ca. 300 m ü. NN
Mittl. Jahresniederschlag	700 mm
Mittl. Jahrestemperatur	8,7°C
Nutzung/Vegetation	Militärkaserne, sanierter Standort, Graben
Versiegelung	< 15%
Anthrop. Einfluss	Aufschüttung
Ausgangssubstrate	verschiedene Bodenmaterialien über Gipskeuper

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe (cm)	Horizontbeschreibung
jC	0-9	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 10YR 4/4, carbonatreich, mittel steinhaltig, Subpolyedergefüge, sehr schwach humos, Ld1, nicht durchwurzelt,
II jCc1	9-24	Lu (schluffiger Lehm), Farbe 5Y 5/2, carbonatreich, stark steinig, Subpolyedergefüge, schwach humos, Ld 3,
II jCc2	24-38	Lt3 (mittel toniger Lehm), Farbe 5YR 3/4, sehr carbonatreich, mittel steinhaltig, Subpolyeder-Kohärentgefüge, sehr schwach humos, Ld 3,
III jxCc	38-62	Lt2 (schwach toniger Lehm), Farbe 5Y 6/4 und 5Y 4/2, carbonatreich, sehr stark steinig, (gemischter Horizont), Subpolyeder-Kohärentgefüge, sehr schwach humos, Ld 3
IV C1	62-80	Tu3 (mittel schluffiger Ton), Farbe 2,5 YR 3/6, carbonatreich, mittel steinig, Kohärentgefüge, sehr schwach humos, Ld 3-4
IV C2	80-100	Tu 3 (mittel schluffiger Ton), Farbe 5Y 5/2, carbonatarm, sehr stark steinig, Kohärentgefüge, sehr schwach humos, Ld 3-4
IV C3	100-147	Tu3 (mittel schluffiger Ton), Farbe 5 YR 3/3, carbonatreich, mittel steinig, Kohärentgefüge, sehr schwach humos, Ld 3-4
IV C4	147-155	Tu3 (mittel schluffiger Ton), Farbe 5 YR 5/6, carbonatarm, schwach steinig, Kohärentgefüge, sehr schwach humos, Ld 3-4
IV C5	155-170	Tu3 (mittel schluffiger Ton), Farbe 2,5 Y 5/3, carbonatarm, schwach steinig, Kohärentgefüge, sehr schwach humos, Ld 3-4
IV C6	170-180	Tu2 (schwach schluffiger Ton), Farbe 5 YR 3/3, carbonatreich, sehr stark steinig, Kohärentgefüge, sehr schwach humos, Ld 3-4

Profil-Nr.: 95			Name: Grenardierkaserne III													
Bodentyp: Schichtallosol-Lockersyrosem über Gipskeuper																
Hor. Nr.	Hor-Bez.	Tiefe cm	Korngrößenverteilung Gew. %									Bodenart	Skelett Gew. %			
			gS	mS	fS	gU	mU	fU	S	U	T		nat.	tech.	Ges.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	jC	0-9	2,2	3,2	3,3	18,0	16,1	15,2	8,7	49,3	42,0	Lt3	23	0	23	
2	II jCc1	-24	2,3	4,3	4,5	23,5	20,3	15,5	11,1	59,3	29,6	Lu	52	0	52	
3	II jCc2	-38	3,6	8,1	2,8	19,7	15,2	13,8	14,5	48,7	36,8	Lt3	38	0	38	
4	III jxCc	-62	6,2	9,9	5,9	16,4	13,0	14,5	22,0	43,9	34,1	Lt2	58	12	70	
5	IV C1	-80	3,7	2,4	2,9	16,5	16,8	17,9	9,0	51,2	39,8	Tu3	27	0	27	
6	IV C2	-100	2,2	2,9	1,4	19,5	16,9	21,6	6,5	58,0	35,5	Tu3	61	0	61	
7	IV C3	-147	0,1	0,4	0,7	23,5	17,2	17,3	1,2	58,0	40,8	Tu3	20	0	20	
8	IV C4	-155	10,3	2,6	2,2	14,1	20,1	20,1	15,1	54,3	30,6	Tu3	4	0	4	
9	IV C5	-170	3,5	1,9	4,5	20,5	19,0	17,6	9,9	57,1	33,0	Tu3	13	0	13	
10	IV C6	-180	0,2	0,9	1,6	18,4	15,9	17,2	2,7	51,5	34,8	Tu2	64	0	64	
Hor. Nr.	dB g/cm ³	kf (cm/d)		Porenvolumen Vol. %				Organische Substanz %					LF µS/cm	CaCO ₃ %		
		Geom	Harm.	GPV	<1.8	1.8-4.2	>4.2	C _t	C _{org}	C _{tech}	N _t	C/N			OM	
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	-	-	-	-	-	-	-	2,3	0,57	0	0,03	19,1	1,0	160	17,1	
2	1,62	350	198	40,8	9,1	12,4	19,3	2,3	0,60	0	0,03	20,1	1,0	187	18,6	
3	-	-	-	-	-	-	-	2,8	0,53	0	0,03	16,6	0,9	204	25,6	
4	-	-	-	-	-	-	-	2,0	0,41	0	0,02	17,8	0,7	171	14,8	
5	1,74	43	10	42,9	5,1	11,7	26,1	2,7	0,38	0	0,03	13,8	0,7	147	21,1	
6	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,38	0	0,04	10,8	0,7	84	1,4	
7	-	-	-	-	-	-	-	1,8	0,27	0	0,03	8,8	0,5	101	16,4	
8	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,27	0	0,04	7,3	0,5	86	1,1	
9	1,69	6	6	44,4	14,8	7,1	22,5	0,2	0,33	0	0,03	9,8	0,6	96	2,1	
10	-	-	-	-	-	-	-	2,6	0,43	0	0,03	14,3	0,7	105	21,8	
Hor. Nr.	pH-Wert		KAK mmol/kg					BS %	Gesamtgehalte g/kg							
	CaCl ₂	H ₂ O	Pot.	Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	Fe	P	Mn	
1	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
1	7,5	8,2	309	234	66,7	5,6	2,7	100	67,0	62,0	21,8	0,67	36,8	0,57	0,41	
2	7,4	8,3	324	238	80,6	3,7	1,8	100	61,2	70,7	20,1	0,65	34,2	0,52	0,52	
3	7,4	8,3	296	229	51,9	14,5	0,7	100	73,8	68,6	15,1	0,38	32,7	0,67	0,49	
4	7,5	8,2	268	202	60,2	5,7	0,5	100	65,8	49,4	23,7	0,50	36,6	0,62	0,44	
5	7,5	8,4	294	228	60,3	4,5	1,0	100	62,9	54,6	18,0	0,48	32,3	0,54	0,31	
6	7,5	8,5	317	219	91,9	5,8	0,9	100	71,2	42,8	17,4	0,1	29,4	0,57	0,13	
7	7,5	8,6	321	226	88,8	5,2	1,3	100	55,8	54,5	20,8	0,40	43,7	0,47	0,29	
8	7,5	8,6	290	217	68,9	3,8	1,1	100	8,7	44,5	15,9	0,35	34,8	0,62	0,13	
9	7,5	8,5	321	231	83,5	5,2	1,6	100	14,3	49,1	18,2	0,37	34,5	0,78	0,13	
10	7,5	8,4	336	237	92,0	5,3	1,6	100	72,4	63,2	22,3	0,57	43,6	0,76	0,39	
Hor. Nr.	Nährstoffe mg/kg		Schwermetallgesamtgehalte mg/kg							mobile Schwermetallgehalte µg/kg						
	P(CAL)	K(CAL)	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg	Pb	Cu	Cd	Zn	Ni	Cr	Hg
1	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1	23,6	120,5	18,7	16,3	<0,13	81,4	43,6	66,5	0,03	<1,3	2,5	<1,3	nn	<2,8	<6,5	<0,06
2	23,4	71,2	19,6	20,5	<0,13	73,9	42,1	64,9	0,02	7,2	<2,6	<1,3	7,5	<2,8	<6,5	<0,06
3	62,6	449,7	10,5	9,8	<0,13	73,1	39,8	50,0	<0,01	<1,3	<2,6	<1,3	nn	4,0	<6,5	<0,06
4	10,8	111,0	11,5	23,2	<0,13	83,4	47,4	66,8	<0,01	1,9	12,8	<1,3	2,5	3,7	9,3	<0,06
5	18,3	85,3	9,6	3,3	<0,13	76,5	38,3	55,3	0,02	<1,3	10,3	<1,3	<1,3	<2,8	<6,5	<0,06
6	10,6	103,9	14,3	164	<0,13	73,7	45,3	68,5	0,01	<1,3	<2,6	<1,3	33,8	<2,8	<6,5	<0,06
7	14,7	80,1	8,2	5,5	<0,13	77,2	47,0	60,5	0,01	92,3	<2,6	3,6	33,8	<2,8	<6,5	<0,06
8	7,3	81,4	6,4	2,7	<0,13	77,1	41,8	59,2	0,01	9,7	<2,6	<1,3	116	<2,8	<6,5	<0,06
9	10,0	93,7	5,2	5,6	<0,13	80,1	45,0	65,2	0,01	<1,3	<2,6	<1,3	2,5	nn	<6,5	<0,06
10	17,0	92,6	9,0	3,8	<0,13	84,6	49,4	67,4	<0,01	<1,3	10,4	<1,3	10,0	34,3	<6,5	<0,06

