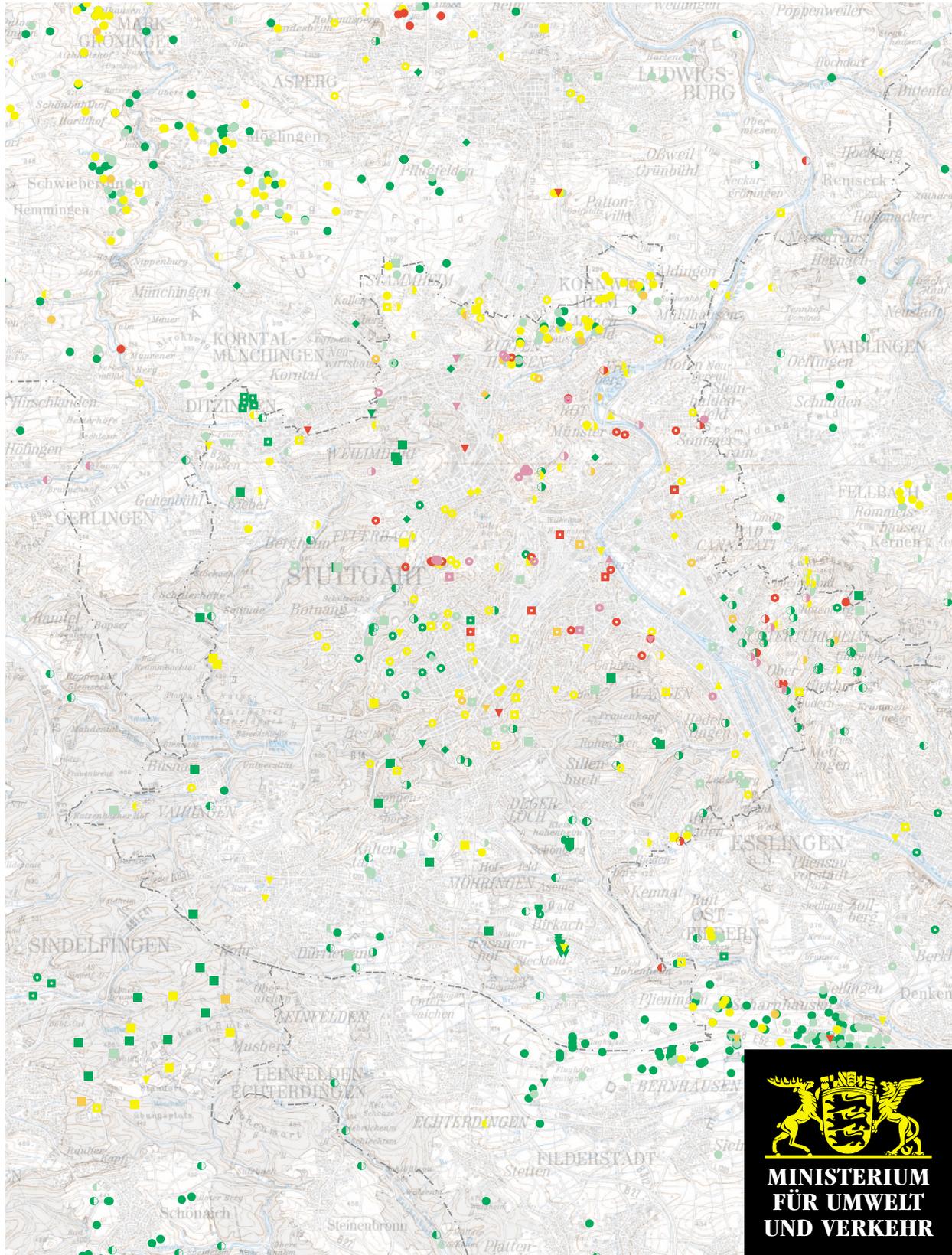


Bodenzustandsbericht Großraum Stuttgart

Schadstoffgehalte der Böden



BODENZUSTANDSBERICHT
GROSSRAUM STUTTGART
SCHADSTOFFGEHALTE DER BÖDEN

HERAUSGEBER

*Ministerium für Umwelt und Verkehr
Baden-Württemberg*

AUFTRAGGEBER

*Landesanstalt für Umweltschutz
Baden-Württemberg*

VERFASSER

*UMEG Gesellschaft für Umweltmessungen
und Umwelterhebungen mbH*



Impressum

- Herausgeber:* *Ministerium für Umwelt und Verkehr
Baden-Württemberg
70029 Stuttgart
<http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de>*
- Auftraggeber* *Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU)
Abteilung 2 - Ökologie, Boden- und Naturschutz
76185 Karlsruhe
<http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/lfu>*
- Verfasser:* *Gesellschaft für Umweltmessungen
und Umwelterhebungen mbH (UMEG)
76185 Karlsruhe
<http://www.umeg.de>*
- Kartengrundlage:* *Darstellung auf der Grundlage der Topographischen Karte 1:100 000,
mit Erlaubnis des Landesvermessungsamts Baden-Württemberg,
vom 06.05.1999, Az. 5.13-D/247*
- Kartengestaltung:* *UMEG GmbH*
- Druckdatum* *November 1999*
- Druck* *Kraft Druck und Verlag GmbH, Ettlingen*
- gedruckt auf* *Recyclingpapier aus 100 % Altpapieranteilen, 80 g/m²
Umschlagkarton aus 100 % Altpapieranteilen, 250 g/m²*
- Bezug* *Verlagsauslieferung der LfU
bei der JVA Mannheim – Druckerei
Herzogenriedstrasse 111
68 169 Mannheim
Fax: 0621/398-370*
- Preis* *18,- DM
9,18 Euro*

*Nachdruck - auch auszugsweise - nur unter Quellenangabe
und Überlassung von Belegexemplaren gestattet*

VORWORT

Der Boden ist eine elementare Grundlage unserer Existenz. Zugleich wird das Vorhandensein und eine hohe Qualität dieses Umweltmediums als selbstverständlich empfunden und von einem Großteil der Bevölkerung kaum bewusst wahrgenommen. Erst wenn Böden nicht mehr wie gewohnt "funktionieren" und es zu einer Verschlechterung einzelner Eigenschaften kommt, finden sie Beachtung. Mit der Verabschiedung des Bundesbodenschutzgesetzes am 17. März 1998 wurde dem Boden auch auf Bundesebene die Bedeutung beigegeben, welche die Umweltmedien Wasser und Luft schon seit geraumer Zeit haben. In Baden-Württemberg wurde als erstem Bundesland schon 1991 ein Bodenschutzgesetz in Kraft gesetzt.

Stoffeinträge in Böden dürfen bestimmte Grenzen der Belastbarkeit nicht überschreiten. In Anbetracht des begrenzten Puffervermögens von Böden auf die Einträge und Eingriffe durch den Menschen ("Böden haben ein langes Gedächtnis") hat das Ministerium für Umwelt und Verkehr den vorliegenden Bericht herausgegeben. Er soll dazu beitragen, die Einträge von Schadstoffen in Böden aus industriellen und gewerblichen Anlagen, aus der Landwirtschaft, aus privaten Haushalten, aus dem Straßenverkehr und weiteren Quellen besser zu erkennen. Der Bericht ist somit eine Basis, um rechtzeitig Maßnahmen zur Erhaltung und Wiederherstellung der Bodenfunktionen ergreifen zu können.

Auf der Umweltkonferenz der Vereinten Nationen in Rio de Janeiro im Jahr 1992 wurde vereinbart, gerade auch auf lokaler Ebene den Prozess des nachhaltigen Wirtschaftens mit den Umweltgütern einzuleiten. Insbesondere bei der Diskussion von Stadtentwicklungszielen muss auf die Schonung der Ressource Boden ein besonderes Augenmerk gelegt werden. Die Daten des Bodenzustandsberichts liefern deshalb auch bei der Umsetzung der "Lokalen Agenda 21" eine wertvolle Grundlage.

Der Bodenzustandsbericht Großraum Stuttgart steht in einer Reihe mit den bereits veröffentlichten Berichten für den Großraum Mannheim/Heidelberg und für die Räume Karlsruhe, Kehl und Pforzheim. Die Erarbeitung des vorliegenden Bodenzustandsberichtes war geprägt von der engagierten und fruchtbaren fachlichen Diskussion mit den Vertretern der Stadt Stuttgart und der Landkreise Esslingen, Böblingen, Ludwigsburg und Rems-Murr. Mein besonderer Dank gilt deshalb der Stadt und den Landkreisen für die inhaltlichen Beiträge und die aktive Beteiligung an der Erhebung. Ich bin mir sicher, dass die vorgelegten Daten und Hinweise wichtige Impulse für die tägliche Arbeit liefern können.



Ulrich Müller Mdl,
Minister für Umwelt und Verkehr

In urban-industriellen Siedlungsräumen unterliegt der Boden seit Jahrhunderten einem starken Veränderungsdruck. Die Inanspruchnahme des Bodens als Siedlungs-, Verkehrs-, und Gewerbefläche ist in Baden-Württemberg auf heute etwa 13 % der Landesfläche angewachsen. Mit der hohen Wirtschaftsleistung und dem wachsenden Lebensstandard ist ein zunehmender Verbrauch nicht nur von Energie und Rohstoffen, sondern auch von Fläche und damit des kaum erneuerbaren Naturguts Boden verbunden.

Die Böden dienen aber auch seit langer Zeit als Senke für Schwermetalle und andere Schadstoffe. Besonders in stark industrialisierten Siedlungsräumen kam und kommt es einerseits durch Emissionen von Industrie, Gewerbe, Verkehr und Hausbrand zu großräumigen Einträgen von Problemstoffen. Andererseits spiegeln die heutigen Schadstoffgehalte im Boden der Siedlungsräume auch die vielen unterschiedlichen Arten der Bodennutzung und -bewirtschaftung wider, die oftmals auf ein und derselben Fläche im Lauf der Zeit stattfanden.

Ebenso wie lange andauernde Einträge von Säurebildnern kann auch die wiederholte Änderung von Bodennutzungen zur Mobilisierung und Freisetzung der im Boden über lange Zeit angereicherten Schadstoffe führen. Gesundheitliche Risiken können für die Bevölkerung durch den Verzehr von Kulturpflanzen entstehen, die auf kontaminierten Böden angebaut werden. Ein weiteres Gefährdungspotential besteht insbesondere für spielende Kinder durch direkten Kontakt mit schadstoffbelasteten Böden. Gegenüber natürlichen Böden in unbelasteten Regionen haben schadstoffangereicherte Böden für das Grundwasser bestenfalls eine eingeschränkte

Schutzfunktion, sie können darüber hinaus sogar eine Gefährdung für das Grundwasser darstellen.

Im Jahresgutachten 1996 hat der Rat der Sachverständigen für Umweltfragen empfohlen, fortschreibbare, bilanzierende Bodenzustandsberichte im Hinblick auf die langfristige Erhaltung der Bodenqualität zu erstellen. Gerade in den urban-industriell geprägten Zentren unterscheidet sich der Zustand der Böden aufgrund der vielfältigen und langfristigen Einwirkungen deutlich vom Bodenzustand ländlicher Räume, die mehr oder weniger den natürlichen Schadstoffhintergrund repräsentieren. Es lag deshalb nahe, mit der Erstellung bilanzierender Bodenzustandsberichte in Regionen zu beginnen, in denen nachweisbare Veränderungen der Böden in überschaubaren Zeiträumen zu erwarten sind.