Tab. A 28: Schätzung der Humusgehalte und der Kationenaustauschkapazität

Profil Tiefe (cm)	Textur nach KA4	Farbe	Skt. %	dB g/cm ³	Humusgehalt (Gew.%)				KAKpot cmol/kg				
					Mess. *	KA4 **	Bewertung * **		Mess. *	KA4 **	Bewertung * **		
Wald - Mäulesmühle													
0-7	Sl2	7,5YR 2/2	6	-	5,9	>4	5,0	5,0	15,4	19,0	4,0	4,0	
7-24	Sl3	10YR 6/6	17	1,11	1,4	0,8-1,2	3,0	3,0	7,1	9,0	2,0	3,0	
24-48	Sl3	10YR 5/4	22	1,59	-	-	-	-	5,3	6,0	2,0	2,0	
48-75	Ls3	5YR 6/3	13	1,66	-	-	-	-	10,8	12,0	3,0	4,0	
Acker - Eichberg													
0-15	Sl3	10YR 3/3	5	1,42	2,8	2-4	4,0	4,0	-	-	-	-	
15-35	Sl3	10YR 4/3	5	1,58	2,0	0,6-1,0	4,0	3,0	-	-	-	-	
35-51	Sl3	10YR 5/4	5	-	1,0	<0,9	2,0	2,0	-	-	-	-	
51-65	Sl4	10YR 5/6	5	1,61	0,6	<0,9	2,0	2,0	-	-	-	-	
65-90	Ls3	10YR 5/6	5	1,64	0,5	<0,9	2,0	2,0	-	-	-	-	
Acker - Fasanenhof													
0-10	Lu	10YR 4/4	2	1,27	5,5	3,0-5,5	5,0	5,0	-	-	-	-	
10-23	Ut4	5YR 5/4	2	1,35	3,2	0,8-1,1	4,0	3,0	-	-	-	-	
23-45	Ut4	10YR 5/4	<2	1,41	2,4	0,8-1,1	4,0	3,0	-	-	-	-	
45-95	Tu3	10YR 5/6	<2	1,43	1,0	0,8-1,1	3,0	3,0	-	-	-	-	
Acker - Kessel													
0-19	Lu	10YR 6/6	<1	1,51	2,6	1,5-3,0	4,0	4,0	-	-	-	-	
19-42	Tu4	10YR 6/6	5	1,62	0,5	<0,3	2,0	2,0	-	-	-	-	
42-75	Sl4	7,5YR 5/4	<1	1,72	0,9	<0,3	2,0	2,0	-	-	-	-	
75-95	Sl4	5YR 5/6	20	1,61	0,3	<0,3	2,0	2,0	-	-	-	-	
Weinberg - Römisches Kastell													
0-5	Lt3	7,5YR 3/3	2	1,45	6,7	3,0-5,0	5,0	5,0	35,8	37,0	6,0	6,0	
5-20	Lt3	5YR 3/3	28	1,57	2,3	3,0-5,0	4,0	5,0	25,0	29,0	5,0	5,0	
20-60	Lt3	10YR 6/4/3	54	1,52	1,3	3,0-5,0	3,0	5,0	20,2	25,0	5,0	5,0	
60-80	Lt3	7,5YR 4/4	52	1,51	1,3	0,9-1,5	3,0	3,0	24,1	25,0	5,0	5,0	
80-100	Lt3	7,5YR 4/4	15	1,57	1,9	0,9-1,5	3,0	3,0	24,6	25,0	5,0	5,0	
Park-/Grünfläche - Kinderheim													
0-8	Lt3	7,5YR 4/3	2	1,74	1,9	0,9-1,5	3,0	3,0	31,7	25,0	6,0	5,0	
8-25	Lt2	7,5YR 4/3	4	1,71	0,9	0,9-1,5	2,0	3,0	30,4	17,0	6,0	4,0	
25-52	Lt3	7,5YR 3/2	1	1,60	1,0	3,0-5,0	3,0	4,0	31,3	25,0	6,0	5,0	
52-76	Tu2	7,5YR 3/4	0	1,64	1,2	3,0-5,0	3,0	4,0	45,9	32,0	6,0	6,0	
76-100	Lt3	5YR 4/3	0	1,74	0,7	0,9-1,5	2,0	3,0	29,4	22,0	5,0	5,0	
100-144	Lt3	5YR 4/3	<1	1,70	0,3	0,9-1,5	2,0	3,0	26,6	22,0	5,0	5,0	
Park-/Grünfläche - Klingenbachpark													
0-5	Ls2	7,5YR 3/2	1	-	5,3	2,0-4,0	5,0	4,0	396,0	27,0	6,0	5,0	
5-25	Lt2	7,5YR 4/3	17	1,32	4,0	0,9-1,5	4,0	3,0	317,0	32,0	6,0	6,0	
25-80	Su3	7,5YR 4/4	36	0,70	5,2	1,1-1,5	5,0	3,0	232,0	19,0	5,0	4,0	
80-160	Sl3	7,5YR 4/3	23	0,71	5,7	0,6-1,0	5,0	2,0	214,0	21,0	5,0	5,0	
Park-/Grünfläche - Schwefelbrunnen													
0-18	Lts	7,5YR 2/3	14	1,06	7,1	>5	5,0	5,0	39,1	34,0	6,0	65,0	
18-40	Lt3	7,5YR 4/3	7	1,30	2,2	0,9-1,5	4,0	3,0	28,1	29,0	5,0	5,0	
40-71	Lt2	10YR 4/2u.5/4	11	1,59	2,0	0,9-1,5	4,0	3,0	25,3	21,0	5,0	5,0	
71-95	Lt2	7,5YR 4/3	6	1,48	1,5	0,9-1,5	3,0	3,0	23,3	20,0	5,0	5,0	
95-120	Tu3	7,5YR 5/5	8	1,42	0,7	0,8-1,1	2,0	2,0	26,1	21,0	5,0	5,0	
120-150	Lt3	7,5YR 4/6	3	1,52	1,0	0,8-1,1	3,0	3,0	26,2	25,0	5,0	5,0	
Kleingarten - Pfarreigarten													
0-6	Lt3	10YR 3/2	<1	-	6,4	3,0-5,0	5,0	5,0	39,5	37,0	6,0	6,0	
6-16	Lt3	7,5YR 4/2	<1	1,43	4,8	0,9-1,5	5,0	3,0	34,5	37,0	6,0	6,0	
16-50(1)	Lt3	7,5YR 5/3	<1	1,47	1,4	0,3-0,6	3,0	2,0	30,5	25,0	6,0	5,0	
16-50(2)	Lt3	7,5YR 5/3	5	-	0,5	0,3-0,6	2,0	2,0	29,0	22,0	5,0	5,0	
50-110	Lu	7,5YR 5/4	5	1,58	0,5	0,8-1,1	2,0	3,0	21,9	15,0	5,0	4,0	
Kleingarten - Kleingarten													
0-25	Lt2	10YR 2/3	67	-	13,8	>5	6,0	6,0	50,3	42,0	6,0	6,0	
25-60	Ls3	7,5YR 3/2	57	-	7,9	2,0-4,0	5,0	4,0	35,6	27,0	6,0	5,0	
60-90	Ls2	7,5YR 4/2	21	1,33	1,9	0,6-1,0	3,0	2,0	25,4	16,0	5,0	4,0	
90-110	Ls3	7,5YR 4/3	34	1,29	4,0	0,6-1,0	4,0	2,0	21,0	19,0	5,0	4,0	
110-120	Ls2	7,5YR 4/4	29	1,42	2,7	1,1-1,5	4,0	3,0	18,8	20,0	4,0	5,0	
120-155	Ls2	7,5YR 4/4	38	1,56	0,8	1,1-1,5	2,0	3,0	18,0	13,0	4,0	4,0	

Tab. A 28: Schätzung der Humusgehalte und der Kationenaustauschkapazität

Profil	Textur nach KA4	Farbe	Skt. %	dB g/cm ³	Humusgehalt (Gew.%)				KAKpot (cmol/kg)			
					Mess. *	KA4 **	Bewertung * **		Mess. *	KA4 **	Bewertung * **	
Einzelhaus - Pfaffenweg												
5-0	Ls4	2,5YR 2/1	14	-	16,5	>4	6,0	>5	73,8	62,0	6,0	6,0
0-10	Ls3	2,5YR 2/3	15	-	4,2	>4	5,0	5,0	27,1	27,0	5,0	5,0
10-65	Lt3	2,5YR 4/4	12	1,50	0,2	1,4-1,9	2,0	3,0	24,9	22,0	5,0	5,0
65-100	Lt2	2,5YR 4/3	11	1,50	0,3	0,9-1,5	2,0	3,0	23,2	17,0	5,0	4,0
Einzelhaus - Zuckerfabrik IIa												
0-25	Lu	10YR 3/3	3	1,16	6,3	3,0-5,0	5,0	4,0	26,0	30,0	5,0	6,0
25-48	Lu	10YR 4/6	6	1,21	0,8	1,4-1,9	2,0	3,0	19,9	15,0	4,0	4,0
48-75	Ut4	10YR 5/6	2	1,30	0,2	0,8-1,1	2,0	3,0	19,7	13,0	4,0	4,0
75-117	Tu4	10YR 4/6	12	1,52	1,4	1,4-1,9	3,0	3,0	24,5	21,0	5,0	5,0
117-147	Tu4	10YR 6/6	1	1,26	0,7	<0,3	2,0	2,0	20,3	18,0	5,0	4,0
147-177	Ut4	10YR 6/6	4	1,34	0,3	<0,3	2,0	2,0	14,2	14,0	4,0	4,0
Einzelhaus - Zuckerfabrik IIb												
0-14	Lu	10YR 3/4	8	1,20	7,9	3,5-5,5	5,0	5,0	29,3	30,0	5,0	6,0
14-39	Lu	10YR 5/6	9	1,20	3,7	0,8-1,1	4,0	3,0	23,8	22,0	5,0	5,0
39-65	Lu	10YR 5/6	5	1,30	1,5	0,8-1,1	3,0	3,0	18,4	18,0	4,0	4,0
65-90	Ut4	10YR 5/6	4	1,34	0,6	0,8-1,1	2,0	3,0	16,9	14,0	4,0	4,0
90-106	Tu4	7,5YR 4/4	4	1,45	0,9	1,4-1,9	2,0	3,0	20,9	18,0	5,0	4,0
106-138	Tu4	7,5YR 4/4	0	1,36	1,1	1,4-1,9	3,0	3,0	24,3	21,0	5,0	5,0
138-155	Tu4	7,5YR 5/6	0,5	1,27	0,4	0,8-1,1	2,0	3,0	21,3	18,0	5,0	4,0
Blockbebauung - Hospitalhof												
0-6	Lt2	5YR 4/2	8	1,47	4,9	0,9-1,5	5,0	3,0	31,8	32,0	6,0	6,0
6-25	Lt3	5YR 3/3	10	1,56	1,7	3,0-5,0	3,0	4,0	26,8	25,0	5,0	5,0
25-43	Lt3	10YR 5/3	15	1,66	1,8	0,3-0,6	3,0	2,0	25,8	25,0	5,0	5,0
43-80	Tu3	7,5YR 5/4	3	1,71	0,3	0,8-1,1	2,0	2,0	20,5	21,0	5,0	5,0
Blockbebauung - Allianz												
0-9	Lt2	5YR 4/2	24	1,29	6,0	0,9-1,5	5,0	2,0	30,2	32,0	6,0	6,0
9-40	Tu3	5YR 5/4	6	1,46	2,4	0,8-1,1	4,0	2,0	30,4	28,0	6,0	5,0
40-60	Lt3	2,5Y 5/2	29	1,48	0,9	0,3-0,6	2,0	2,0	26,8	22,0	5,0	5,0
60-100	Tu2	2,5Y 6/2	56	1,64	0,5	<0,3	2,0	2,0	27,8	29,0	5,0	5,0
Blockbebauung - Diakonissenkrankenhaus												
0-6	Lt3	5YR 2/3	18	1,49	3,1	>5	4,0	5,0	27,0	28,0	5,0	5,0
6-25	Lt3	5YR 3/6	20	1,55	2,5	3,5-5,5	4,0	5,0	24,9	28,0	5,0	5,0
25-31	Lt2	5YR 4/3	56	-	2,1	0,9-1,5	4,0	3,0	18,4	24,0	4,0	5,0
31-40	Ls3	5YR 1,7/1	59	-	10,8	>4	6,0	5,0	15,1	37,0	4,0	6,0
40-52	Ls4	7,5YR 4/3	72	-	1,2	0,6-1,0	3,0	2,0	27,4	15,0	5,0	4,0
52-70	Tu2	10YR 5/4	<1	1,66	0,3	0,8-1,1	2,0	2,0	27,2	29,0	5,0	5,0
Blockbebauung - Bergstraße												
0-6	Ls2	7,5YR 4/2	8	-	5,2	0,6-1,0	5,0	2,0	29,3	28,0	5,0	5,0
6-20	Ls2	7,5YR 4/3	24	1,20	3,8	0,6-1,0	4,0	2,0	26,8	20,0	5,0	5,0
20-35	Ss	10YR 5/3	68	-	0,5	<0,3	2,0	2,0	4,2	2,0	3,0	1,0
35-75(1)	Ls4	5YR 3/4	11	1,85	0,7	2,5-4,5	2,0	4,0	29,1	12,0	5,0	4,0
35-75(2)	Ls4	5YR 4/3	30	1,41	1,2	0,6-1,0	3,0	2,0	26,5	15,0	5,0	4,0
155-170	Ls3	7,5YR 4/3	33	1,30	5,2	0,6-1,0	5,0	2,0	30,5	27,0	6,0	5,0
170-190	Sl4	7,5YR 3/3	50	0,95	11,2	2,0-4,0	6,0	4,0	64,0	34,0	6,0	6,0
Dorfkern - Stadtgraben												
0-10	Tu3	7,5YR 4/3	2	-	3,3	0,9-1,5	4,0	3,0	24,2	30,0	5,0	6,0
10-33	Tu3	10YR 5/6	2	1,54	1,2	0,8-1,1	3,0	2,0	20,8	24,0	5,0	5,0
33-40	Sl4	10YR 5/4	64	-	0,8	0,8-1,1	2,0	2,0	8,4	9,0	3,0	3,0
40-50	Tu3	10YR 5/8	2	1,76	0,8	1,3-1,6	2,0	3,0	15,1	21,0	4,0	5,0
50-53	Lt2	10YR 5/3	66	-	3,2	0,3-0,6	4,0	2,0	11,7	24,0	3,0	5,0
54-64	Sl4	10YR 5/4	74	-	2,0	0,8-1,1	4,0	2,0	13,4	12,0	4,0	4,0
64-75	Lt2	7,5YR 3/3	4	-	1,2	1,4-1,9	3,0	3,0	16,5	20,0	4,0	5,0
75-84	Tu2	10YR 3/3	5	1,42	1,8	3,0-5,0	3,0	4,0	20,2	32,0	5,0	6,0
84-109	Tu2	10YR 4/3	7	1,39	1,7	0,9-1,5	3,0	3,0	20,1	32,0	5,0	6,0

Anhang

Tab. A 28: Schätzung der Humusgehalte und der Kationenaustauschkapazität

Profil Tiefe (cm)	Textur nach KA4	Farbe	Skt. %	dB g/cm3	Humusgehalt (Gew.%)				KAKpot (cmol/kg)				
					Mess. *	KA4 **	Bewertung * **		Mess. *	KA4 **	Bewertung * **		
Straßenfläche - Zuckerfabrik I													
16-34	Sl3	2,5Y 4/2	84	-	0,6	0,6-1,0	2,0	2,0	2,3	6,0	1,0	2,0	
34-55	Sl3	2,5Y 4/2	73	-	0,0	0,6-1,0	1,0	2,0	6,5	6,0	2,0	2,0	
55-78	Tu2	2,5Y 4/6	33	-	0,4	1,4-1,9	2,0	3,0	14,8	29,0	4,0	5,0	
78-90	Ls3	10YR 3/4	82	-	7,8	2,0-4,5	6,0	5,0	14,7	27,0	4,0	5,0	
90-110	Tu3	7,5YR 3/4	<1	-	1,0	3,0-5,5	3,0	5,0	25,5	24,0	5,0	5,0	
Straßenfläche - Roto Frank													
0-30	Lt3		75	-	2,2				9,0	29,0	3,0	5,0	
30-50	Lt3		75	-	2,2				18,7	29,0	4,0	5,0	
50-85	Lu	7,5YR 4/6	18	-	2,5	1,4-1,9	4,0	3,0	31,6	22,0	6,0	5,0	
85-120	Tu3	7,5YR 4/6	6	1,35	2,0	1,4-1,9	4,0	3,0	33,9	29,0	6,0	5,0	
120-150	Tu3	10YR 5/8 u.4/1	6	1,35	0,8	0,3-0,6	2,0	2,0	36,4	21,0	6,0	5,0	
Bahnfläche - Bahn I													
0-5	Sl2	10YR1,7/1	45	-	1,8	>4	3,0	5,0	16,0	7,0	4,0	2,0	
5-30	Sl3	10YR1,7/1	46	-	5,7	>4	5,0	5,0	17,1	21,0	4,0	5,0	
30-43	Lts	2,5Y 5/3	0	1,52	1,9	0,3-0,6	3,0	2,0	26,2	22,0	5,0	5,0	
Bahnfläche - Bahn II													
0-3	Sl3	7,5YR 1,7/1	30	-	11,7	>6	6,0	>5	15,6	31,0	4,0	6,0	
3-8	Tu2	2,5Y 4/2	7	-	8,6	0,9-1,4	6,0	3,0	17,0	54,0	4,0	6,0	
8-10	Sl2	5YR 4/4	0	-	4,1	1,1-1,4	5,0	3,0	18,5	19,0	4,0	4,0	
10-39	Sl2	10YR 1,7/1	55	-	9,3	>6	6,0	6,0	17,1	29,0	4,0	5,0	
39-62	Lt3	5YR 4/8	5	1,58	0,7	1,9-2,5	2,0	4,0	26,1	22,0	5,0	5,0	
62-90	Lts	5YR 4/8	45	-	0,2	1,9-2,5	2,0	4,0	19,6	19,0	4,0	4,0	
Bahnfläche - Bahn III													
0-8	Su2	2,5YR 3/3	30	-	1,2	1,5-3,0	3,0	4,0	2,9	5,0	1,0	2,0	
8-25	Ls3	10YR 1,7/1	64	-	9,9	>4	6,0	>5	15,9	37,0	4,0	6,0	
25-50(1)	Lt3	5YR 4/4	47	-	2,2	1,4-2,0	4,0	3,0	25,8	29,0	5,0	5,0	
25-50(2)	Ls3	10YR 3/1	75	-	5,0	2,0-4,0	5,0	4,0	17,3	27,0	4,0	5,0	
50-78	Ls4	10YR 2/1	76	-	7,6	>4	5,0	5,0	18,6	27,0	4,0	5,0	
Bahnfläche - Bahn IV													
0-6	Ls4	7,5YR 2/1	44	1,42	10,5	>4	6,0	>5	14,6	37,0	4,0	6,0	
6-21	Sl3	10YR 2/3	70	-	7,6	>4	5,0	>5	13,5	21,0	4,0	5,0	
21-50	Sl2	10YR 2/1	67	0,93	11,5	>4	6,0	>5	17,5	29,0	4,0	5,0	
50-70	Lt2	10YR 6/4	59	-	2,9	<0,3	4,0	2,0	19,1	24,0	4,0	5,0	
70-120	Lts	10YR 5/4	22	1,72	0,8	0,8-1,1	2,0	2,0	26,8	19,0	5,0	4,0	
Militärkaserne - Grenardierkaserne I													
0-8	Ss	7,5YR 4/3	22	-	4,5	0,6-0,9	5,0	2,0	10,1	17,0	3,0	4,0	
8-16	Lts	10YR 6/4	74	-	2,1	<0,3	4,0	2,0	14,0	26,0	4,0	5,0	
16-40	Lt3	7,5YR 4/4	22	1,70	2,3	1,4-2,0	4,0	3,0	28,8	29,0	5,0	5,0	
40-53	Lt3	7,5YR 4/6	20	1,57	2,0	1,4-2,0	4,0	3,0	28,1	29,0	5,0	5,0	
53-65	Sl4	10YR 6/4	40	-	1,2	<0,9	3,0	2,0	19,7	12,0	4,0	4,0	
65-120	Lt3	7,5YR 4/3	30	1,66	2,0	0,9-1,5	4,0	3,0	29,1	29,0	5,0	5,0	
120-135	Tu2	7,5YR 4/4	10	-	2,0	1,4-2,0	4,0	3,0	32,3	32,0	6,0	6,0	
Militärkaserne - Grenardierkaserne II													
0-22	Lt3	2,5YR 4/3	70	-	0,6	0,9-1,5	2,0	3,0	17,7	22,0	4,0	5,0	
22-39	Lt3	2,5Y 5/2	72	-	0,8	0,3-0,6	2,0	2,0	16,5	22,0	4,0	5,0	
39-45	Lts	2,5Y 2/1,7	80	-	2,7	>5	4,0	5,0	5,9	19,0	2,0	4,0	
45-72	Tu2	5YR 3/6	87	-	0,9	3,0-5,5	2,0	4,0	26,5	29,0	5,0	5,0	
72-90	Lt3	2,5Y 5/1	74	-	0,5	0,3-0,6	2,0	2,0	11,9	22,0	3,0	5,0	
90-105	Tu2	2,5Y 5/2	68	-	1,0	0,3-0,6	3,0	2,0	20,0	29,0	5,0	5,0	
105-123	Tu2	5YR 4/3	76	-	0,6	0,9-1,5	2,0	3,0	21,7	29,0	5,0	5,0	
Militärkaserne - Grenardierkaserne III													
0-9	Lt3	10YR 4/4	23	-	1,0	1,4-2,0	3,0	3,0	30,9	25,0	6,0	5,0	
9-24	Lu	5Y 5/2	52	1,62	1,0	0,3-0,6	3,0	2,0	32,4	18,0	6,0	4,0	
24-38	Lt3	5YR 3/4	38	-	0,9	3,0-5,5	2,0	5,0	29,6	22,0	5,0	5,0	
38-62	Lt2	5Y 6/4 u. 4/2	70	-	0,7	0,5	2,0	2,0	26,8	17,0	5,0	4,0	
62-80	Tu3	2,5YR 3/6	27	1,74	0,7	3,0-5,5	2,0	5,0	29,4	21,0	5,0	5,0	
80-100	Tu3	5Y 5/2	61	-	0,7	0,3-0,6	2,0	2,0	31,7	21,0	6,0	5,0	
100-147	Tu3	5YR 3/3	20	-	0,5	3,0-5,0	2,0	4,0	32,1	21,0	6,0	5,0	
147-155	Tu3	5YR 5/6	4	-	0,5	0,8-1,1	2,0	2,0	29,0	21,0	5,0	5,0	

Tab. A 28: Schätzung der Humusgehalte und der Kationenaustauschkapazität

Profil Tiefe (cm)	Textur nach KA4	Farbe	Skt. %	Humusgehalt (Gew.%)				KAKpot (cmol/kg)				
				Messw. *	KA4 **	Bewertung * **		Messw. *	KA4 **	Bewertung * **		
Wald - Lemberg												
0-5	Ltu	10YR 3/1	0	9,5	3,0-5,0	6	5	37,8	46,0	6	6	
5-24	Ltu	10YR 5/4	0	2,9	0,9-1,1	4	3	27,4	30,0	5	5	
24-52	T	7,5YR 4/2	20	1,4	0,9-1,5	3	3	41,9	42,0	6	6	
52-85	Lt2	2,5Y 6/2	40	0	<0,3	1	1	15,7	17,0	4	4	
Wald - Kräherwald												
0-13	Lts	5YR 3/1	13	7,0	3,0-5,0	5	4	24,9	34,0	5	6	
13-30	Lts	7,5YR 4/2	15	5,0	0,9-1,5	5	3	19,9	34,0	4	6	
30-46	Ls3	7,YR 4/3	18	1,9	0,6-1,0	3	2	13,6	15,0	4	4	
46-66	Ls4	10YR 6/2	31	0,9	<0,4	2	2	14,1	12,0	4	4	
Weinberg - Wolfersberg												
0-8	Lt2	10YR 3/3	13	10,1	3,0-5,0	6	5	13,9	42,0	4	6	
8-20	Ltu	10YR 3/4	20	4,5	3,5-5,5	5	5	8,3	36,0	3	6	
20-40	Lt3	7,5YR 4/3	35	1,4	0,9-1,5	3	3	7,7	25,0	2	5	
40-55	Lt3	5YR 5/4	0	1,0	0,8-1,1	3	3	9,3	25,0	3	5	
55-85	Lt2	10YR 3/3.5	35	4,0	3,5-5,5	5	5	6,8	32,0	2	6	
Park-/Grünfläche - Rosensteinpark												
0-15	Lt3	10YR 4/3	15	6,9	0,9-1,5	5	3	11,7	37,0	3	6	
15-30	Lt3	10YR 3/3	15	4,3	3,0-5,0	5	5	9,1	37,0	3	6	
30-50	Lt3	7,5YR 4/4	10	2,6	1,4-2,0	4	3	9,7	29,0	3	5	
50-80	Lt3	7,5YR 4/4	10	0,3	1,4-2,0	2	3	10,5	22,0	3	5	
Park-/Grünfläche - Lehenpark												
0-13	Ls4	7,5YR 2/3	13	10,3	>4	6	5	19,5	37,0	4	6	
13-45	Lts	5YR 3/6 u. 4/3	45	6,7	3,5-5,5	5	5	15,2	34,0	4	6	
45-70	Sl4	7,5YR 3/2	23	12,7	2,0-4,0	6	4	15,5	34,0	4	6	
70-100	Sl4	7,5YR 3/2	23	12,7	2,0-4,0	6	4	15,5	34,0	4	6	
Friedhof - Pragfriedhof												
0-20	Lt3	7,5YR 3/2	10	5,3	3,0-5,0	5	5	17,0	37,0	4	6	
20-40	Lt3	7,5YR 4/3	15	2,2	0,9-1,5	4	3	17,2	29,0	4	5	
40-70	Lt3	5Y 5/3	15	0,5	0,3-0,6	2	2	24,9	22,0	5	5	
70-110	Tl	2,5Y 4/2	15	1,0	0,9-1,5	3	3	33,2	32,0	6	6	
110-155	Tl	2,5Y 4/2	15	1,4	0,9-1,5	3	3	26,8	32,0	5	6	
155-195	Tl	2,5Y 4/2	15	0,9	0,9-1,5	2	3	28,1	29,0	5	5	
195-220	Tl	2,5Y 4/2	15	1,2	0,9-1,5	3	3	28,1	32,0	5	6	
220-240	Tl	2,5Y 4/2	15	1,0	0,9-1,5	3	3	26,5	32,0	5	6	
Einzelhaus - Herdweg												
0-10	Lts	10YR 3/2	4	3,8	3,0-5,0	4	4	58,4	26,0	6	5	
10-30	Lt2	10YR 5/3	12	1,2	0,3-0,6	3	2	31,3	20,0	6	5	
30-55	Lt2	5YR 4/4	10	0,3	1,4-2,0	2	3	33,7	17,0	6	4	
>55	Sl4	2,5YR 5/3	80	0,3	<0,4	2	2	17,1	9,0	4	3	
Einzelhaus - Altenberg												
0-10	Ls3	5YR 3/3	13	3,1	2,0-4,0	4	4	33,2	19,0	6	4	
10-27	Ls3	5YR 3/3	13	2,8	2,0-4,0	4	4	28,6	19,0	5	4	
27-65	Lts	5YR 3/4	18	0,9	3,5-5,5	2	4	28,1	19,0	5	4	
65-100	Ls3	5YR 3/4	13	0,7	3,5-5,5	2	4	22,1	12,0	5	4	
Einzelhaus - Doggenburg												
0-5	Lts	5YR 3/3	10	3,6	3,0-5,0	4	4	40,4	26,0	6	5	
5-40	Lts	5YR 3/4	10	1,5	3,5-5,5	3	4	38,1	22,0	6	5	
40-68	Lts	5YR 3/6	8	0,3	4,0-6,0	2	5	31,3	19,0	6	4	
68-100	Lts	5YR 3/6	10	0,3	4,0-6,0	2	5	26,5	19,0	5	4	
Einzelhaus - Karlshöhe												
0-10	Ls2	10YR 3/3	13	5,3	2,0-4,0	5	4	34,6	28,0	6	5	
10-30	Ls2	10YR 3/2	20	2,9	2,0-4,0	4	4	24,2	20,0	5	5	
30-54	Ls2	2,5YR 4/3	20	1,2	0,6-1,0	3	3	23,2	16,0	5	4	
54-70	Ls3	2,5YR 4/3	50	1,0	0,6-1,0	3	3	17,5	16,0	4	4	
>70	Sl3	2,5YR 4/3	80	0,3	0,6-1,0	2	3	38,0	6,0	6	2	