Mit dem Bodenzustandsbericht für den Großraum Stuttgart liegt der fünfte Band einer Berichtsreihe vor, in der Daten zur aktuellen stofflichen Beschaffenheit der Böden in den großen Siedlungsräumen des Landes zusammengetragen, dokumentiert und bewertet werden. Der Bericht leistet damit einen wichtigen Beitrag zum vorsorgenden Schutz der Böden. Er gibt den zuständigen Behörden vor Ort Erkenntnisse an die Hand, um mögliche Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung und des Umweltgutes Boden ergreifen zu können. Nicht zuletzt sollen die Bodenzustandsberichte den Städten und Gemeinden auch eine Entscheidungs- und Abwägungshilfe für künftige Planungen bieten.



Margareta Barth, Präsidentin der
Landesanstalt für Umweltschutz
Baden-Württemberg

Die Siedlungsgeschichte im Großraum Stuttgart ist eng an das vorhandene Bodeninventar gebunden. Kennzeichnend hierfür ist der Beginn der Siedlungstätigkeit in der Jungsteinzeit auf den ertragreichen und leicht zu bearbeitenden Lössböden der Gäuflächen, des Schmidener und des Langen Feldes. Später ließen sich die Menschen auch in den fruchtbaren Tälern von Neckar, Rems, Enz und deren Zubringer nieder. Die Siedlungen entwickelten sich zu Dörfern, aus denen im Laufe des Mittelalters unsere Städte erwachsen und deren Ausdehnung bis heute unvermindert anhält.

Lebte auch der Stadtmensch vormals Jahrtausende lang nicht nur mit, sondern gerade auch von den Böden, vollzog sich zu Beginn des 20. Jahrhunderts ein krasser Wechsel im Verhältnis Boden-Mensch. Dabei hat die moderne Industrie- und Dienstleistungsgesellschaft den traditionellen Bezug zum Boden, die Bodenständigkeit, verloren. Sie verhält sich infolge neuartiger Wertvorstellungen sogar bodenfeindlich. Mit dem steigenden Siedlungsdruck in die Fläche, durch den die urbanen Zentren mehr und mehr zu Großstädten zusammenwachsen, verliert die Bevölkerung nicht nur bildlich gesprochen immer mehr „den Boden unter den Füßen“. Gerade in Ballungsräumen wurde und wird auch der nicht überbaute Boden durch stoffliche Einträge (z.B. Industrie- und Siedlungsrückstände, Kriegsschutt, Baurestmassen, Immissionen aus Industrie, Verkehr und Haushalten) geschädigt. Gleichzeitig hat die intensiviertere Landwirtschaft beim Einsatz von Behandlungsmitteln und bei der technisierten Flächenbearbeitung immer deutlichere Spuren im Boden hinterlassen. Die zunehmende Urbanisierung schädigt so auch die Böden im Umfeld unserer Ballungsräume. Besonders betroffen sind hiervon die ökologisch bedeutsamen Funktionen der Böden

als Filter und Puffer für Schadstoffe, als Lebensraum für einheimische Tier- und Pflanzenarten, als Ausgleichskörper bei der Grundwasserneubildung und bei der Hochwasserrückhaltung und nicht zuletzt als Produktionsstätte gesunder Nahrungsmittel.

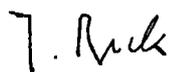
Böden sind im Lebensalter eines Menschen aber nicht reproduzierbar und schädliche Einwirkungen lassen sich kaum beheben. Deshalb erwächst durch den bisherigen Umgang mit den Böden, besonders in Ballungsräumen, mittel- bis langfristig eine ernsthafte Gefährdung der Bodenressourcen. Fachleute gehen davon aus, dass die Schädigung der Böden weltweit sogar den Folgen des globalen Klimawandels vorausziehen dürfte. Darum herrscht Einvernehmen, dass die komplexen Wechselwirkungen der Ökosysteme und die vielfältigen Einwirkungen des Menschen auf die Böden konzeptionelle Handlungsmuster von regionalspezifischem Zuschnitt erfordern.

Aus diesem Grund wurde, wie bereits für Karlsruhe, Pforzheim, Kehl und Mannheim/Heidelberg, für den Großraum Stuttgart ein Bodenzustandsbericht erstellt, der die Summe der bislang eingetretenen stofflichen Einflüsse auf die Böden und deren Ursachen beschreibt. Aus ihnen lassen sich charakteristische Wirkungsmechanismen ableiten, deren Bekämpfung eine vorrangige Aufgabe des vorsorgenden Bodenschutzes darstellt. Gleichermaßen werden Anhaltspunkte zu regionalen Eintragungsschwerpunkten geliefert, die Ort und Umfang erforderlicher Maßnahmen deutlich machen.

Der vorliegende Bodenzustandsbericht bietet uns die Lösungsansätze, die wir für die Konzepte zum

nachhaltigen Schutz der Böden benötigen. Die Einzelergebnisse sind Grundlage unserer Entscheidungen bei der Beurteilung von flächenspezifischen Bodennutzungen und bei der Bauleitplanung. Ziel ist es, sowohl präventive Maßnahmen als auch solche der Nachsorge speziell auf die örtlichen Ver-

hältnisse zuzuschneiden. Beim Umgang mit der natürlichen Ressource Boden brauchen wir gerade im Großraum Stuttgart ökonomisch und ökologisch vertretbare Denk- und Handlungsmuster.



Jürgen Beck, Bürgermeister für Umwelt, Sicherheit und Ordnung der Landeshauptstadt Stuttgart



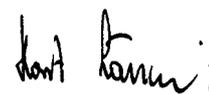
Dr. Reiner Heeb,
Landrat des Landkreises
Böblingen



Dr. Hans Peter Braun,
Landrat des Landkreises
Esslingen



Dr. Rainer Haas,
Landrat des Landkreises
Ludwigsburg



Horst Lässig,
Landrat des Rems-Murr-
Kreises

INHALTSVERZEICHNIS

0	Zusammenfassung	1
1	Einleitung	3
1.1	Ziel des Bodenzustandsberichts	3
1.2	Schadstoffe in Böden	3
2	Das Untersuchungsgebiet	5
2.1	Bodengesellschaften und typische Bodennutzungen	5
2.1.1	Nördliche Gäulandschaft	5
2.1.2	Keuperbergland	5
2.1.3	Stuttgarter Kessel und Cannstatter Becken mit Hängen	6
2.1.4	Filderebene	6
2.1.5	Neckartal mit Talhängen	6
2.1.6	Ausgangsgesteine der Bodenbildung mit geogen erhöhten Schwermetallgehalten	6
2.2	Statistik der Bodennutzungen	7
2.3	Kontaminationsquellen	7
3	Methodik	9
3.1	Datenerhebung	9
3.2	Zusätzliche Erhebungen	12
3.3	Datengruppierung	12
3.4	Kartographische Darstellung	12
3.5	Beschreibende Statistik	13
4	Schadstoffgehalte der Böden	14
4.1	Arsen	22
4.2	Cadmium	23
4.3	Chrom	33
4.4	Kupfer	38
4.5	Quecksilber	39
4.6	Nickel	46
4.7	Blei	47
4.8	Thallium	56
4.9	Zink	57
4.10	Weitere Spurenelemente	66

4.11	Nitrat	67
4.12	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	68
4.13	Polychlorierte Biphenyle	74
4.14	Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane	75
4.15	Chlorierte Pestizide	81
4.16	Phtalate	83
5	Schlussfolgerungen	90
5.1	Beeinträchtigung von Schutzgütern	90
5.1.1	Schutzgut Mensch	90
5.1.2	Schutzgut Pflanzen und Tiere	91
5.1.3	Schutzgut Wasser	95
5.2	Nutzungsänderungen und Grundsätze des Umgangs mit Bodenaushub	96
5.3	Böden des Großraums Stuttgart im Vergleich	97
6	Handlungsbedarf und Maßnahmen bei Flächen mit erhöhten Schadstoffgehalten im Boden im Stadtkreis Stuttgart	102
6.1	Untersuchte Flächen	102
6.2	Befunde	102
6.2.1	Wirkungspfad Boden-Mensch	102
6.2.2	Wirkungspfad Boden-Pflanzen	102
6.2.3	Wirkungspfad Boden-Wasser	103
6.3	Kontaminationsursachen	103
6.4	Repräsentanz der Daten im Stadtkreis Stuttgart	103
6.5	Vorsorge	104
6.5.1	Schutz vor schädlichen Auswirkungen vorhandener Bodenkontaminationen	104
6.5.2	Schutz des Bodens vor künftigen Kontaminationen	104
7	Abkürzungen	105
8	Literaturverzeichnis	106

0 ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Bericht werden die aus zahlreichen Einzeluntersuchungen für den Großraum Stuttgart vorhandenen Daten zu Schadstoffgehalten in Böden zusammengestellt, kartographisch dokumentiert und bewertet. Das Erhebungsgebiet umfasst den gesamten Stadtkreis Stuttgart sowie Teile der benachbarten Kreise Esslingen, Böblingen, Ludwigsburg und Rems-Murr. Untersuchungsdaten lagen überwiegend aus dem Stadtkreis Stuttgart vor. Aufbauend auf den Daten bisheriger Untersuchungen wurden im Rahmen dieser Erhebung weitere Schadstoffuntersuchungen an Böden vor allem dort durchgeführt, wo erst wenige Informationen vorlagen.

In dem Erhebungsraum wurden ca. 2.600 Standorte auf Gesamtschwermetallgehalte untersucht (davon ca. 1.800 Ackerstandorte im Umland der Stadt). Daten über mobile Schwermetalle und/oder organische Schadstoffe waren von etwa 300 Standorten verfügbar. Die meisten der untersuchten Standorte befinden sich im Bereich des Stadtkreises Stuttgart. In vielen Fällen wurden besondere Verdachtsflächen untersucht.

Bei den statistischen Angaben über Schadstoffgehalte der Böden wurden Erhebungen im Umfeld bekannter Emittenten ausgeschlossen. Aus den verbleibenden Daten wurden die Schadstoffgehalte berechnet, die in 50 % bzw. 90 % der Oberböden des Erhebungsraums unterschritten werden (50. bzw. 90. Perzentilwerte). Anhand der landesweiten Hintergrundwerte für Schadstoffe in Böden (ebenfalls 90. Perzentilwerte) wird der regionale Bodenzustand beurteilt. Das sich ergebende Bild ist durch die verschiedenartigen Datenkollektive, die unterschiedlichen Ziele einzelner Untersuchungsprojekte und die ausgeprägte Heterogenität des

Stoffbestands von Böden in städtischen Gebieten geprägt. Flächenrepräsentative Verhältnisse können die Daten nicht widerspiegeln.

Alle Daten wurden nach der 3. und 4. Verwaltungsvorschrift zum Bodenschutzgesetz Baden-Württemberg bewertet (VwV Anorganische Schadstoffe und VwV Organische Schadstoffe). Eine Neubewertung der Daten anhand der Verordnung zur Durchführung des Bundesbodenschutzgesetzes (BodSchV) ist erforderlich soweit sich dadurch andere Bewertungsgrundlagen bzw. Bewertungsmaßstäbe ergeben.

In die Kartendarstellungen wurden nur die Flächen einbezogen, von denen keine zwischenzeitlich geänderte Bodennutzung bekannt war. Die Stadt Stuttgart hat alle im Stadtkreis früher untersuchten Flächen verifiziert; die Karten geben in diesem Bereich die aktuellen Bodennutzungen wieder.

Im Großraum Stuttgart wurden bisher weniger als 1 % der vorhandenen Spielflächen stichprobenartig auf Schadstoffgehalte im Boden untersucht. Schwerpunktmäßig wurden dabei immissionsexponierte Flächen (alte Industrievororte, Nähe verkehrsreicher Straßen usw.) ausgewählt. An ca. 10 % der untersuchten (d. h. < 0,1 % aller) Spielflächen im Großraum Stuttgart treten etwas erhöhte Gehalte bei Gesamt-Blei auf. In der Regel handelt es sich um verkehrs- bzw. zentrumsnahe Flächen, die länger nicht mehr erneuert oder bearbeitet wurden. Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) können hier ebenfalls relevant sein. Auf weniger exponierten Spielflächen (>99 % im gesamten Stadtgebiet) sind auffällige Schadstoffgehalte kaum zu erwarten.

Im Jahr 1993 wurden in den Kreisen Stuttgart und Ludwigsburg 16 ausgewählte, exponierte Kleingartenanlagen (d. h. ebenfalls ein kleiner Teil aller Gartenanlagen im Erhebungsgebiet) auf Schadstoffe im Boden untersucht. An 7 Standorten ergaben sich Belastungen bei PAK, DDT oder polychlorierten Biphenylen (PCB); in anderen Erhebungen wurden erhöhte Cadmium- und Bleigehalte identifiziert. Cadmium und PCB sind in Kleingärten auf punktuelle Einträge beispielsweise durch Klärschlamm oder Pflanzenschutzmittel zurückzuführen; PAK und DDT sind allgemein in langjährig genutzten Böden von Haus- und Kleingärten der Verdichtungsräume eher flächenhaft zu finden (Ruß von Holz- und Kohlestücken, Pflanzenschutzmittel).

Bei früheren Untersuchungen wurden in den Auen von Neckar, Enz, Glens und Rems sowie einiger Nebenflüsse lokal erhöhte Schwermetall-, PAK-, gelegentlich auch PCB- und DDT-Gehalte gefunden. Böden in den Weinbaugebieten im Großraum Stuttgart können vereinzelt Belastungen durch Kupfer aufweisen, die auf den Einsatz kupferhaltiger Pflanzenbehandlungsmittel zurückzuführen sind. DDT scheint in den Böden des Erhebungsgebiets nutzungsübergreifend etwas erhöht zu sein.

Im Großraum Stuttgart weisen 50 % der unter Forstvegetation untersuchten Oberböden einen Boden-pH-Wert < 4,0 auf. Darüber hinaus können Böden über Stubensandstein, Schilfsandstein und Kiesel-sandstein örtlich Anzeichen einer zur Tiefe voranschreitenden Versauerung aufweisen. Ähnliche Verhältnisse sind in Waldgebieten anderer Regionen mit Böden aus basenarmen Gesteinen (z. B. in Buntsandsteinlandschaften) anzutreffen.

In den Oberböden des Großraums Stuttgart sind erhöhte Schadstoffwerte vergleichbar häufig wie zum Beispiel im Großraum Mannheim/Heidelberg vorhanden. Bei polychlorierten Dibenzodioxinen und Dibenzofuranen (PCDD/F) ergaben sich erhöhte Gehalte in 39 %, bei Benzo[*a*]pyren in 27 %, bei DDT in 20 % der untersuchten Böden. Bei Cadmium, Zink, PAK und PCB liegt der Anteil bei 10 - 20 %. Für die Verwertung von Bodenaushub (Oberboden) sollten im Regelfall Schadstoffuntersuchungen vorliegen. Insgesamt liegen die für die Böden des Großraums Stuttgart vorhandenen Werte bei PCB etwas über, bei PAK- und PCDD/F unter den Werten anderer Siedlungsräume.

Die Befunde legen nahe, dass die individuelle Nutzungsgeschichte der Flächen ihren heutigen Kontaminationsgrad stärker beeinflusst hat, als die Immissionen in Siedlungsräumen mit hohem Anteil an Industrie- und Gewerbegebieten. In Stuttgart werden die erkannten Zusammenhänge genutzt, um schädlichen Auswirkungen vorhandener ebenso wie dem Entstehen künftiger Bodenkontaminationen vorzuzorgen.

1 EINLEITUNG

In Siedlungsräumen mit hohem Anteil an Industrie- und Gewerbegebieten kam es in den zurückliegenden Jahrzehnten teilweise zu erheblichen Schadstoffanreicherungen in den Böden, die einerseits durch Emissionen von Industrie, Gewerbe und Verkehr sowie durch den Hausbrand über die Luft großflächig auf die Böden verteilt wurden.

Andererseits hat die intensive Umverteilung von Boden und ausgehobenem Material seit vielen Jahrzehnten wesentlich zu den heutigen, unregelmäßig verteilten, punktuell erhöhten Schadstoffbelastungen beigetragen. Schwermetalle und persistente organische Schadstoffe werden in Böden kaum abgebaut. Die aktuellen Schadstoffgehalte sind daher ein Spiegel der Bodenentwicklung sowie der Siedlungs- und Industriegeschichte in solchen Räumen.

Um einen Überblick über Art und Ausmaß der Kontaminationen von Böden in diesen Gebieten zu bekommen, hat das Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg über die Landesanstalt für Umweltschutz diese Erhebung in Auftrag gegeben.

Weitere Bodenzustandsberichte wurden in folgenden Heften veröffentlicht: Karlsruhe [UM 1995a], Pforzheim [UM 1995b], Kehl [UM 1995c] und Großraum Mannheim/Heidelberg [UVM 1998].

1.1 Ziel des Bodenzustandsberichts

Der Bodenzustandsbericht dokumentiert die Schadstoffgehalte der Böden ausgewählter Flächen und Nutzungen im Großraum Stuttgart. Datengrundlage sind die Ergebnisse bisheriger entweder stichprobenartiger oder thematischer Untersuchungen. Sie werden durch zusätzliche Beprobungen und Analysen aus den Jahren 1996/97 ergänzt.

Der Bodenzustandsbericht leistet einen Beitrag zum vorsorgenden Bodenschutz und zeigt Problem-schwerpunkte auf. Der Bericht kann auch eine Planungshilfe für künftige Schadstoffuntersuchung sein und soll zur Information der Öffentlichkeit dienen. Anhand des Berichts können in Einzelfällen auch angemessene Schutz- oder Sicherungsmaßnahmen festgelegt werden.

Eine Fortschreibung des Bodenzustandsberichts ist künftig zu empfehlen, wenn der Bestand an Bodenuntersuchungen ein dichteres Abbild der flächenhaften Bodenbeschaffenheit ermöglicht.

Bodenbeeinträchtigungen, die von Bodenversiegelungen, -verdichtungen oder dem Abtrag von Böden ausgehen, sind nicht Gegenstand dieses Berichts.

1.2 Schadstoffe in Böden

Schwermetalle und Halbmetalle sind in geringen Konzentrationen natürliche Bestandteile von Böden. Durch die Metallgewinnung und die industrielle Weiterverarbeitung werden Schwermetalle über die Luft, das Wasser oder durch die Verwertung von Abfällen in die Umwelt eingetragen und werden in den Böden angereichert. Während Cadmium, Blei und Thallium über den Pflanzenpfad in erhöhten Konzentrationen primär für Menschen und Tiere Umweltgifte sein können, sind Kupfer, Nickel und Zink vor allem schädlich für Pflanzen. Arsen und Blei stehen bei der Betrachtung des Aufnahmepfades Boden-Mensch im Vordergrund. Für die Beurteilung der Transferpfade Boden-Pflanze und Boden-Sickerwasser werden neben den Gesamtgehalten auch die mobilen oder eluierbaren Anteile herangezogen.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

(PAK) bestehen aus zwei oder mehr kondensierten Ringen. PAK entstehen bei unvollständigen Verbrennungsprozessen. Sie gehören zu den am weitesten verbreiteten Schadstoffen. Die Löslichkeit und Verlagerbarkeit von PAK in Böden ist gering, kann jedoch durch Tenside oder hohe mobile Anteile natürlicher Huminsäuren erhöht werden. Unter den weit über 100 bekannten PAK werden einige, wie z. B. das Benzof[a]pyren und das Dibenz[a,h]anthracen, als krebserregend eingestuft.

Polychlorierte Biphenyle (PCB) sind chemisch hergestellte, chlorierte, aromatische Kohlenwasserstoffe. Es gibt 209 Isomere, von denen nach der 4. VwV 6 Isomere nach BALLSCHMITER untersucht werden (PCB6). PCB sind ausschließlich anthropogen. Technische Gemische von PCB wurden als Isolier- und Kühlmittel oder als Hydraulikflüssigkeit in vielen Bereichen eingesetzt. PCB sind beständige, wenig wasserlösliche Verbindungen, die im Boden insbesondere an Huminstoffe gebunden vorliegen. Die Bindungsstärke ist abhängig von der Wasserlöslichkeit und vom Chlorierungsgrad. Seit 1989 ist ihre Herstellung und das Inverkehrbringen in der Bundesrepublik Deutschland verboten.

Es gibt 75 Isomere von **polychlorierten Dibenzop-dioxinen** (PCDD) und 135 Isomere von polychlorierten **Dibenzofuranen** (PCDF). PCDD und PCDF sind Nebenprodukte, die bei industriellen Synthesen und Verbrennungsvorgängen entstehen. PCDD/F kommen ubiquitär in der Umwelt vor, werden im Boden stark an Humus gebunden und kaum verlagert. Zu den giftigsten Einzelkomponenten gehört 2,3,7,8-Tetrachlordibenzodioxin.

Chlorierte Kohlenwasserstoffe wurden als **Pestizide** in der Landwirtschaft und im Gartenbau eingesetzt. Die meisten Organochlorpestizide sind mittlerweile in Deutschland verboten (Hexachlorbenzol HCB 1977, Alpha-HCH 1980, Beta-HCH 1980, Aldrin 1981, Heptachlor 1986, Dieldrin 1971, Chlordan 1971, DDT 1972), werden jedoch im Ausland vereinzelt noch angewendet. Bedingt durch die geringe Löslichkeit, Flüchtigkeit und Mobilität der chlorierten Pestizide im Boden haben sie sich im Laufe der Zeit ihrer Anwendung im Boden angereichert. Wegen ihrer hohen Persistenz und ihrer leichten Fettlöslichkeit sind diese Pestizide zudem weltweit in Vögeln, Fischen und Säugetieren angereichert.

Stickstoff ist ein Bestandteil der natürlichen Stoffkreisläufe. Stickstoffeinträge erfolgen vor allem aus Verbrennungsprozessen über die Luft (Stickoxide) und durch das Ausbringen von Düngemitteln (Nitrat). Die Verteilung von Nitrat in Böden hängt von den Umsetzungsprozessen durch Mineralisierung und Immobilisierung sowie Nitrifikation und Denitrifikation ab. Hinsichtlich der Trinkwasserqualität wird Nitrat als bedenklich für die menschliche Gesundheit eingestuft.

Alle Daten zu den Schadstoffgehalten im Boden werden nach der 3. und 4. Verwaltungsvorschrift zum Bodenschutzgesetz Baden-Württemberg bewertet (VwV Anorganische Schadstoffe und VwV Organische Schadstoffe). Eine Neubewertung der Daten anhand der Verordnung zur Durchführung des Bundesbodenschutzgesetzes (BodSchV) ist erforderlich, soweit sich dadurch andere Bewertungsgrundlagen bzw. Bewertungsmaßstäbe ergeben.