Tab. A 28: Schätzung der Humusgehalte und der Kationenaustauschkapazität

Profil Tiefe (cm)	Textur nach KA4	Bodenfarbe	Skt. %	Humusgehalt (Gew.%)				KAKpot (cmol/kg)			
				KA4	Bewertung ** ***		KA4	Bewertung			
Blockbebauung - Liederhalle											
0-8	Lt2	10YR 2/3	3	6,4	>5	5	5	13,3	32,0	4	6
8-(20)40	Lt2	10YR 4/6	3	0,9	1,4-2,0	2	3	6,9	17,0	2	4
40-50	Lt3	10YR 3/3	8	2,9	3,0-5,0	4	4	8,0	29,0	3	5
50-100	Lts	7,5YR 4/3	35	2,4	0,9-1,5	4	3	7,4	26,0	2	5
>130	Tl	5YR 3/4	3	0,7	3,5-5,5	2	5	13,2	39,0	4	6
Blockbebauung - Feuersee											
0-9	Ls4	10YR 3/3	5	8,6	2,0-4,0	6	4	20,3	37,0	5	6
11-35	Sl4	10YR 5/6	53	1,0	<0,9	3	2	7,7	12,0	2	3
35-56	Lt3	5YR 3/3	32	1,2	3,0-5,0	3	4	16,4	25,0	4	4
56-68	Ls4	10YR 4/4	48	2,1	1,1-1,5	4	3	10,2	19,0	3	4
80-100	Lt3	10YR 4/3	48	1,2	0,9-1,5	3	3	15,7	25,0	4	5
100-130	Sl4	5YR 5/8	60	2,1	1,4-2,0	4	3	13,4	16,0	4	4
Blockbebauung - Silberburg											
0-5	Ls3	10YR 3/2	1	5,3	2,0-4,0	5	4	21,3	27,0	5	5
5-14	Lt3	5YR 4/2	18	1,0	0,9-1,5	3	3	14,8	25,0	4	5
14-66	Lt2	7,5YR 4/3	48	1,4	0,9-1,5	3	3	13,3	20,0	4	5
66-80	Lt2	7,5YR 3/4	0,5	0,9	3,0-5,0	2	4	15,9	17,0	4	4
80-96	Lu	10YR 3/2	32	1,4	3,0-5,0	3	4	15,1	18,0	4	4
96-111	Lt2	7,5YR 2/2	55	1,2	>5	3	5	14,5	20,0	4	4
111-140	Ltu	10YR 3/2	2	1,0	3,0-5,0	2	4	13,9	24,0	4	5
Blockbebauung - Leuschner											
0-6	Lt3	7,5YR 3/2	2	6,7	3,0-5,0	5	4	22,8	37,0	5	6
6-20	Lts	2,5YR 3/2	25	1,4	3,0-5,0	3	4	18,2	22,0	4	5
20-51	Lt3	5YR 3/4	30	0,9	3,5-5,5	2	4	15,4	22,0	4	5
51-100	Lt2	5YR 5/2	80	0,7	0,3-0,6	2	2	17,0	17,0	4	4
100-120	Lt3	5YR 4/2	80	0,9	0,9-1,5	2	3	21,8	22,0	5	5
Dorfkern - Gablenberg											
0-26	Lt2	7,5YR 2/2	8	8,8	>5	6	5	15,6	42,0	4	6
26-40	Lt3	7,5YR 3/2	8	5,2	3,0-5,0	5	4	10,2	27,0	3	5
40-80	Lt3	5YR 3/4	10	1,2	3,5-5,5	3	5	10,8	25,0	3	5
80-120	Lt3	5YR 3/4	10	0,7	3,5-5,5	2	5	10,8	22,0	3	5
Industrie - Gießerei											
0-30	Ls3	7,5YR 3/2	3	7,6	2,0-4,0	5	4	22,8	27,0	5	5
30-50	Sl3	7, YR 3/3	30	6,2	2,0-4,0	5	4	6,7	21,0	2	5
50-60	Slu	5YR 4/8	0	0,9	1,6-2,0	2	3	7,1	9,0	3	3
60-90	Sl3	10YR 2/3	20	6,2	>4	5	5	6,6	21,0	2	5
90-120	Ls4	7,5YR 3/3	20	4,5	2,0-4,0	5	4	14,5	27,0	2	5

Tab. A 29: Schätzung der kf-Werte, Feld- und Luftkapazität nach KA4 und Vergleich mit Messwerten

Profil Tiefe (cm)	Textur nach KA4	Skt. %	dB g/cm ³	kf (cm/d)				FK (Vol.%)				LK (Vol.%)			
				Harm. (1)	KA4 (2)	Bewertung (1)	(2)	Mess (1)	KA4 (2)	Bewertung (1)	(2)	Mess (1)	KA4 (2)	Bewertung (1)	(2)
Wald - Mäulesmühle															
7-24	Sl3	17	1,11	1340	47	6	4	19,9	33,0	2	3	18,8	12,5	4	4
24-48	Sl3	22	1,59	201	33	5	3	25,3	30,5	2	3	14,5	12,5	4	4
48-75	Ls3	13	1,66	4	7	2	2	30,8	33,5	3	3	9,8	6,5	3	3
Acker - Eichberg															
0-15	Sl3	5	1,42	478	47	6	4	35,2	34,0	4	4	11,3	13,5	3	4
15-35	Sl3	5	1,58	358	47	6	4	31,9	32,0	3	3	10,7	13,5	3	4
51-65	Sl4	5	1,61	257	33	5	3	32,6	3,0	3	3	10,7	10,5	3	3
65-90	Ls3	5	1,64	217	7	5	2	33,7	33,5	3	3	9,3	6,5	3	3
Acker - Fasanenhof															
0-10	Lu	2	1,27	2	26	2	3	42,8	53,5	4	5	9,3	10,5	3	3
10-23	Ut4	2	1,35	10	41	4	2	53,1	43,0	5	4	6,8	10,5	3	3
23-45	Ut4	<2	1,41	286	31	5	3	39,8	43,0	4	4	8,4	10,5	3	3
45-95	Tu3	<2	1,43	418	27	6	3	43,4	57,0	4	5	9,6	6,5	3	3
95-110	Ut4	<1	1,52	311	31	6	3	41,6	39,0	4	3	5,4	9	3	3
Acker - Kessel															
0-19	Lu	<1	1,51	4	26	2	3	40,4	47,5	4	4	4,5	9	3	3
19-42	Tu4	5	1,62	3	28	2	3	49,4	37,0	4	3	6,6	5,5	3	3
42-75	Sl4	<1	1,72	11	21	3	3	30,7	28,5	3	3	6,4	10	3	3
75-95	Sl4	20	1,61	55	79	4	4	30,9	28,5	3	3	8,4	10	3	3
Weinberg - Römisches Kastell															
5-20	Lt3	28	1,57	823	10	6	3	34	61,0	3	5	7,8	9,5	3	3
20-60	Lt3	54	1,52	7939	10	6	3	31,1	55,5	3	5	11,6	8,5	3	3
60-80	Lt3	52	1,51	493	10	6	3	31,1	53,0	3	5	11,7	7,5	3	3
80-100	Lt3	15	1,57	29	10	3	3	42,8	53,0	4	5	4,5	7,5	3	3
Park-/Grünfläche - Kinderheim															
0-8	Lt3	2	1,74	3	10	2	3	35,4	46,0	3	4	5,9	4	3	2
8-25	Lt2	4	1,71	14	9	3	2	32,4	39,0	3	3	3,1	5	2	3
25-52	Lt3	1	1,60	29	10	3	3	39,9	41,5	4	4	3,3	3,5	2	2
52-76	Tu2	0	1,64	71	5	4	2	35,8	51,5	3	4	5,5	3	3	2
76-100	Lt3	0	1,74	11	10	3	3	33,5	43,5	3	4	1,9	3,5	1	2
100-144	Lt3	<1	1,70	5	10	2	3	33,9	43,5	3	4	3,1	3,5	2	2
Park-/Grünfläche - Klingenbachpark															
5-25	Lt2	17	1,32	1635	13	6	3	34,1	57,5	3	5	16,1	11	4	3
25-80	Su3	36	0,70	2020	75	6	4	30,5	35,5	3	3	25,1	10,5	5	3
80-160	Sl3	23	0,71	2327	47	6	4	24,4	38,5	2	3	29,1	13,5	5	4
Park-/Grünfläche - Schwefelbrunnen															
0-18	Lts	14	1,06	4351	12	6	3	35,3	58,5	3	5	18,1	8	4	3
18-40	Lt3	7	1,30	3535	10	6	3	35,8	56,5	3	5	11,2	8,5	3	3
40-71	Lt2	11	1,59	167	13	5	3	40,6	51,5	4	5	4,4	8,5	3	3
71-95	Lt2	6	1,48	221	13	5	3	32,4	50,0	3	4	11,8	8,5	3	3
95-120	Tu3	8	1,42	4968	27	6	3	34,7	52,0	3	4	11,7	6	3	3
120-150	Lt3	3	1,52	1160	10	6	3	36,4	53,0	3	5	9,3	7,5	3	3
Park-/Grünfläche - Lehenpark															
0-13	Ls4	13	1,18	569	20	6	3	37,6	53,5	3	5	18,3	15,5	4	4
13-45	Lts	45	1,08	5753	12	6	3	32,7	58,5	3	5	21,6	8	5	3
45-70	Sl4	23	1,51	44	43	4	4	28,5	45,0	3	4	13,7	17,5	4	4
70-100	Sl4	23	1,13	492	43	6	4	32,2	45,0	3	4	16,2	17,5	4	4
Kleingarten - Pfarreigarten															
6-16	Lt3	<1	1,43	1466	10	6	3	37,3	61,0	3	5	8,7	9,5	3	3
16-50	Lt3	<1	1,47	736	10	6	3	37	61,0	3	5	7,6	9,5	3	3
50-110	Lu	5	1,58	74	26	4	3	38,6	46,0	3	4	6,9	8	3	3
Kleingarten - Kleingarten															
60-90	Ls2	21	1,33	848	41	6	4	37,1	54,0	3	5	14,4	14,5	4	4
90-110	Ls3	34	1,29	1300	13	6	2	33,2	52,0	3	4	18,1	12	4	3
110-120	Ls2	29	1,42	934	41	6	4	34,7	43,0	3	4	14	10	4	3
120-155	Ls2	38	1,56	98	41	4	4	4,1	44,5	4	4	9,2	11	3	3