2 DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET

Das Untersuchungsgebiet umfasst die Fläche des Großraumes Stuttgart mit folgenden Eckpunkten: Gauß-Krüger-Koordinaten Rechtswert 3494 bis 3536, und Hochwert 5389 bis 5426 (vgl. Kartenausschnitte in Kapitel 4). Darin wurde ein Kerngebiet ausgewiesen (Rechtswert 3500 bis 3525, Hochwert 5390 bis 5420), in dem Bodendaten von ausgewählten Flächen nacherhoben wurden. In dem Bearbeitungsgebiet liegt der Stadtkreis Stuttgart sowie Städte und Gemeinden der Landkreise Esslingen, Böblingen, Ludwigsburg und Rems-Murr.

2.1 Bodengesellschaften und typische Bodennutzungen

Die folgende Beschreibung und Gliederung der Gesteins- und Bodengesellschaften wurde aus GEYER & GWINNER [1990], LUGIBIHL [1992] und HOLLAND [1995] sowie GLA [1959] zusammengestellt.

Der Raum Stuttgart liegt im Zentrum der Südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft und bietet damit eine große Variationsbreite von Gesteinen und Bodenformen. Neben quartären Sedimenten stehen Gesteine der geologischen Formationen *Oberer Muschelkalk*, *Keuper* und *Lias* an.

Der *Oberer Muschelkalk mo* wird von Kalk- und Dolomitbänke geprägt. Der *Keuper* besteht überwiegend aus Tonsteinen (*Untere Bunte Mergel km3u*, *Knollenmergel km5*) oder Sandsteinen (*Schilfsandstein km2*) oder ist durch Wechsel zwischen Dolomit und Tonsteinen (*Lettenkeuper ku*), Sand- und Tonsteinen (*Stubensandstein km4*, *Oberer Keuper ko*), durch Gipseinschlüssen (*Gipskeuper km1*) oder Sandsteinen mit tonigmergeligen Lagen (*Kieselsandstein km3s*, *Oberer Bunte Mergel km3o*) geprägt. Der *Lias* (Unterer Jura)

ist durch graue und graublau Tonsteine mit wechselnden Kalkstein- und Sandsteinbänken gekennzeichnet.

An den Hängen des Keuperberglandes haben sich mächtige Fließerdien und Hangschuttdecken, sog. Deckschichten gebildet, die eine Durchmischung der Verwitterungsprodukte untereinander und mit quartärem Löss bewirkt haben.

Wegen des wechselnden Gesteinsmusters lassen sich im Großraum Stuttgart kaum großmaßstäblichen Bodeneinheiten zusammenfassen. Die Untergliederung erfolgt daher nach folgenden geomorphologischen Einheiten.

2.1.1 Nördliche Gäulandschaft

Im Norden des Bearbeitungsgebietes liegen die meist mit Löss bedeckten *mo/ku*-Flächen der Gäulandschaft. Sie sind, wie auch die Filder im Süden durch jahrhundertelange Ackernutzung geprägt. In flachen, geschützten Lagen der Gäulandschaft erreicht die Lössauflage bis zu 8 m. In tief eingeschnittenen Tälern tritt *Oberer Muschelkalk* und *Lettenkeuper* zutage. An besonders steilen Lagen steht hier *Lettenkeuper*-Sandstein mit podsoligen Braunerden an. Über Muschelkalk dominieren meist braune Rendzinen.

2.1.2 Keuperbergland

Das Keuperbergland im Osten und Westen des Bearbeitungsgebietes weist mit einem Wechsel von Tonen, Mergeln und Sandsteinen eine große Vielfalt der bodenbildenden Ausgangsgesteine auf. Dementsprechend ist ein vielfältiges Muster der Bodenformen von Braunerden, Parabraunerden, Pelosolen und Pseudogleyen aus Sand-, Ton- und Mergelsteinen entstanden.

Die *Stubensandsteinschichten km4* sind anteilmäßig die größten Flächenbildner. Auch hier wechseln die Bodenarten kleinräumig vom Ton bis zum Sand.

An der Fußzone des Keuperberglandes liegt der *Gipskeuper km1* zwischen der flachwelligen Gäulandschaft und dem reliefierten Keuperbergland. Hier haben sich überwiegend Rendzina-Pelosole und Braun-Pelosole entwickelt.

Die westlichen und südlichen Bereiche des Keuperberglandes sind zu einem hohen Anteil bewaldet (z.B. podsolige Braunerden des *km4*), die östlichen Bereiche sind durch Weinbau geprägt.

2.1.3 Stuttgarter Kessel und Cannstatter Becken mit Hängen

Der „Stuttgarter Kessel“ ist eine vom *Nesenbach* ausgeräumte Hohlform. Im Talgrund steht *Gipskeuper km1* an. Die Hänge des Talkessels werden von Gesteinen des mittleren Keupers gebildet. Darüber liegen periglaziale Schuttdecken des Sandstein- und Tonsteinkeupers, aus denen sich Braunerden, Rendzinen, Pararendzinen und Pelosole ausgebildet haben.

Die Nesenbachtalaue vom Schlossgarten bis zum Rosensteinpark wurde ehemals von Anmooren eingenommen, ist jedoch heute nahezu vollständig überbaut, bzw. entwässert und überschüttet.

2.1.4 Filderebene

Die Filderebene im Süden des Großraumes Stuttgart ist eine mit bis zu 4 m Löss bedeckte Fläche der Lias-Schichtstufe. Die Filderebene wird überwiegend durch die Körsch zum Neckar hin entwässert, die sich in den *Knollenmergel km5* und

die *Stubensandsteinschichten km4* eingeschnitten hat.

Auf der Hochfläche ist der Filderlehm bodenbildend, ein Gemisch aus Lias Verwitterungsmaterial und Löss, welcher durch eiszeitliche Bodenvermischungen entstanden ist. Auf den Fildern sind meist (Pseudogley-) Parabraunerden anzutreffen.

Die Filderebene ist sehr gut ackerbaulich nutzbar. Die Ackernutzung wird jedoch zunehmend durch Verkehrs- und Gewerbeansiedlungen verdrängt.

2.1.5 Neckartal mit Talhängen

In den Neckartalaunen steht überwiegend kalkreicher Auelehm in mehreren Metern Mächtigkeit an. Die Böden am Unterhang aus *Gipskeuper km1* sind meist schwer, im Oberhangbereich aus *Schilfsandstein km2*, *Stubensandstein km4* oder *Bunten Mergeln km3* dagegen meist leicht. In Bereichen mit anstehendem *Oberem Muschelkalk* haben sich oft braune Muschelkalk-Rendzinen entwickelt.

Der Talboden des Neckartals ist heute weitgehend überbaut oder mit Fremdbodenmaterial aufgefüllt bzw. wird gewerblich oder zur Verkehrsführung genutzt. An sonnenexponierten Hängen überwiegt Weinbau.

2.1.6 Ausgangsgesteine der Bodenbildung mit geogen erhöhten Schwermetallgehalten

Im Großraum Stuttgart stehen in den Talniederungen der Gäulandschaft sowie im Neckar- und Remstal mancherorts Böden aus *Oberem Muschelkalk* an. Böden aus verwittertem Muschelkalkmaterial, sog. Residualtonen, können geogen erhöhte Schwermetallgehalte aufweisen, wenn sie nicht durch einen hohen Lössanteil verdünnt sind. Für solche durch Kalklösung entstandene Residual-

tone aus Kalksteinen des *Oberen Jura* (Schwäbische Alb) wurden in der 3. VwV zum BodSchG Baden-Württemberg gesonderte Hintergrundwerte festgelegt, die näherungsweise auch für die in dem Erhebungsraum anzutreffenden Böden aus Residualtonen herangezogen werden können.

Am Rande der Filderebene, im Bereich Stetten auf den Fildern, steht *Lias epsilon* auf einer Fläche von ca. 0,1 km² an (Geologische Karte Stuttgart und Umgebung 1:50.000). Auch für diese Formation gelten infolge geogen erhöhter Schwermetallgehalte gesonderte Hintergrundwerte.

Eine weitere geogene Besonderheit im Großraum Stuttgart bilden die Sauerwasserablagerungen in den Stadtteilen Bad Cannstatt und Münster. Die dortigen Quellwässer zeichnen sich durch erhöhte Arsengehalte aus, die auch in den aus verwitterten Sauerwassersedimenten entstandenen Böden zu erwarten sind.

2.2 Statistik der Bodennutzungen

Die Tabelle 2.2-1 gibt die Statistik der Bodennutzungen im Stadtkreis Stuttgart und in den umgebenden Landkreisen wieder. Die landwirtschaftliche Nutzung ist mit 59% an der Gesamtfläche in der Gäulandschaft im Norden des Bearbeitungsgebietes (Landkreis Ludwigsburg) am stärksten vertreten. Im Stadtkreis Stuttgart ist die landwirtschaftliche Nutzung mit 27% ähnlich wie in den Stadtkreisen Karlsruhe oder Mannheim stark zugunsten von Siedlungs- und Verkehrsflächen zurückgedrängt. Forstflächen sind im Rems-Murr-Kreis, im Nordosten des Bearbeitungsgebietes mit 39% an der Gesamtfläche am weitesten verbreitet.

Tabelle 2.2-1: Statistik der Bodennutzungen im Stadtkreis Stuttgart (S) und den Landkreisen Esslingen (ES), Böblingen (BB), Ludwigsburg (LB) und Rems-Murr (WN) (Stand 1993)

Nutzungen	S	ES	BB	LB	WN
Bodenfläche in km ²	207	641	618	687	858
Siedlung und Verkehr	48%	22%	19%	21%	16%
Gebäude- u. Freifl.	58%	13%	10%	12%	8%
Erholungsfläche	4%	1%	2%	1%	<1%
Verkehrsfläche	15%	8%	7%	8%	6%
Sonstige	<1%	<1%	<1%	<1%	<1%
Landwirtschaft	27%	48%	45%	59%	45%
Forst	24%	29%	35%	18%	39%
Gewässer	2%	1%	<1%	1%	<1%

2.3 Kontaminationsquellen

Die heutigen Schadstoffgehalte der Böden sind oft das Ergebnis der standortspezifischen Nutzungsgeschichte. Hierbei kommen im Stadtgebiet von Stuttgart zunächst die großflächigen Kriegszerstörungen in Betracht. Die Kriegereignisse und die nachfolgenden Bauaktivitäten führten dazu, dass innerhalb des gesamten Siedlungsgebietes Bodenmaterial umverteilt wurde, dessen Herkunft heute vielfach nicht mehr rekonstruiert werden kann.

Altlastverdächtige Flächen (mögliche Altablagerungen oder Altstandorte) können zwischenzeitlich einer sensiblen Flächennutzung zugeführt worden sein. Zudem hat die unkontrollierte oder unbeabsichtigte Schadstofffreisetzung z. B. bei Unfällen, Bränden oder auch durch die Düngung mit Aschen und Klärschlamm, das Ablagern von Abfall- bzw. Reststoffen und das Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln zu punktuellen Schadstoffanreicherungen unterschiedlicher Intensität und unterschiedlichen Ausmaßes geführt.

In dicht besiedelten Gebieten werden Böden darüber hinaus durch Hausbrand, Gewerbe und Verkehr über den Luftpfad diffus mit Schadstoffen beaufschlagt. Die atmosphärischen Schadstoffeinträge wurden in den vergangenen Jahren deutlich reduziert. Ihre Wirkung tritt vielfach gegenüber den früheren nutzungsbedingten Einträgen zurück.

In den Jahren 1986 und 1996 wurden im Großraum Stuttgart flächendeckende **Depositionsmessungen** nach dem Bergerhoff-Verfahren für Cadmium und Blei durchgeführt [UM 1991, UVM 1997]. In Tabelle 2.4-1 ist die Spannweite der Depositionsraten aufgetragen (jeweils I1-Kenngröße nach der TA Luft: arithmetische Mittelwerte für Planquadratkilometer). Demnach gingen die Depositionsraten bei Cadmium und Blei im Großraum Stuttgart in den vergangenen 10 Jahre um etwa die Hälfte zurück.

Neben den Schwermetallen gehören auch polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) zu den Schadstoffen, die in Siedlungsgebieten über den Luftpfad in Böden eingetragen werden.

Hinweise bzgl. der PAK-Belastung liegen aus Schwebstaubmessungen vor. Im Großraum Stuttgart wurden 1996 im Vergleich zu Karlsruhe deutlich höhere Benzo[a]pyren-Gehalte im Schwebstaub festgestellt. Auch PAK-Untersuchungen an Grünkohl haben dies bestätigt. Ruß ist eine wesentliche Quelle für PAK. Luftgetragener Ruß wird als bedeutender Krebsrisiko-Faktor eingestuft [UVM 1997].

Durch das Untersuchungsgebiet verlaufen einige stark befahrene Straßen, wie zum Beispiel die A8, die A81, die A831, die B10, die B14 und die B27. Der Straßenverkehr nimmt wie auch in anderen Ballungsgebieten eine überragende Stellung bei den

Tabelle 2.4-1: Mittlere Immissionen in Planquadratkilometern mit durchschnittlicher bis höchster Belastung in g/ha a [UM 1991, UVM 1997]

	1986 [g/ha a]	1996 [g/ha a]
Blei	255 – 767	150 - 394
Cadmium	3,7 - 11,0	1,8 - 5,1
Thallium	-	0,4

Gesamtemissionen im Großraum Stuttgart ein [UVM 1998b].

In Weinbauflächen werden nach wie vor kupferhaltige Präparate als Pflanzenschutzmittel eingesetzt. Die Aufwendungen können bis zu mehr als 2 kg/ha a betragen. In Weinbaugebieten wie den Steilhängen von Neckar und Rems muss deshalb damit gerechnet werden, dass immer wieder einzelne Flächen mit erhöhten Kupfergehalten auftreten.

3 METHODIK

3.1 Datenerhebung

Die folgende Liste stellt die im Großraum Stuttgart durchgeführten und erfassten Projekte mit Bodenuntersuchungen auf Schadstoffe zusammen (Stand: Oktober 1997).

Die Projektnummern setzen sich aus der Dienststellennummer und der Dienststellen-internen Projektnummer zusammen. Die Untersuchungen reichen bis in das Jahr 1981 zurück (Projekt 6/1).

Im Hinblick auf die Erfassung der Schadstoffe in Böden sind die Erhebungen im Mittleren Neckarraum von VEIT-MEYA und HUMMLER & KRAUß (1990 und 1993, Projekt 6/2) und im Stadtkreis Stuttgart von LUGIBIHL (1992, Projekte 2/34 und 2/37) hervorzuheben. Der überwiegende Teil an Schwermetall-Gesamtgehalten für Ackerböden wurde im Rahmen des Projektes 6/6 erhoben.

Im Projekt 6/2 wurden vorzugsweise Proben von Überschwemmungsgebieten und Senken entnommen. Für die Datenkollektive der organischen Schadstoffe kann nach Tabelle 3.1-1 gefolgert werden, dass solche potentiellen Verdachtsflächen überrepräsentiert sind.

In einigen Fällen wurden zu Dokumentationszwecken auch Daten von Flächen aufgenommen, die z.B. durch die Autobahn- und Flughafenerweiterung zwischenzeitlich überbaut sind (Projekt 6/4). Der Grund dafür liegt darin, dass in diesen Fällen unweit der ehemals untersuchten Flächen vergleichbare Verhältnisse herrschen.

Allerdings wurden im Stadtkreis Stuttgart nur Daten von Flächen in die Erhebung einbezogen, die zuvor vom Umweltamt der Stadt Stuttgart auf Aktualität der erhobenen Nutzungen geprüft wurden.

Anhand einer Plausibilisierung der Messdaten mussten bestimmte Daten eliminiert werden. Davon betroffen waren die Projekte 6/2, 24/1, 25/1 und 28/1. Bei stichprobenartigen Nachmessungen ergaben sich Teils deutliche Abweichungen von der Erstuntersuchung.

Die Daten des Projektes 23/3 wurden nicht in die Aggregierung des „Hintergrunddatenkollektives“ einbezogen, da es sich hierbei um Altlastenuntersuchungen handelt.

Tabelle 3.1-1 fasst den Umfang und die Herkunft der ausgewerteten Analysendaten zusammen.

Projekte mit Bodenuntersuchungen auf Schadstoffe

2	Landesanstalt für Umweltschutz	6/7	Bodenkundliche Untersuchungen im Einflussbereich der
2/1	Bodenmessnetz		Fahrbahn BAB 8 Heimsheim-Leonberg
2/6	Schwermetalle in Böden und Gesteinen	6/8	Bodenuntersuchungen an der Enzaue
2/7	Überschwemmungsgebiete Baden-Württemberg	6/9	Schwermetallgehalte in Waldstandorten
2/14	Schwermetalle in Böden		
2/16	PCB-Hintergrundgehalte	10	ehem. WBA Besigheim
2/19	Dioxine im Umfeld von Umschmelzwerken, Müllverbrennungs- und Kabelverschmelzanlagen	10/55	Schadstoffe in Böden von Kinderspielplätzen und Kleingärten
2/22	PCB allgemein	23	Stadt Stuttgart
2/28	Dioxine im Umfeld von Emittenten	23/2	Stadtbodenkarte Stuttgart [HOLLAND 1995]
2/29	Dioxine Landwirtschaft	23/3	Altlastenuntersuchungen im Stadtgebiet Stuttgart seit 1990
2/33	Dioxine Spiel- und Sportplätze	23/4	Untersuchungen nach AbfklärV im Stadtgebiet Stuttgart
2/34	Grundbelastung Ballungsgebiete		
2/37	Erhebung Belastung in Ballungsgebieten	24	Landkreis Böblingen
2/41	Dioxine in Überschwemmungsgebieten	24/1	Bodengutachten zur UVU MHKW Böblingen
2/42	Dioxine in Umgebung von Krematorien		
2/53	Dioxine in Böden von Kompostierungsanlagen	25	Landkreis Esslingen
2/57	Vorsorgewerte und Prüfwerte für mobile und mobilisierbare, potentiell ökotoxische Spurenelemente in Böden	25/1	Bodengutachten zum Kraftwerk Altbach (EVS)
2/62	Bodenzustandsbericht Großraum Stuttgart (UMEG)	25/2	Bodengutachten zur UVU MHKW Esslingen
6	Regierungspräsidium Stuttgart	27	Landkreis Ludwigsburg
6/1	Untersuchung von Weinbergböden im Rems-Murr-Kreis	27/1	Bodengutachten zur UVU MHKW Ludwigsburg
6/2	Schwermetalle und ausgewählte organische Schadstoffe der Böden im Mittleren Neckarraum	28	Landkreis Rems-Murr
6/3	Kampfmittelbeseitigungsdienst Sindelfingen	28/1	Bodengutachten zur UVU MHKW Rems-Murr-Kreis
6/4	Untersuchung von Boden und Aufwuchs auf anorganische und organische Schadstoffe im Flurneuordnungsgebiet S- Flughafen		
6/5	Bodengutachten zur UVU zur zweiten SAV Baden- Württemberg (Standorte W-1 bis W-60 und H-1 bis H-60 außerhalb des Bearbeitungsgebietes)		
6/6	Aufbereitung der im Mittleren Neckarraum verfügbaren Bodendaten (u.a. nach AbfklärV, ca. 1600 Oberböden mit Schwermetallmessungen im Bearbeitungsgebiet).		

Tabelle 3.1-1: Anzahl untersuchter Schadstoffe in Oberböden, getrennt nach Projekten (Hintergrunddatenkollektiv)

	As _{ges}	As _{mob}	Cd _{ges}	Cd _{mob}	Cr _{ges}	Cr _{mob}	Cu _{ges}	Cu _{mob}	Hg _{ges}	Hg _{mob}	Ni _{ges}	Ni _{mob}	Pb _{ges}	Pb _{mob}	Tl _{ges}	Tl _{mob}	Zn _{ges}	Zn _{mob}	BaP	PAK ₆	PCB ₆	PCDD/F	DDT	HCH	HCB
Gesamt	575	251	2660	286	2538	258	2569	278	2339	258	2611	286	2512	294	382	181	2604	286	328	345	365	192	260	269	291
Prj. 2/1	29	42	90	42	90	42	90	42	86	42	90	42	90	42	84	0	90	42	0	0	0	0	50	50	50
Prj. 2/5	0	0	20	20	20	0	20	20	0	0	20	20	20	20	0	0	20	20	42	42	0	0	0	0	0
Prj. 2/6	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prj. 2/7	0	0	29	6	29	6	29	6	29	6	29	6	29	6	0	0	29	6	0	0	0	0	0	0	0
Prj. 2/14	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Prj. 2/16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	1	23	23
Prj. 2/19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	61	0	0	0
Prj. 2/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Prj. 2/22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0
Prj. 2/28	0	0	34	0	34	0	34	0	34	0	34	0	34	0	34	0	34	0	0	0	0	37	0	0	0
Prj. 2/29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
Prj. 2/33	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	7	0	0	0
Prj. 2/34	13	0	189	0	185	0	185	0	185	0	201	7	202	7	0	0	200	7	0	0	13	0	0	0	0
Prj. 2/37	118	118	118	118	118	118	118	118	118	118	118	118	118	118	118	118	118	118	0	0	36	11	0	0	0
Prj. 2/41	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	0	0	0	4	0	0	0
Prj. 2/42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Prj. 2/53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Prj. 2/57	0	13	5	13	5	13	5	13	0	13	5	13	5	13	0	13	5	13	0	0	0	0	0	0	0
Prj. 2/62	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	0	42	42	42
Prj. 6/1	0	0	16	0	0	0	16	0	0	0	0	0	16	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0
Prj. 6/2	180	0	176	0	180	0	180	0	0	0	180	0	0	0	0	0	180	0	127	127	127	0	126	125	127
Prj. 6/3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Prj. 6/4	0	0	87	8	34	0	36	0	38	0	85	0	87	8	0	0	36	0	55	55	12	3	12	0	12
Prj. 6/5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	8	9	0	0	8
Prj. 6/6	0	0	1589	0	1596	0	1598	0	1594	0	1599	0	1598	0	0	0	1598	0	0	0	0	0	0	0	0
Prj. 6/7	0	0	9	0	0	0	9	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9	0	2	2	0	0	0	0	0
Prj. 6/8	0	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	0	0	20	0	0	0	0	20	0	0	0
Prj. 6/9	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	0	0	0	0	0	0	0
Prj. 10/55	59	29	59	29	29	29	29	29	29	29	29	29	59	29	0	0	29	29	29	29	29	0	29	29	29
Prj. 23/2	0	0	21	1	22	1	24	1	10	0	24	1	24	1	5	0	24	1	0	0	0	0	0	0	0
Prj. 23/4	0	0	34	0	34	0	34	0	34	0	34	0	34	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0
Prj. 24/1	17	0	17	0	17	0	17	0	17	0	17	0	17	0	17	0	17	0	0	17	0	11	0	0	0
Prj. 25/1	0	0	19	0	0	0	0	0	19	0	0	0	19	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0
Prj. 25/2	66	0	64	0	66	0	66	0	66	0	66	0	66	0	66	0	66	0	0	0	0	0	0	0	0
Prj. 27/1	26	0	26	0	26	0	26	0	26	0	26	0	26	0	0	0	26	0	9	9	9	4	0	0	0
Prj. 28/1	14	0	14	0	14	0	14	0	14	0	14	0	14	0	0	0	14	0	14	14	0	14	0	0	0

3.2 Zusätzliche Erhebungen

Im Jahr 1997 wurden zusätzliche Erhebungen durchgeführt (Projekt 2/62) mit dem Ziel, das sich anhand der vorgenannten Daten ergebende Abbild der Schadstoffgehalte weiter zu verdichten. Bei der Messplanung wurden schwerpunktmäßig Böden unter Streuobstwiesen und ersatzweise Forst- oder Grünlandflächen berücksichtigt. 40 gleichmäßig über das Untersuchungsgebiet verteilte Probenahmeorte wurden ausgewählt (Karte 3.2-1), an denen der Oberboden nach der 2., 3. und 4. VwV zum BodSchG [UM 1993a,b] beprobt und untersucht wurde (ohne PCDD/F).