Tab. A 29: Schätzung der kf-Werte, Feld- und Luftkapazität nach KA4 und Vergleich mit Messwerten

Profil Tiefe (cm)	Textur nach KA4	Skt. %	dB g/cm ³	kf (cm/d)				FK (Vol.%)				LK (Vol.%)			
				Harm. (1)	KA4 (2)	Bewertung (1)	(2)	Mess (1)	KA4 (2)	Bewertung (1)	(2)	Mess (1)	KA4 (2)	Bewertung (1)	(2)
Einzelhaus - Pfaffenweg															
10-65	Lt3	12	1,50	594	10	6	3	31	65,5	3	5	17,2	11,5	4	3
65-100	Lt2	11	1,50	1778	13	6	3	23,8	57,5	2	5	19,6	11	4	3
Einzelhaus - Zuckerfabrik IIa															
0-25	Lu	3	1,16	799	26	6	3	34	53,5	3	5	12,3	10,5	4	3
25-48	Lu	6	1,21	3803	26	6	3	38,9	43,5	3	4	15,5	7,5	4	3
48-75	Ut4	2	1,30	1330	31	6	3	35,7	39,0	3	4	15,5	9	4	3
75-117	Tu4	12	1,52	40	34		3	41,1	45,5	4	4	6,1	7	3	3
147-177	Ut4	4	1,34	1147	31	6	3	38,3	39,0	3	4	14,2	9	4	3
Einzelhaus - Zuckerfabrik IIb															
65-90	Ut4	4	1,34	1403	31	6	3	35,3	49,0	3	4	14,2	12	4	3
90-106	Tu4	4	1,45	143	34	5	3	41,4	49,5	4	4	9,5	8,5	3	3
106-138	Tu4	0	1,36	1076	34	6	3	38,8	48,0	3	4	13,9	7,5	4	3
138-155	Tu4	0,5	1,27	2024	34	6	3	32,4	45,5	3	4	16,2	7	4	3
	Ut4	2	1,33	366	31	6	3	37,2	39,0	3	4	12,9	9	4	3
Blockbebauung - Hospitalhof															
0-6	Lt2	8	1,47	329	13	6	3	34,5	57,5	3	5	10	11	3	3
6-25	Lt3	10	1,56	292	10	5	3	41,2	53,0	4	5	9	7,5	3	3
25-43	Lt3	15	1,66	5	10	2	3	36,9	46,0	3	4	4,5	4	3	3
43-80	Tu3	3	1,71	16	13	3	3	37,3	41,5	3	4	3,6	4,5	2	3
Blockbebauung - Allianz															
0-9	Lt2	24	1,29	3740	13	6	3	38	57,5	3	5	13,4	11	4	3
9-40	Tu3	6	1,46	344	27	6	3	38,0	57	3	5	7	7,5	3	3
40-60	Lt3	29	1,48	872	10	6	3	33,9	50,5	3	5	12,3	7	4	3
60-100	Tu2	56	1,64	234	5	5	2	30	49,0	3	4	10,1	3	3	2
Blockbebauung - Diakonissenkrankenhaus															
0-6	Lt3	18	1,49	27	10	3	3	39,8	55,5	4	5	7,9	8,5	3	3
6-25	Lt3	20	1,55	124	10	5	3	38,2	55,5	3	5	8,3	8,5	3	3
52-70	Tu2	<1	1,66	<1	28	1	3	39,3	51,5	4	5	3	7,5	2	3
Blockbebauung - Bergstraße															
6-20	Ls2	24	1,20	2174	41	6	3	39,2	50,5	4	5	15,5	12,5	4	4
35-75(1)	Ls4	11	1,85	44	6	4	2	35,5	34,5	3	3	2,3	4,5	2	3
35-75(2)	Ls4	30	1,41	64	20	4	3	39,1	40,0	4	4	7,9	11	3	3
155-170	Ls3	33	1,30	11380	13	6	3	34,3	46,0	3	4	16,7	12	4	3
Dorfkern - Stadtgraben															
10-33	Tu3	2	1,54	43	27	4	3	32,3	54,5	3	5	9,6	7,5	3	3
40-50	Tu3	2	1,76	3	13	2	3	34,3	41,5	3	4	3	5	2	3
75-84	Tu2	5	1,42	3	20	2	3	39,7	58,0	4	5	6,7	4	3	3
84-109	Tu2	7	1,39	1308	20	6	3	34,8	58,0	3	5	12,8	4	4	3
Straßenfläche - Roto Frank															
85-120	Tu3	6	1,35	7	27	2	3	46,2	57,0	4	5	7,5	8,5	3	3
Bahnfläche - Bahn I															
30-43	Lts	0	1,52	196	12	5	3	29,6	50,5	3	5	14,8	5,5	4	3
Bahnfläche - Bahn II															
39-62	Lt3	8	1,53	15	10	3	3	35,7	50,5	3	5	4,7	7	3	3
Bahnfläche - Bahn IV															
0-6	Ls4	44	1,42	2846	20	6	3	27,5	42,5	3	4	10,5	15,5	3	4
21-50	Sl2	67	0,93	3833	109	6	5	18,8	36,0	2	3	14,1	17,5	4	4
70-120	Lts	22	1,72	2020	6	6	2	11,1	46,0	1	4	4,2	4,5	3	3
Militärkaserne - Grenardierkaserne I															
16-40	Lt3	22	1,70	81	10	4	3	31,1	54,0	3	5	7,1	5	3	3
40-53	Lt3	20	1,57	13	10	3	3	35,4	55,5	3	5	9,4	7,5	3	3
65-120	Lt3	30	1,66	26	10	3	3	39,1	48,5	4	4	6,7	4	3	3
135-160	Lt3	13	1,51	987	10	6	3	41,6	53,0	4	5	10	7,5	3	3
Militärkaserne - Grenardierkaserne III															
9-24	Lu	52	1,62	198	18	5	3	31,7	39,0	3	4	9,1	65	3	3
62-80	Tu3	27	1,74	10	13	3	3	37,8	44,0	3	4	5,1	4,5	3	3
155-170	Tu3	13	1,69	6	13	2	3	35,7	41,5	3	4	14,8	4,5	4	3

Tab. A 30: Schätzung und Bewertung der kf-Werte nach KA4 und Regressionsberechnung

Profil Tiefe (cm)	Textur nach KA4	S	U	T	Skt. %	org.S. %	dB g/cm ³	kf (cm/d)					
								Harm. (1)	KA4 (2)	Reg (3)	Bewertung (1) (2) (3)		
Wald - Mäulesmühle													
7-24	Sl3	68,6	22,9	8,5	17	1,4	1,11	1340	47	531	6	4	6
24-48	Sl3	63,3	27,4	9,3	22	0,5	1,59	201	33	249	5	3	5
48-75	Ls3	46	33,2	20,8	13	0,1	1,66	4	7	69	2	2	4
Acker - Eichberg													
0-15	Sl3	69,2	22,2	8,5	5	2,8	1,42	478	47	189	6	4	5
15-35	Sl3	71,1	19	9,9	5	2	1,58	358	47	127	6	4	5
51-65	Sl4	56,1	38	5,9	5	0,6	1,61	257	33	160	5	3	5
65-90	Ls3	43,9	35,9	20,1	5	0,5	1,64	217	7	55	5	2	4
Acker - Fasanenhof													
0-10	Lu	17,1	61,6	21,3	2	5,5	1,27	2	26	90	2	3	4
10-23	Ut4	12,6	66,5	20,9	2	3,2	1,35	10	41	80	4	2	4
23-45	Ut4	12	69,1	18,9	1	2,4	1,41	286	31	79	5	3	4
45-95	Tu3	4,5	63,2	32,3	1	1	1,43	418	27	29	6	3	3
95-110	Ut4	3	75,2	21,8	0,5	0,4	1,52	311	31	52	6	3	4
Acker - Kessel													
0-19	Lu	16,9	57,5	25,8	0,5	2,6	1,51	4	26	40	2	3	4
19-42	Tu4	4,6	66	29,4	5	0,5	1,62	3	28	30	2	3	3
42-75	Sl4	46,6	37,7	15,7	0,5	0,9	1,72	11	21	55	3	3	4
75-95	Sl4	65,5	19,8	14,7	20	0,3	1,61	55	79	151	4	4	5
Weinberg - Römisches Kastell													
5-20	Lt3	16,3	43	40,7	28	2,3	1,57	823	10	35	6	3	3
20-60	Lt3	15,6	44	40,4	54	1,3	1,52	7939	10	105	6	3	5
60-80	Lt3	14	44,7	41,3	52	1,3	1,51	493	10	93	6	3	4
80-100	Lt3	13,2	48,6	38,2	15	1,9	1,57	29		25			3
Park-/Grünfläche - Kinderheim													
0-8	Lt3	17,4	45,1	37,5	2	1,9	1,74	3	10	12	2	3	3
8-25	Lt2	21,8	44,1	34,1	4	0,9	1,71	14	9	17	3	2	3
25-52	Lt3	14	42	44	1	1	1,60	29	10	9	3	3	2
52-76	Tu2	9,9	36	54,1	0	1,2	1,64	71	5	4	4	2	2
76-100	Lt3	17,5	38,5	44,1	0	0,7	1,74	11	10	7	3	3	2
100-144	Lt3	22,5	40,2	37,3	0,5	0,3	1,70	5	10	12	2	3	3
Park-/Grünfläche - Klingenbachpark													
5-25	Lt2	31,3	40,6	28,1	17	4	1,32	1635	13	89	6	3	4
25-80	Su3	56,2	38,6	5,2	36	5,2	0,70	2020	75	2956	6	4	6
80-160	Sl3	61,3	30,5	8,2	23	5,7	0,71	2327	47	1431	6	4	6
Park-/Grünfläche - Schwefelbrunnen													
0-18	Lts	39,5	28,9	31,6	14	7,1	1,06	4351	12	101	6	3	5
18-40	Lt3	24,3	37,7	38	7	2,2	1,30	3535	10	31	6	3	3
40-71	Lt2	20,4	48,1	31,5	11	2	1,59	167	13	34	5	3	3
71-95	Lt2	22,5	42,6	34,9	6	1,5	1,48	221	13	27	5	3	3
95-120	Tu3	11	53,1	35,9	8	0,7	1,42	4968	27	30	6	3	3
120-150	Lt3	14,8	47,5	37,7	3	1	1,52	1160		18			3
Park-/Grünfläche - Lehenpark													
0-13	Ls4				13		1,18	569	20	732	6	3	6
13-45	Lts				45		1,08	5753	12	2974	6	3	6
45-70	Sl4				23		1,51	44	43	580	4	4	6
70-100	Sl4				23		1,13	492	43	1175	6	4	6
Kleingarten - Pfarreigarten													
6-16	Lt3	12,3	45,7	41,9	0,1	4,8	1,43	1466	10	14	6	3	3
16-50	Lt3	16,4	42,9	40,8	1	1,4	1,47	736	10	15	6	3	3
50-110	Lu	10,7	63,8	25,5	5	0,5	1,58	74	26	42	4	3	4
Kleingarten - Kleingarten													
60-90	Ls2	34,6	40,8	24,6	21	1,9	1,33	848	41	131	6	4	4
90-110	Ls3	36,7	39,2	24,1	34	4	1,29	1300	13	240	6	2	5
110-120	Ls2	37,1	42	21	29	2,7	1,42	934	41	194	6	4	5
120-155	Ls2	35	43,1	21,9	38	0,8	1,56	98	41	198	4	4	5