3.3 Datengruppierung

Eine Bezugsgröße für die mögliche Beeinträchtigung von Schutzgütern ist die Bodennutzung nach Tabelle 3.2-1.

Desweiteren werden die Daten nach Stadt- bzw. Landkreisen und nach siedlungsstrukturellen Kategorien (Außenbereich, Siedlungsbereich) zugeordnet.

Zur Beurteilung der Gehalte anorganischer Schadstoffe werden die Böden außerdem nach Tongehaltsgruppen (Schwermetallgesamtgehalt) bzw. dem pH-Wert (mobile Anteile) nach 3. VwV BodSchG differenziert.

Die Anzahl ausgewerteter Messdaten ist den Ergebnistabellen in Kapitel 4 in den Spalten mit „n“ angegeben.

3.4 Kartographische Darstellung

In den Karten sind die erhobenen Daten dargestellt. Die Farbgebung orientiert sich an den Hintergrund-

Tabelle 3.2-1: Bodennutzungen nach der 2. VwV

Kategorie	Nutzung nach 2. VwV (Schlüsselnummer)
Außenbereich	
Ackerbau	Acker (10)
Grünland	Grünland (20), Weide (21), Mähweide (22), Wiese (23), Streuwiese (24), Hutung (41)
Sonderkulturen	Sonderkulturanbau (60), Baumschulen (61), Hopfen (62), Weinbau (63), Spargel (64), Gemüsebau (65), Obstbau (66), Zierpflanzenbau (67)
Forst u. ä. Ökosysteme	Forst (50), Laubwald (51), Nadelwald (52), Mischwald (53), Kahlschlag (54), Naturschutzgebiet (101), Ödland (naturnah) (40), Krautvegetation (42), Buschvegetation (43), Gewässergrund (114)
Siedlungsbereich	
Haus- u. Kleingärten	Hausgärten/Kleingärten (30), Rasen (34), Ziergarten (33), Gemüsebeete (31), Dauerkulturen (32)
Park u. Grünanlagen	Park/Grünfläche (71), Friedhof (76)
Gewerbe u. Verkehr	Gewerbefläche (80), Grünfläche (81), Lagerplatz/Umschlagplatz (82), Brachfläche (83), Verkehrsfläche (102), Deponien (90), Sonstige Nutzungen (100), Überbaute Fläche (103), Hoffläche (104), Sand-/Kiesgrube (111), Ton-/Mergelgrube (112), Steinbruch (113)
Sport- u. Freizeitanlagen	Sportplatz (72), Freizeitanlage (73), Schulgelände (75)
Kinderspielplatz	Kinderspielplatz (74)

und Prüfwerten der 3. und 4. VwV, wobei der Übergang zwischen gelb und rot die Überschreitung eines Prüfwertes markiert. Die Farbgebung erfolgt unabhängig von der aktuellen Bodennutzung. Die Nutzung an den Beprobungsstandorten ist in den Karten als Symbol dargestellt. Der anhand der aktuellen Nutzung der Standorte jeweils zutreffende Prüfwert kann den Tabellen 1.3-2 bis 1.3-6 entnommen werden.

Bei unmittelbar benachbarten Probennahmestandorten, die in der Kartendarstellung nicht aufgelöst werden können, ist der jeweils höchste Schadstoffgehalt dargestellt.

3.5 Beschreibende Statistik

Die aggregierten Stichproben werden durch das 50. und das 90. Perzentil charakterisiert (50.P bzw. 90.P). Die Perzentile sind nach folgender linearer Interpolation berechnet:

$$p. \text{ Perzentil} = (1-f) x_k + f x_{k+1} \text{ und} \\ v = np/100 + 0,5$$

- p : Perzentil
- k : Rangplatz in der vom kleinsten zum größten Wert sortierten Datenreihe, ganzzahliger Teil von v
- f : Dezimalanteil von v
- n : Probenanzahl

Die ermittelten Perzentile können von den tatsächlichen Perzentilen der Grundgesamtheit ("wahre Hintergrundgehalte") abweichen. Die Zuverlässigkeit der Perzentile hängt von der Repräsentativität der untersuchten Standorte (Messplanung) und dem Stichprobenumfang ab. Das 50.P ist gegen Ausreißer unempfindlich und zur Charakterisierung kleiner Teilstichproben besser geeignet als das 90.P. Der Maximalwert hat nach der linearen Interpolation ab einem Stichprobenumfang von $n \geq 15$

keinen Einfluss auf das 90.P, ab $n \geq 26$ haben die zwei höchsten Messwerte keinen Einfluss.

Projekte

- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
- ◇ 2/1 Bodenmeßnetz
- ◇ 2/6, 2/14 Schwermetalle in Böden, 2/7 Überschwemmungsgebiete Baden-Württemberg
- ◇ 2/16, 2/22 PCB-Hintergrundgehalte, 2/19, 2/28, 2/29, 2/33 Dioxine im Umfeld von Müllverbrennungs- und Kabelverschmelzanlagen, Emittenten, Landwirtschaft, Spiel- und Sportplätze
- ◇ 2/34, 2/37 Erhebung Belastung in Ballungsgebieten
- ◇ 2/41 Dioxine in Überschwemmungsgebieten, 2/42 in Umgebung von Krematorien, 2/53 in Böden von Kompostierungsanlagen, 2/57 Richtwerte für mobile Spurenelemente
- ◇ 2/62 Bodenzustandsbericht Großraum Stuttgart

- Regierungspräsidium Stuttgart
- 6/1 Untersuchung von Weinberghöden im Rems-Murr-Kreis
- 6/2 Schwermetalle und ausgewählte organische Schadstoffe der Böden im Mittleren Neckarraum
- 6/3 Kampfmittelbeseitigungsdienst Sindelfingen
- 6/4 Untersuchung von Boden und Aufwuchs auf anorganische und organische Schadstoffe im Flumeurordnungsgebiet S-Flughafen
- 6/5 Bodengutachten zur UVU zur zweiten SAV Baden-Württemberg
- 6/6 Aufbereitung der im Mittleren Neckarraum verfügbaren Bodendaten
- 6/7 Bodenkundliche Untersuchungen im Einflusbereich der Fahrhahn BAB 8 Heimsheim-Leonberg
- 6/8 Untersuchungen an der Enzau
- 6/9 Schwermetallgehalte in Waldstandorten

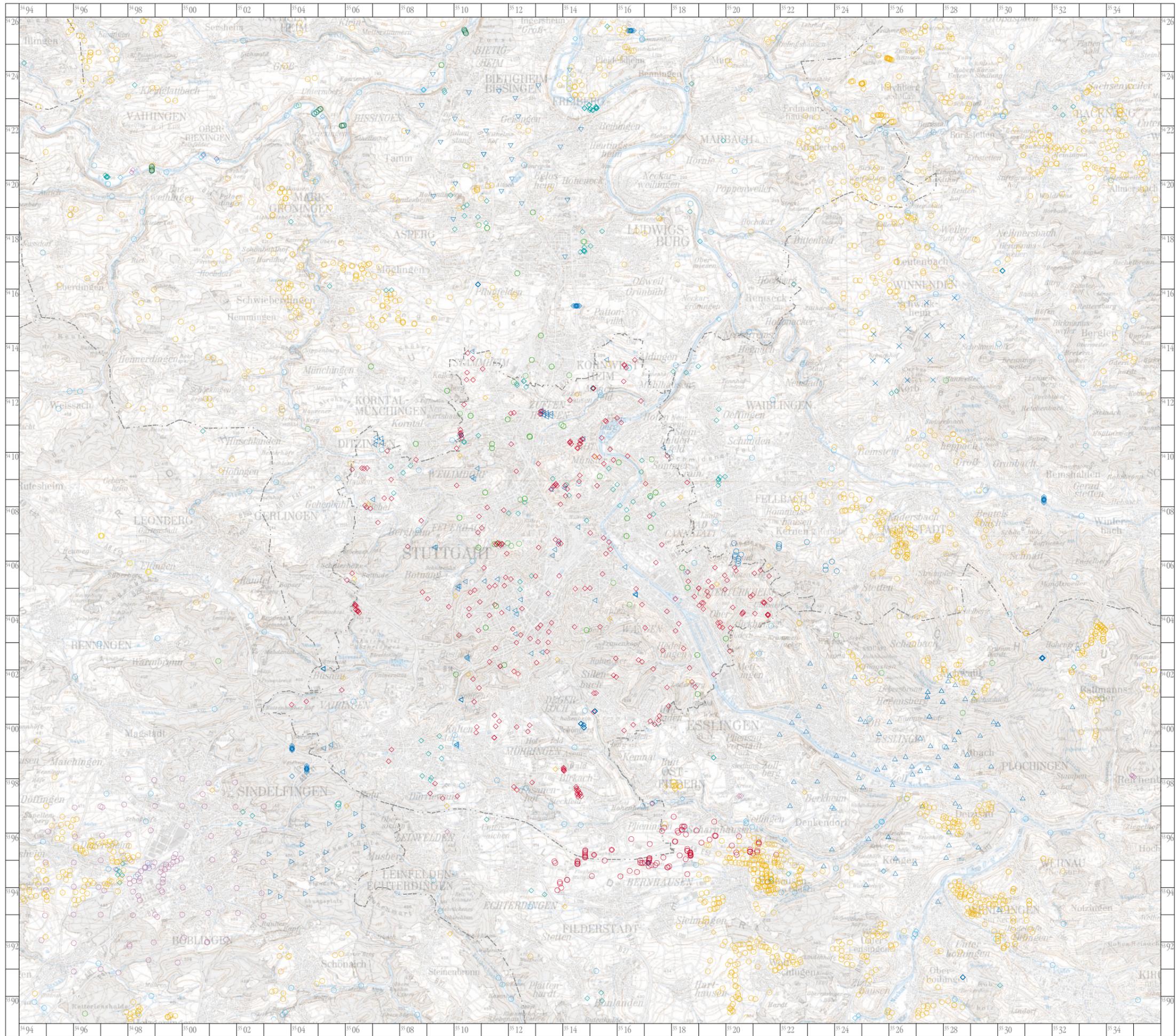
- Stadt Stuttgart
- ◁ 23/2 Stadtbodenkarte Stuttgart, 23/3 Altlasten-Untersuchungen seit 1990

- Landkreis Böblingen
- ▷ 24/1 Bodengutachten zur UVU MHKW Böblingen

- Landkreis Esslingen
- △ 25/1 Bodengutachten zum Kraftwerk Altbach, 25/2 Bodengutachten zur UVU MHKW Esslingen

- Landkreis Ludwigsburg
- ▽ 27/1 Bodengutachten zur UVU MHKW Ludwigsburg

- Landkreis Rems-Murr
- × 28/1 Bodengutachten zur UVU MHKW Rems-Murr-Kreis



Karte 3.2-1: Projektzugehörigkeit der Untersuchungsstandorte im Großraum Stuttgart

4 SCHADSTOFFGEHALTE DER BÖDEN

Die folgenden Vergleiche der Stoffgehalte sind stets im Lichte des kleinräumigen „Boden-Mosaiks“ in Siedlungsräumen zu sehen, aus dem die vorhandenen Daten wiederum nur Ausschnitte wieder spiegeln können. Insofern bilden die folgenden Tabellen mit statistischen Eckdaten eine Momentaufnahme anhand des derzeitigen Datenbestandes, die sich aufgrund eines verbesserten Datenkollektives noch ändern können. Die darauf beruhenden Aussagen müssen deshalb stets mit eben diesem Vorbehalt versehen werden.