Tab. A 30: Schätzung und Bewertung der kf-Werte nach KA4 und Regressionsberechnung

Profil Tiefe (cm)	Textur nach KA4	S	U	T	Skt. %	Org.S %	dB g/cm ³	kf (cm/d)					
								Harm. (1)	KA4 (2)	Reg (3)	Bewertung (1) (2) (3)		
Einzelhaus - Pfaffenweg													
10-65	Lt3	23,4	40,4	36,2	12	0,2	1,50	594	10	30	6	3	3
65-100	Lt2	23	43,4	33,6	11	0,3	1,50	1778	13	34	6	3	3
Einzelhaus - Zuckerfabrik IIa													
0-25	Lu	18,9	56,8	24,3	3	6,3	1,16	799	26	93	6	3	4
25-48	Lu	9,1	61,4	29,5	6	0,8	1,21	3803	26	65	6	3	4
48-75	Ut4	4,4	73,6	22	2	0,2	1,30	1330	31	81	6	3	4
75-117	Tu4	4,3	69,6	26,1	12	1,4	1,52	40	34	59		3	4
147-177	Ut4	2,4	73,8	23,8	4	0,3	1,34	1147	31	71	6	3	4
Einzelhaus - Zuckerfabrik IIb													
65-90	Ut4	3,3	72,5	24,4	4	0,6	1,34	1403	31	68	6	3	4
90-106	Tu4	3,8	70,1	26,1	4	0,9	1,45	143	34	49	5	3	4
106-138	Tu4	3	66,2	30,8	0	1,1	1,36	1076	34	36	6	3	3
138-155	Tu4	2,5	66,8	30,7	0,5	0,4	1,27	2024	34	44	6	3	4
<155	Ut4	2,9	72,8	24,3	2	0,3	1,33	366	31	65	6	3	4
Blockbebauung - Hospitalhof													
0-6	Lt2	31,1	36	32,9	8	4,9	1,47	329	13	34	6	3	3
6-25	Lt3	25,1	39,1	35,8	10	1,7	1,56	292	10	25	5	3	3
25-43	Lt3	14	47,3	38,7	15	1,8	1,66	5	10	21	2	3	3
43-80	Tu3	11,4	55,5	33,1	3	0,3	1,71	16	13	18	3	3	3
Blockbebauung - Allianz													
0-9	Lt2	32,8	38,2	29	24	6	1,29	3740	13	116	6	3	5
9-40	Tu3	5,2	58,1	36,7	6	2,4	1,46	344	27	25	6	3	3
40-60	Lt3	15,2	40,7	44,1	29	0,9	1,48	872	10	34	6	3	3
60-100	Tu2	7,7	42,5	49,8	56	0,5	1,64	234	5	47	5	2	4
Blockbebauung - Diakonissenkrankenhaus													
0-6	Lt3	19,5	40	40,5	18	3,1	1,49	27	10	28	3	3	3
6-25	Lt3	20,6	40,6	38,8	20	2,4	1,55	124	10	31	5	3	3
52-70	Tu2	6,7	45,1	48,2	0,5	0,3	1,66	<1	28	6	1	3	2
Blockbebauung - Bergstraße													
6-20	Ls2	32,9	44,7	22,4	24	3,8	1,20	2174	41	218	6	3	5
35-75(1)	Ls4	41,9	32,1	26	11	0,7	1,85	44	6	31	4	2	3
35-75(2)	Ls4	51,5	28,9	19,6	30	1,2	1,41	64	20	227	4	3	5
155-170	Ls3	39,6	39	21,3	33	5,2	1,30	11380	13	276	6	3	5
Dorfkern - Stadtgraben													
10-33	Tu3	7,2	61,5	31,3	2	1,2	1,54	43	27	27	4	3	3
40-50	Tu3	16,3	53,5	30,2	2	0,8	1,76	3	13	19	2	3	3
75-84	Tu2	13,8	38	48,2	5	1,8	1,42	3	20	11	2	3	3
84-109	Tu2	12,9	32,9	54,2	7	1,7	1,39	1308	20	8	6	3	2
Straßenfläche - Roto Frank													
85-120	Tu3	12,1	52,9	35	6	2,5	1,35	7	27	34	2	3	3
Bahnfläche - Bahn I													
30-43	Lts	32,3	29,9	37,8	0	1,9	1,52	196	12	16	5	3	3
Bahnfläche - Bahn II													
39-62	Lt3	14,8	45,1	40,1	8	0,7	1,53	15	10	18	3	3	3
Bahnfläche - Bahn IV													
0-6	Ls4	54,5	28,1	17,3	44	10,5	1,42	2846	20	446	6	3	6
21-50	Sl2	74,6	17,6	7,8	67	11,5	0,93	3833	109	5209	6	5	6
70-120	Lts	32,8	28,9	38,3	22	0,8	1,72	2020	6	25	6	2	3
Militärkaserne - Grenardierkaserne I													
16-40	Lt3	21,8	39,4	38,8	22	2,3	1,70	81	10	25	4	3	3
40-53	Lt3	15,3	44,5	40,2	20	2	1,57	13	10	27	3	3	3
65-120	Lt3	11,5	45,3	43,2	30	2	1,66	26	10	27	3	3	3
135-160	Lt3	11,5	49,2	39,3	13	1,5	1,51	987	10	24	6	3	3
Militärkaserne - Grenardierkaserne III													
9-24	Lu	11,1	59,3	29,6	52	1	1,62	198	18	174	5	3	5
62-80	Tu3	9	51,2	39,8	27	0,7	1,74	10	13	26	3	3	3
155-170	Tu3	9,9	57,1	33	13	0,6	1,69	6	13	27	2	3	3

Tab. A 31: Niederschläge (mm) an den verschiedenen Messstandorten im Untersuchungszeitraum

Datum	Schwefelbrunnen	Allianz	Hospitalhof	Pfaffenweg	Bahn IV
28.03.2001	15	17,0	15,0	13,0	
11.04.	14	15,0	14,5	15,5	14,5
20.04.	17	20,5	18,5	14,0	18,0
26.04.	20	24,0	19,5	11,0	19,0
03.05.	6	5,5	4,0	4,5	5,0
09.05.	3	4,0	2,5	0,5	3,0
16.05.	4	6,5	4,5	3,8	3,5
23.05.	19	20,0	17,0	20,0	21,0
30.05.	0	0,0	0,0	0,0	0,0
06.06.	3	7,0	9,0	7,0	7,5
13.06.	14	17,0	22,0	9,5	20,0
21.06.	25	32,0	41,0	22,0	26,0
27.06.	0	0,0	0,0	0,0	0,0
04.07.	44	49,5	52,0	42,0	38,5
11.07.	7	5,0	4,5	3,0	6,5
18.07.	48	36,0	107,0	21,0	36,0
26.07.	0	1,0	1,0	0,0	1,0
02.08.	0	0,0	0,0	0,0	0,0
08.08.	5	8,0	4,0	4,5	11,0
15.08.	0	0,0	0,0	0,0	0,0
22.08.	12	13,5	13,0	16,0	15,5
31.08.	12	9,0	9,0	9,0	27,5
12.09.	22	30,0	25,0	28,0	10,0
20.09.	20	28,0	29,0	22,5	25,0
26.09.	12	9,5	12,5	8,5	10,5
04.10.	23	27,0	38,0	23,0	25,0
11.10.	26	21,0	21,0	21,0	21,0
18.10.	0	0,0	0,0	0,0	0,0
24.10.	20	17,5	15,0	20,0	18,0
31.10.	4	5,0	4,5	4,0	4,0
05.11.	4	4,0	6,0	3,0	4,0
12.11.	28	32,0	26,0	26,0	27,0
23.11.	24	21,0	17,0	15,0	18,0
26.11.	10	9,0	6,0	6,0	8,0
03.12.	28	27,0	24,0	26,0	26,0
10.12.	0	0,0	1,0	0,0	0,0
20.12.	2	1,0	1,5	1,5	1,0
14.01.2002	25	27,0	25,0	30,0	28,0
21.01.	2	2,0	2,0	2,0	2,0
28.01.	8	9,0	7,0	7,0	8,0
14.02.	80	25,0	120,0	16,0	120,0
20.02.	6	6,0	5,0	4,0	4,0
25.02.	20	24,0	19,0	17,0	20,0
08.03.	14	12,0	10,0	7,0	11,0
22.3.	80	73,0	60,0	54,0	66,0
27.03.	10	9,0	8,0	5,5	9,0
04.04.	0	0,0	0,0		0,0
	736,0	709,5	840,5	563,3	739,0

Anhang

Tab. A 32: Bodentemperaturen (°C) der Untersuchungsstandorte von März 2001 bis April 2002 in verschiedenen Bodentiefen (cm)