4.0 Boden-pH und Tongehalt

Für die Beurteilung anorganischer Schadstoffe im Boden sind der Boden-pH und der Tongehalt wesentliche Grundparameter. Die Karten 4.0-1 und 4.0-2 stellen die bislang gemessenen Boden-pH- und Tongehaltsgruppen dar, die Tabellen 4.0-1 und 4.0-2 die relative Häufigkeit der gemessenen Boden-pH- und Tongehaltsgruppen innerhalb der Stadt- und Landkreise.

Mit Ausnahme des Südwestens des Großraums Stuttgart dominieren Böden der Tongehaltsgruppe T3 und T4, worin der starke Löss- und Lösslehm-einfluss im gesamten Gebiet zum Ausdruck kommt. Im Stadtkreis Stuttgart und im Landkreis Ludwigsburg sind sandige, leichte Böden der Tongehaltsgruppen T1 + T2 relativ zu den anderen Landkreisen häufiger untersucht worden (24%). Im Landkreis Böblingen sind Böden der Tongehaltsgruppe T4 bis T6 relativ weit verbreitet.

Ackerböden weisen zu 90% Boden-pH Werte über 5,7 auf. Im Landkreis Böblingen sind Böden mit pH > 6,5 mit 82% besonders häufig vertreten.

Tabelle 4.0-1: Häufigkeit der Tongehaltsgruppen in Böden des Großraumes Stuttgart, gestuft nach Stadt- und Landkreisen

		S	ES	BB	LB	WN
Anz.		371	461	139	227	245
TGr	%Ton					
T1	0-8%	4%	9%	<1%	1%	1%
T2	-17%	20%	8%	8%	21%	3%
T3	-27%	42%	61%	6%	34%	47%
T4	-45%	30%	20%	23%	40%	38%
T5	-65%	4%	2%	17%	3%	5%
T6	>65%	1%	1%	47%	<1%	5%

Tabelle 4.0-2: Häufigkeit von pH-Wertebereichen der Böden des Großraumes Stuttgart, getrennt nach Stadt- und Landkreisen

	S	ES	BB	LB	WN
Anzahl	414	859	289	444	551
<3,5	3%	1%	1%	<1%	<1%
3,5-4,5	7%	1%	5%	<1%	<1%
4,5-5,5	8%	7%	3%	1%	6%
5,5-6,5	13%	34%	17%	17%	41%
6,5-7,5	67%	55%	68%	66%	46%
>7,5	2%	2%	5%	16%	7%

Tabelle 4.0-3: Häufigkeitsverteilung des Boden-pH in Böden des Großraumes Stuttgart, unterschieden nach Bodennutzungen

Nutzungen	n	pH-Wert		
		10.P	50.P	90.P
Summe	2412	5,6	6,7	7,4
Ackerbau	1800	5,7	6,7	7,4
Grünland	269	5,3	6,8	7,3
Sonderkultur	109	6,8	7,3	7,5
Haus- u. Kleingärten	57	6,5	7,0	7,3
Forst u.ä. Ökosyst.	87	3,3	3,9	7,0
Park- u. Grünanl.	24	6,7	7,0	7,1
Gewerbe u. Verkehr	60	6,6	7,0	7,5
Sport u. Freizeit	5	6,3	6,9	-
Kinderspielplatz	1	-	7,2	-

Im Großraum Stuttgart weisen 50% der untersuchten Böden unter Forstnutzung pH-Werte unter 3,9 auf.

Die Versauerungsfronten unter Forstnutzung reichen mancherorts bis in den Unterboden und den Untergrund. In Tabelle 4.0-4 sind beispielhaft aus der Stadtbodenkartierung von HOLLAND [1995] erhobene Leitprofile mit Versauerung bis in den Unterboden und Untergrund zusammengestellt. Tiefgründig versauerte Böden sind insbesondere über dem flächenhaft verbreiteten *km4 Stubensandstein* sowie dem *km2 Schilfsandstein* und *km3s Kieselsandstein* anzutreffen. Daneben sind im Großraum Stuttgart aber auch Böden aus Löss unter Forstvegetation mit Versauerungsmerkmalen bis zu > 1 Meter Tiefe bekannt (Tabelle 4.0-4).

Tabelle 4.0-4: Ausgewählte Bodenprofile unter Laubwald im Großraum Stuttgart mit Unterboden- bis Untergrundversauerung (Lokalität siehe Karte 4.0-1, Zusammenstellung nach HOLLAND 1995).

Profil	Bodentyp	aus...	Ort	Sehr stark sauer (pH<4,0) bis in	Bezugsjahr
P14	flache Braunerde	Lösshaltiger Fließerde über Schilfsandstein	Lemberg	>80 (max. Messtiefe) cm	1991
P18	Braunerde über Pelosol	Fließerde über Kieselsandstein	Tauschwald	>112 (max. Messtiefe) cm	1993
P21	typ. Parabraunerde über fossiler geköpfter Parabraunerde	Löss	Plieninger Wald	70 cm	1987
P22	Parabraunerde	Löss	Möhringen	100 cm	1962
P27	schwach Pseudovergleyte Parabraunerde (I)	Löss über Stubensandstein	Rotwildpark (exakte Lokalität unbekannt)	>200 (max. Messtiefe) cm	1990
P30	Podsol	Stubensandstein	Vaihingen	>75 (max. Messtiefe) cm	1963
P31	Grauer Pseudogley	lösshaltigen Fließerden über Angulatensandstein (Lias-alpha)	Degerlocher Wald	45 cm	1987

Bodenacidität

Bodenprofile mit Unterboden- bis Untergrundversauerung \diamond
[HOLLAND1995]

- P14 > 80 cm (max. Meßtiefe), pH 3,6
- P18 > 112 cm (max. Meßtiefe), pH 3,9
- P21 70 cm, pH 4,7
- P22 100 cm, pH 4,0
- P27 > 200 cm (max. Meßtiefe), pH 4,7
- P30 > 75 cm (max. Meßtiefe), pH 4,0
- P31 45 cm, pH 5,0

Boden pH (CaCl₂)

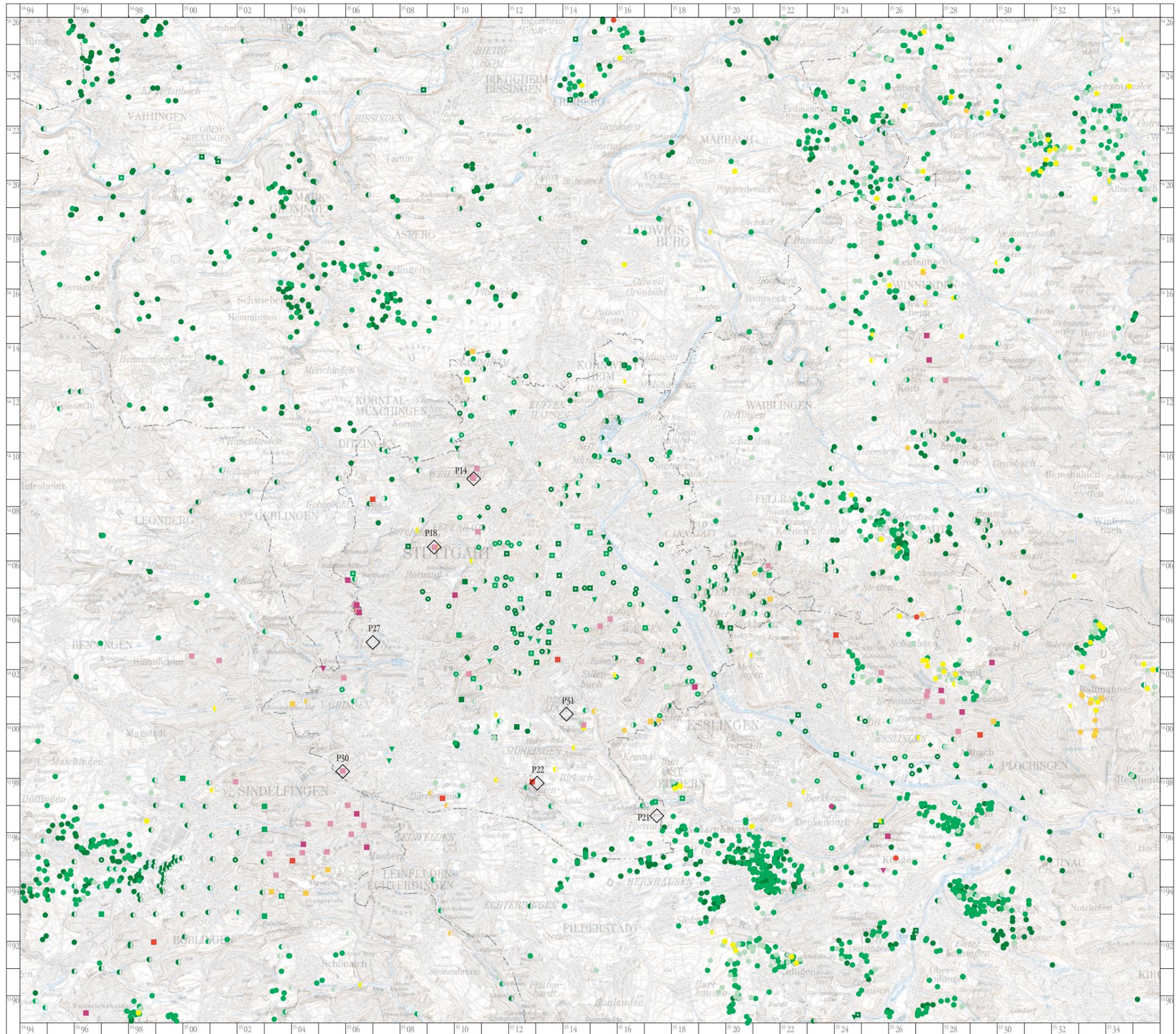
- ≥ 7,0
- ≥ 6,0 bis <7,0
- ≥ 5,5 bis <6,0
- ≥ 4,5 bis <5,5
- ≥ 4,0 bis <4,5
- ≥ 3,5 bis <4,0
- < 3,5