Datum	Schwefelbrunnen						Allianz						Hospitalhof				Pfaffenweg						Bahn					
	0	10	30	60	90	150	0	10	30	60	90	150	0	10	30	60	0	10	30	60	90	150	0	10	30	60	90	150
2001																												
28.03.	7,0	6,7	8,2	9,3	9,9	10,5	11,3	7,6	8,4	8,9	9,0	9,2	12,4	8,0	7,6	9,2	16,2	9,1	6,8									
11.04.	10,1	9,7	10,2	10,7	10,8	11,2	12,6	10,1	9,6	9,8	9,9	10,2	10,2	10,1	9,8	10,6	9,0	7,9	8,5				11,3	11,3	10,4	9,4	9,5	9,4
20.04.	10,6	9,5	8,8	9,9	10,9	11,9	9,3	10,1	8,9	10,2	11,0	10,3	10,4	8,4	7,2	8,4	9,6	6,8					18,0	14,0		9,1	9,8	10,2
26.04.	16,7	11,2	9,9	10,1	10,2	10,9	18,5	10,6	9,1	8,9			12,5	10,2	9,0		14,0	10,8	8,3				22,0	13,8		9,3	9,1	9,0
03.05.	21,7	15,6	13,9				22,1	16,8	14,3				21,9	16,1	13,5		23,9	18,3	14,2				28,5	24,3				
09.05.	20,9	13,4	12,5	12,6	12,6	12,6	23,2	13,4	11,9	11,8	11,6	11,4	22,2	15,7	12,5	13,0	23,3	14,8	11,7				25,3	23,4		12,4	12,1	11,6
16.05.	24,2	18,2	14,9	14,5	13,7	13,2	16,7	15,7	13,9	13,3	12,6	12,2	20,4	17,6	15,5	15,6	19,3	16,9	15,0	13,9	12,1	10,6	22,7	24,5		15,9	14,7	12,8
23.05.	22,5	16,9	14,7	14,4	13,9	13,7	25,2	17,3	13,9	13,3	13,0	12,7	21,7	17,8	15,2	15,5	24,0	18,4	16,5	14,2	12,4	11,3	25,8	22,2		16,6	15,0	13,5
30.05.	23,7	19,4	17,6	16,3	15,1	14,3	29,1	19,7	16,1	14,1	14,0	13,4	24,2	21,18	18,1	18,1	25,19	19,17	14,12	14,12	31,26	26,6	20,7	18,15	15,2			
06.06.	21,4	15,7	14,4	14,7	14,9	14,8	23,6	17,2	14,6	14,4	14,2	13,9	21,1	18,3	15,6	16,2	20,2	17,3	15,5	14,6	13,0	13,0	26,5	25,9		17,7	16,5	15,7
13.06.	23,0	15,2	14,2	14,6	14,8	14,9	25,5	15,1	14,5	14,4	14,2	14,1	24,5	18,4	14,9	15,3	21,6	18,9	14,9	13,9	13,3	12,8	25,6	27,5	19,9	16,3	15,9	15,3
21.06.	21,2	15,3	14,8	14,9	14,8	14,8	24,7	16,2	15,4	15,1	14,6	14,4	23,4	18,8	15,5	15,8	25,6	20,7	15,7	14,5	13,6	13,0	27,5	24,0	20,8	17,2	16,2	15,5
27.06.	25,2	18,9	16,1	15,9	15,2	14,8	33,20	20,3	17,1	16,1	15,2	14,8	29,2	23,7	17,6	17,3	31,22	20,1	16,1	14,1	13,5	12,0	29,32	20,0		21,5	18,16	16,2
04.07.	23,3	17,4	17,3	16,9	16,2	15,7	24,6	19,6	18,0	17,2	16,3	15,6	23,0	22,1	18,4	18,8	25,19	19,19	17,16	14,14	14,5	26,25	22,21	19,18	18,9	0		
11.07.	19,6	18,1	18,0	17,4	16,8	16,2	23,4	18,8	18,4	17,6	16,8	16,2	22,1	20,5	19,4	19,6	21,9	18,0	19,8	16,4	15,5	27,0	21,7	23,8	21,8	20,0	18,4	
18.07.	19,0	16,0	16,3	16,5	16,3	16,2	21,4	18,4	16,8	16,5	16,3	16,1	21,1	19,8	17,6	18,3	19,1	20,6	17,4	16,8	15,8	24,1	18,3	19,3	19,0	18,6	18,1	
26.07.	25,9	18,8	18,7	17,8	16,6	16,4	24,20	18,6	17,4	16,6	16,3	16,2	27,22	19,4	17,1	17,2	29,27	20,9	18,7	16,15	15,30	30,24	25,22	20,18	18,7	20,18	18,5	
02.08.	28,7	20,7	20,4	19,4	18,2	17,3	31,3	22,1	19,8	18,6	17,9	16,9	27,3	23,7	21,0	21,0	30,22	23,6	21,1	18,4	16,4	33,9	25,2			24,6	22,5	19,9
08.08.			18,9	18,8	18,4	17,8			18,4	18,3	17,8	17,3			20,1	20,7			19,8	18,7	17,6					21,2	20,9	19,9
15.08.	29,3	20,7					31,9	22,1					27,9	23,1			34,2	21,0					32,6	24,9				
22.08.	23,0	19,5	19,8	19,5	18,9	18,2	24,1	16,4	19,2	18,7	18,1	17,6	22,8	21,5	20,3	20,6	24,6	19,2	19,9	18,4	17,3	25,0	22,1	21,5		21,8	21,2	20,0
31.08.	18,1	17,7	19,6	20,1	19,5	18,9	19,1	17,9	18,5	18,7	18,3	17,9	20,6	19,6	19,5	20,0	18,8	18,6	18,4	19,2	18,8	13,9	12,8	14,1	15,6	17,0	17,9	
12.09.	13,6	13,3	14,5	15,9	16,9	17,5	12,9	13,0	14,0	15,7	16,1	16,9	17,4	15,5	14,4	15,6	15,8	12,3	12,4	13,6	15,2	20,3	17,2	20,4	21,9	21,7	20,3	
20.09.	15,2	14,3	14,8	15,8	16,5	16,9	13,6	13,6	13,2	14,5	15,1	15,9	14,1	13,8	13,9	13,9	14,1	13,2	12,1	12,6	13,8	15,4	12,1	14,8	14,6	15,7	16,7	
26.09.	14,7	13,6	13,6	15,5	16,3	16,0	19,1	13,7	13,3	14,2	14,6	15,3	16,7	13,5	12,8	13,5	17,5	15,8	12,2	12,1	13,1	16,1	12,13	14,7	13,2	14,2	15,9	
04.10.	17,9	17,2	16,4	16,2	15,9	16,6	14,7	15,5	15,3	14,9	14,7	15,1	16,6	15,5	15,5	15,6	13,7	14,7	14,5	14,5	14,0	18,1	15,5	16,1	15,9	15,9	15,8	
11.10.	18,1	14,3	15,6	16,0	16,1	16,3	18,7	14,3	14,5	15,0	15,0	15,3	16,6	14,4	14,6	15,5	19,0	13,8	12,8	13,8	13,8	18,9	13,3	13,3	13,3	15,1	15,8	
18.10.	15,6	14,0	15,7	16,3	16,4	16,1	15,1	14,1	14,1	14,1	14,1	15,1	14,1	13,1	14,1	15,1	18,1	13,6	13,3	13,3	13,3	14,1	12,13	13,1	13,1	14,1	15,1	
24.10.	15,5	14,3	15,9	16,5	16,0	16,3	14,3	13,9	14,1	14,1	14,1	15,1	16,1	13,1	14,1	14,1	14,1	13,1	12,1	12,1	13,1	15,1	13,1	15,1	12,1	14,1	15,1	
31.10.	20,3	16,8	14,9	15,2	15,5	15,9	21,4	14,1	13,9	14,2	14,4	14,9					20,1	13,7	12,5	12,7	13,0	23,4	13,4	12,7	13,5	14,2	14,8	
05.11.	10,7	11,7	12,6	13,9	14,9	15,7	10,5	10,7	11,3	12,9	13,4	14,5	11,8	10,1	11,0	12,7	12,6	8,8	8,7	10,1	11,9	12,7	11,4	7,9	8,2	11,2	12,1	14,1
12.11.	5,8	7,5	9,4	11,1	13,1	14,1	3,5	7,2	7,9	10,1	12,1	13,1					4,8	6,6	9,1	4,6	3,7	3,9	6,9	10,1	11,0	0,9	2,1	4,0

				7	4	8				9	2	4								0	5						5	
23.11.	3,1	5,3	8,0	9,6	11,1	12,9	2,6	4,4	6,8	8,6	9,7	11,3	3,1	4,6	5,0	6,1	2,4	3,9	4,3	5,8	7,7	9,3	3,3			6,7	8,4	10,3
26.11.	10,4	8,9					7,3	6,6					6,3	5,5			6,8	5,4					8,5	6,2				
03.12.	10,4	9,5	11,3	10,2	12,3	12,8	9,2	9,0	8,6	8,8	9,3	10,4	7,8	8,0	7,7	7,7	9,7	7,6	7,3	7,4	7,7	8,5	7,4	7,5		8,5	8,8	9,6
10.12.	4,8	5,6	7,8	9,6	11,1	12,4	0,7	0,7	5,9	8,3	9,4	10,5	0,1	1,8	4,9	7,3	-		2,5	5,0	7,3	8,4	-	-	5,8	8,0	9,6	
20.12.	7,8	4,6	5,4	7,3	9,1	11,2	-	1,6	3,0	5,2	7,7	9,0	-	-	0,8	2,4	-	0,0	-	0,6	2,4	4,7	3,0	-	3,2	5,7	7,6	
							0,1						0,5	0,1			1,0		0,1					0,3				
2002																												
14.01.	0,8	2,1	2,5	4,5	6,5	8,0	2,2	-	1,2	3,0	4,4	6,3	0,5	-	-	0,7	-	-	-	1,1	2,9	4,4	-		2,1	2,9	5,2	
							0,5							4,0	0,2		1,2		0,2				1,0					
21.01.	7,6	4,9	4,5	5,0	6,2	8,3	4,4	3,7	2,2	2,9	4,2	5,9	7,7	0,5	0,0	1,5	8,6	2,0	0,1	1,0	2,6	4,1	7,8	3,6	1,8	2,9	4,9	
28.01.	14,3	10,7	8,9	8,7	8,9	10,0	10,8	8,9	6,1	5,4	5,5	6,3	8,9	5,9	5,2	5,0	11,1	8,3	5,6	4,3	3,7	4,2	11,4	9,7	5,5	4,9	5,5	
14.02.	10,6	8,8	9,2	9,5	9,8	10,5	8,0	7,6	8,0	7,9	7,9	8,2	7,1	7,8	8,3	9,2	5,6	6,1	6,1	6,3	5,9	5,9	7,3	6,9	7,4	7,3	7,3	
20.02.	6,2	7,3	6,8	8,2	9,0	10,2	5,1	5,0	6,3	6,9	7,6	8,3	4,7	5,7	6,0	7,2	3,7	3,5	3,5	4,1	5,2	5,8	4,6	5,3	5,5	6,3	7,2	
25.02.	11,4	7,3	5,9	6,9	8,3	9,7	9,6	5,7	4,9	6,3	7,2	8,1	8,7	7,2	4,8	5,9	9,8	6,7	3,4	3,6	4,7	5,6	9,8	8,7	4,8	5,7	6,7	
08.03.	12,7	8,9	7,9	8,4	8,9	9,8	15,5	6,6	7,1	7,2	7,5	8,2	11,0	6,4	6,5	6,8	13,6	7,4	4,9	4,9	5,2	5,6	15,2	6,7	7,1	6,6	6,7	7,2
22.03.	12,3	10,4	10,7	10,9	10,8	10,9	9,8	9,7	10,2	9,8	9,5	9,4	11,0	10,3	10,3	10,6	9,5	9,2	8,5	8,4	7,5	6,8	9,7	10,0	9,5	9,3	8,8	
27.03.	11,1	6,6	7,4	9,0	10,1	10,9	12,3	6,4	7,2	8,7	9,3	9,7	10,2	7,2	6,6	8,4	9,4	6,0	3,8	5,4	6,7	7,1	12,3	7,9	7,0	8,1	8,7	
04.04.	11,9	10,3	11,4	10,7	10,4	10,8	13,8	10,0	10,2	9,5	9,4	9,6	12,0	9,3	9,6	9,5							12,3	10,1	9,7	11,1	9,6	8,9

Tab. A 33: Tensionen (mbar) in verschiedenen Bodentiefen (cm) der Messstandorte

Datum	Schwefelbrunnen					Allianz					Hospitalhof			Pfaffenweg					Bahn IV				
	10	30	60	90	150	10	30	60	90	150	10	30	60	10	30	60	90	150	10	30	60	90	150
2001																							
28.03.	-15	4	33	68	142	9	14	21	66	119	-14	16	50	-2	12	87	75	130					
11.04.	-48	-18	0	52	134	-2	15	22	30	102	-19	4	39	-3	15	90	92	154	-18	2	26	100	151
20.04.	-54	-91	-26	36	119	-6	11	28	59	120	-17	14	59	-8	29	103	79	153	-26	8	50	108	183
26.04.	-8	-45	22	64	148	0	22	43	58	122	-12	16	49	-6	16	91	73	133	-18	14	53	112	189
03.05.	-229	-227	-95	23	147	-161	-21	16	58	226	-50	-6	40	-51	-23	73	69	130	-79	3	46	101	180
09.05.	-487	-337	-206	-58	107	-54	2	29	44	114	-84	-25	60	-116	-67	33	68	128	-83	-8	44	17	148
16.05.	-724	-492	-394	-234	50	-172	-136	-21	12	105	-304	-135	62	-348	-286	12	57	123	-179	-46	20	69	130
23.05.	-609	-490	-445	-344	20	-396	-101	-6	-2	87	-150	-57	30	-229	-236	7	41	125	-95	-3	47	85	150
30.05.	-661	-762	-542	-466	-83	-799	-552	-77	-62	81	-372	-251	-17	-708	-501	-82	-20	106	-456	-25	31	80	126
06.06.	-658	-788	-553	-459	-133	-830	-644	-249	-175	51	-754	-452	-247	-575	-645	-191	-102	95	-350	-88	9	58	119
13.06.	-656	-771	-596	-531	-171	-221	-231	-333	-325	33	-383	-335	-287	-289	-656	-292	-202	71	-110	-58	4	58	120
21.06.	-608	-692	-31	-563	-266	-165	-64	-153	-207	22	-131	-339	-330	-347	-584	-392	-289	49	-50	3	46	86	159
27.06.	-685	-795	-639	-421	-244	-755	-544	-289	-294	-10	-600	-602	-349	-639	-786	-642	-371	25	-250	-27	13	77	131
04.07.	-554	-684	-568	-552	-276	-419	-219	-3	-5	87	-315	-110	-11	-408	-406	-262	-331	15	-115	-4	46	86	162
11.07.	672	-682	-701	-625	-342	-574	-648	-140	-120	49	-626	-434	-181	-801	-766	-476	-490	-39	-188	-74	-19	67	121
18.07.	-255	-422	-667	-619	-364	-101	-33	-47	-93	41	-44	-243	-256						-16	27	53	117	184
26.07.	-696	-743	-641	-598	-372	-632	-611	-211	-233	20	-529	-670	-401	-817	-801	-619	-593	-84	-162	-7	53	97	147
02.08.	-636	-783	-700	-616	-360	-805	-851	-546	-385	-79	-352	-410	28	-745	-783	-693	-610	-116	-732	-193	-108	54	124
08.08.	-734	-824	-717	-594	-480	-797	-857	-714	-492	-198	-882	-822	-596	-800	-825	-738	-649	-175	-731	-279	-243	4	99
15.08.	-688	-824	-712	-594	-480	-765	-873	-758	-535	-311	-652	-522	-789	-741	-803	-524	-592	-196	-831	-200	-225	-1	96
22.08.	-680	-852	-634	-645	-552	-565	-852	-801	-555	-399	-843	-866	-845	-632	-789	-608	-660	-290	-742	-338	-265	-75	69
31.08.	-659		-824	-770	-593	-810	-893	-810	-534	-473			-880	-806	-849	-725	-597	-352	-64	-161	-154	-40	80
12.09.	-599	-670	-732	-680	-539	-74	-373	-846	-727	-505	-472	-858	-847	-93	-542	-613	-607	-360	-916	-234	-348	-154	60
20.09.	-597	-583	-690	-672	-583	-34	-30	-560	-609	-500	-75	-652	-798	-40	-285	-556	-545	-338	-28	-9	10	67	123
26.09.	-660	-603	-685	-624	-540	-23	10	-483	-604	-350	-51	-772	-747	-27	-237	-552	-504	-309	-24	7	42	67	114
04.10.	-613	-760	-756	-697	-588	4	35	71	-611	-469	-3	-781	-777	-2	-154	-585	-531	-306	-9	31	58	117	175
11.10.	-222	-266	-675	-633	-557	-31	0	31	-220	-433	-28	-92	-667	-28	8	-194	-295	-329	-25	16	47	99	170
18.10.	-611	-651	-726	-609	-565	-132	-86	-14	-121	-191	-144	-332	-582	-97	-64	-204	-315	-296	-51	-7	41	77	103
24.10.	-551	-425	-640	-681	-574	-8	20	45	-172	-158	-9	-141	-526	-2	21	-187	-297	-284	-5	17	45	74	119
31.10.		-579	-686	-641	-587	-47	-21	11	-70	-89				-58	-11	-191	-243	-252	-40	11	43	83	118
05.11.		-841	-639	-627	-489	-51	-17	-7	-96	-80	-94	-372	-393	-58	-26	-182	-251	-240	-31	6	41	73	78
12.11.		-131	-535	-562	-556	-21	13	37	49	86	-31	4	4										
23.11.		4	-472	-589	-484	20	33	63	85	114	-2	19	62	2	40	58	-113	-120	2	15	44	88	129
26.11.		-110	6	-547	-520	21	51	70	90	141	4	36	66	20	33	48	-61	-25	28	40	62	114	164
03.12.		-66	33	109	-517	-8	48	60	91	173	-7	14	50	17	22	28	97	32		48	92	169	209
10.12.		-28	-6	-131	-537	-38	3	21	47	113	-66	-7	41										
20.12.		-98	-330	301	-304	-24	10	7	71	99	73	43	0										
2002																							
14.01.																							
21.01.																							
28.01.		-44	2		-57	-7	18	36	43	92	-15	17	54	-10	18	29	79	126		14	45		147
14.02.		-136	1	76	9	-3	10	80	90	154	-7	19	61		24	49	80	129		29	49		193
20.02.		13	63	89	25	30	35	28	55	120	-12	-7	36	17	37	-73	104	181		49	73		156
25.02.																							
08.03.		-16	27	73	17	-11	9	16	48	121	-24	-6	52	-14	14	46	78	135		17	42		127
22.03.		16	46	84	150		26	60	73	146	-8	17	70	-5	17	50	72	140		17	45		189
27.03.		-24	23	90	140	-23	20	52	52	118	-20	1	45		7	45	72	140		23	187		198
04.04.		-333	-21	69	145	-238	96	-179	-94	36	-179	-94	36							3	11		158

Tab. A 35: Gravimetrische Wassergehalte (%) der Untersuchungsstandorte in verschiedenen Bodentiefen (cm)

Datum	Schwefelbrunnen					Allianz					Hospitalhof			Pfaffenweg					Bahn				
	10	30	60	90	150	10	30	60	90	150	10	30	60	10	30	60	90	150	10	30	60	90	150
2001																							
23.05.	19,2	19,6	16,3	14,1	15,5	23,6	21,4	16,2	14,9	12,0	23,2	21,2	19,5	20,2	13,1	12,4	11,8	13,4	14,8	9,7	15,6		
20.06.	25,4	22,0	16,9	15,3	19,7	24,4	22,7	18,5	12,4	12,1	32,5	18,9	15,0	23,1	18,7	14,2	11,6	16,8	13,7	14,9	13,9	15,7	11,0
11.07.	18,8	19,9	15,2	15,7	16,2	18,7	19,6	12,6	13,8		20,9	18,5	17,1	12,4	13,2	16,2	13,3		9,8	7,9	15,7	16,7	
26.07.	16,3	14,7	14,4	16,3	18,5	16,4	13,5				23,0	19,3	15,5	14,6	12,4	12,3	11,7		10,8	9,5	13,2	19,9	
23.08.	15,5	13,7	7,9	12,0	16,8	13,5	10,5				23,9	18,4	14,2	14,8	11,3	12,0	11,1		9,0	8,6	6,5	18,2	
03.11.	18,4	16,0	17,9	9,8															14,5	15,6	18,5	19,1	
13.11.					29,8	22,2	17,4	16,1			36,6	22,3	21,8	31,8	24,0	16,1	12,0						
23.11.	32,2	21,1	16,4	7,8															19,2	18,1	25,3	29,7	
03.12.					29,9	31,4	18,4	12,1			34,0	27,9	21,8										
10.12.														25,3	21,4	18,2	17,6						
2002																							
12.03.	24,2	20,2	20,0	19,8															14,8	18,0			
27.03.														19,7	16,7	16,8	15,9						

Die Böden und zugehörigen Daten zu den Kartiereinheiten lassen sich über Holland (1996) und Umweltamt der Stadt Stuttgart (1995) erschließen, eine Darstellung dieser Daten hätte den Rahmen des Berichts gesprengt. Die Kartiereinheiten 98, 100, 101 und 102 sind innerhalb des Projekts bearbeitet worden und entsprechen den Projektstandorten 33 Kessel, 28 Roto Frank I, 32 Mäulesmühle und 31 Eichberg.

Tabelle A36: Kartiereinheiten und ihre Bewertungsdaten

Kartiereinheit Holland (1996)	Ausgleichs- körper Wasser- kreislauf zehnstufig	Ausgleichs- körper Wasser- kreislauf fünfstufig	Filter- und Puffer anorg. Schadstoffe Indexwert	Filter- und Puffer anorg. Schadstoffe zehnstufig	Filter- und Puffer anorg. Schadstoffe fünfstufig	Lebensraum für Kulturpfl. Indexwert	Lebensraum für Kulturpfl. Zehnstufig	Lebensraum für Kulturpfl. Fünfstufig	Gesamt- bewertung
1	9	1	526	53	4	375	38	3	4
4	43	3	581	58	4	574	57	4	4
10	19	2	298	30	2	235	23	2	2
11	14	2	825	83	5	629	63	4	5
12	14	2	825	83	5	629	63	4	5
15	21	2	310	31	3	346	35	3	3
16	18	2	347	35	3	209	21	2	3
18	15	2	694	69	4	482	48	3	3
20	39	3	314	31	3	448	45	3	3
21	35	3	481	48	3	750	75	5	5
27	33	3	171	17	2	507	51	4	3
28	21	2	188	19	2	468	47	3	3
29	32	3	185	19	2	501	50	4	3
38	34	3	551	55	4	512	51	4	4
39	34	3	551	55	4	512	51	4	4
42	68	4	507	51	4	582	58	4	4
45	26	2	567	57	4	416	42	3	3
46	24	2	569	57	4	442	44	3	3
47	24	2	569	57	4	442	44	3	3
48	18	2	680	68	4	457	46	3	3
49	22	2	530	53	4	343	34	3	3
50	17	2	333	33	3	234	23	2	3
51	22	2	406	41	3	335	33	3	3
54	54	4	476	48	3	695	70	4	4
56	22	2	733	73	5	279	28	2	5
57	16	2	569	57	4	281	28	2	3
59	19	2	651	65	4	280	28	2	3
60	21	2	625	62	4	314	31	3	3
61	41	3	619	62	4	343	34	3	3
63	20	2	636	64	4	310	31	3	3
67	13	2	484	48	3	196	20	2	2
68	21	2	158	16	2	286	29	2	2
69	21	2	334	33	3	374	37	3	3
70	19	2	606	61	4	231	23	2	3
71	20	2	414	41	3	245	25	2	2
72	25	2	438	44	3	410	41	3	3
73	24	2	519	52	4	345	34	3	3
74	25	2	623	62	3	390	39	3	3
78	33	3	657	66	3	426	43	3	3
80	21	2	474	47	3	257	26	2	2

<i>Kartiereinheit Holland (1996)</i>	<i>Ausgleichs- körper Wasser- kreislauf zehnstufig</i>	<i>Ausgleichs- körper Wasser- kreislauf fünfstufig</i>	<i>Filter- und Puffer anorg. Schadstoffe Indexwert</i>	<i>Filter- und Puffer anorg. Schadstoffe zehnstufig</i>	<i>Filter- und Puffer anorg. Schadstoffe fünfstufig</i>	<i>Lebensraum für Kulturpfl. Indexwert</i>	<i>Lebensraum für Kulturpfl. Zehnstufig</i>	<i>Lebensraum für Kulturpfl. Fünfstufig</i>	<i>Gesamt- bewertung</i>
81	20	2	636	64	4	310	31	3	3
83	21	2	474	47	3	257	26	2	2
85	38	3	604	60	4	487	49	3	3
86	17	2	762	76	5	375	37	3	5
87	61	4	626	63	4	466	47	3	4
88	17	2	615	62	4	307	31	3	3
89	41	3	619	62	4	343	34	3	3
91	38	3	550	55	4	505	50	4	4
92	29	2	644	64	4	318	32	3	3
93	21	2	625	62	4	314	31	3	3
94	24	2	499	50	3	203	20	2	2
95	39	3	634	63	4	364	36	3	3
96	8	1	379	38	3	64	6	1	2
97	29	2	594	59	4	312	31	3	3
98	6	1	558	56	4	154	15	2	3
102	33	3	444	44	3	607	61	4	3
100	2	1	416	42	3	71	7	1	2
101	28	2	81	8	1	653	65	4	3