Bodennutzungen

- Ackerbau
- Grünland
- Sonderkultur
- Haus- und Kleingärten
- Forst und ä. Ökosysteme
- Park u. Grünanlagen
- ▼ Gewerbe und Verkehr
- ▲ Sport u. Freizeitanlage
- ◆ Kinderspielplatz



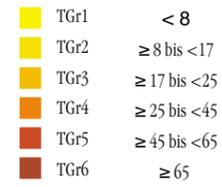
Karte 4.0-1: Bodenacidität im Großraum Stuttgart



Karte 4.0-1/08r

Tongehalt

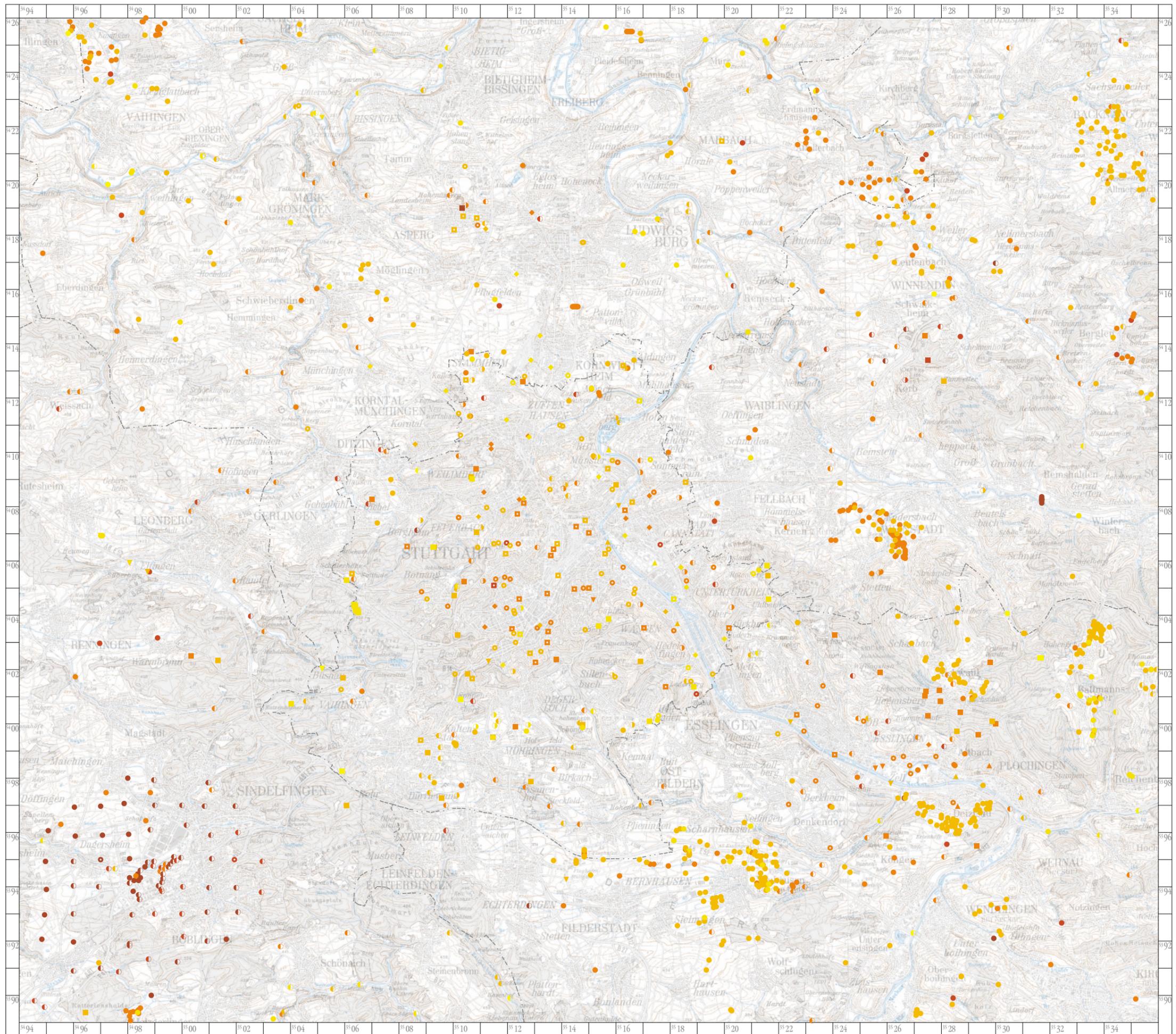
Tongehaltsgruppen [% Ton]



Bodennutzungen



Karte 4.0-2: Tongehalte der Böden im Großraum Stuttgart



Karte 4.0-2/Ost

4.1 Arsen

Die Arsengesamtgehalte in den untersuchten Böden des Großraumes Stuttgart erreichen sowohl im Außenbereich als auch im Siedlungsbereich bis zu 13 mg/kg (90.P, vgl. Tabelle 4.1-1) und liegen damit im landesweiten Hintergrundbereich (vgl. Tabelle 1.3-1).

Damit wird deutlich, dass weder bewirtschaftungsbedingte Einträge noch ubiquitäre Immissionen aus Industrie, Gewerbe und Verkehr zu einer großflächigen Erhöhung der Arsengehalte im Boden geführt haben. Auch die Gehalte an mobilem Arsen unterstreichen dies. Lediglich unter Sonderkulturen sind, vermutlich bedingt durch die Anwendung arsenhaltiger Pflanzenschutzmittel, punktuell geringfügig erhöhte Arsengesamtgehalte und Gehalte an mobilem Arsen zu verzeichnen. Überschreitungen von Prüferten für das Pflanzenwachstum ergeben sich jedoch nicht.

Die überwiegend natürliche Herkunft von Arsen in den Böden des Erhebungsraumes zeigt die Gruppierung der Arsen-Gesamtgehalte nach Tongehaltsgruppen und der mobilen Gehalte nach pH-Wertebereichen: die Arsengesamtgehalte folgen kontinuierlich von 10 bis auf 15 mg/kg (90.P) dem Tongehalt, die Gehalte an mobilem Arsen weisen ein Minimum bei einem Boden-pH-Wert von ca. 6,5 auf und nehmen mit sinkenden und mit steigenden Boden-pH-Werten zu.

Arsengehalte in Böden aus Bereichen, in denen Sauerwasserablagerungen oberflächennah anstehen (Raum Bad Cannstatt oder Münster) liegen derzeit noch nicht vor (vgl. Kapitel 2.1.6).

Tabelle 4.1-1: Statistische Kenndaten der Arsengehalte der untersuchten Böden

	As _{ges} [mg/kg]			As _{mob} [µg/kg]		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
Hintergrundkollektiv	575	9	13	251	10	30
nach Siedlungsstruk.						
Außenbereich	406	8	13	161	7	24
Stuttgart	116	9	14	97	10	30
Esslingen	104	10	14	30	3	10
Böblingen	53	6	11	9	8	15
Ludwigsburg	71	9	13	15	4	17
Rems-Murr	62	7	11	10	<2	10
Siedlungsbereich	169	9	13	90	17	36
Stuttgart	114	9	12	81	18	36
Esslingen	26	10	17	0	-	-
Böblingen	2	5	-	0	-	-
Ludwigsburg	27	9	11	9	14	34
Rems-Murr	0	-	-	0	-	-
nach Nutzungen						
Ackerbau	120	9	13	66	4	25
Grünland	187	8	14	41	7	13
Sonderkultur	28	9	18	22	14	70
Haus- u. Kleingärten	75	9	13	57	16	41
Forst u. ä. Ökosyst.	71	5	11	32	9	24
Park- u. Grünanl.	29	8	12	25	18	26
Gewerbe u. Verkehr	18	10	13	1	18	-
Sport u. Freizeit	9	10	18	4	20	-
Kinderspielplatz	38	8	11	3	14	-
nach Tongehaltsgr.						
T1 (< 8% Ton)	8	6	10	-	-	-
T2 (- 17%)	77	8	10	-	-	-
T3 (- 27%)	141	8	12	-	-	-
T4 (- 45%)	206	9	14	-	-	-
T5 (- 65%)	41	9	14	-	-	-
T6 (>65%)	8	8	15	-	-	-
nach Boden-pH						
< 3,5	-	-	-	7	16	31
3,5 - 4,5	-	-	-	20	11	24
4,5 - 5,5	-	-	-	19	6	12
5,5 - 6,5	-	-	-	46	5	14
6,5 - 7,5	-	-	-	151	14	36
> 7,5	-	-	-	0	-	-

4.2 Cadmium

Die Cadmiumgesamtgehalte der im Großraum Stuttgart untersuchten Böden sind von der Siedlungsstruktur und der Bodennutzung beeinflusst. Während im Außenbereich 0,6 mg/kg (90.P) erreicht werden, sind es in den Siedlungsbereichen 2,6 mg/kg (Tabelle 4.2-1).

Böden unter Ackerbau und Forst sowie unter Kinderspielplätzen weisen in der Regel Gehalte unter 1 mg/kg auf. Haus- und Kleingärten sind am häufigsten von hohen Cadmiumgehalten betroffen (vgl. auch Karte 4.2-1).

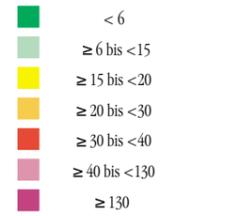
Die Einstufung der Cadmium-Gesamtgehalte nach den Tongehaltsgruppen lässt keinen Zusammenhang erkennen. Entgegen dem üblichen geogenen Trend weisen die Tongehaltsgruppen T1 und T2 die höchsten Gehalte auf.

Die Kenndaten der Tabelle 4.2-2 und der Karten 4.2-1 und 4.2-2 zeigen die Datenverteilung. Bei den Böden unter Ackerbau ergeben sich zwischen den Stadt- und Landkreisen nur geringe Unterschiede. Bei den Grünlandstandorten treten im Raum Ludwigsburg an der Enzaue Flächen mit bis 2,7 mg/kg (90.P) auf.

Tabelle 4.2-1: Statistische Kenndaten der Cadmiumgehalte der untersuchten Böden

	Cd _{ges} [mg/kg]			Cd _{mob} [µg/kg]		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
Hintergrundkollektiv	2694	0,2	0,8	286	<5	34
nach Siedlungsstruk.						
Außenbereich	2358	0,2	0,7	187	5	37
Stuttgart	301	0,2	1,2	104	6	46
Esslingen	821	0,2	0,4	31	6	18
Böblingen	194	0,2	0,5	9	15	65
Ludwigsburg	483	0,2	0,9	33	<5	14
Rems-Murr	559	0,2	0,6	10	<5	20
Siedlungsbereich	336	0,5	2,6	99	<5	17
Stuttgart	231	0,6	3,2	82	5	22
Esslingen	44	0,2	0,6	0	-	-
Böblingen	10	<0,2	1,2	0	-	-
Ludwigsburg	47	0,7	2,6	17	<5	4
Rems-Murr	4	<0,2	-	0	-	-
nach Nutzungen						
Ackerbau	1847	0,2	0,5	85	<5	10
Grünland	293	0,2	1,3	47	<5	18
Sonderkultur	132	0,3	1,7	22	<5	13
Haus- u. Kleingärten	130	0,6	4,0	57	<5	16
Forst u.ä. Ökosyst.	86	0,2	0,7	33	38	109
Humusauflage	29	0,4	2,7	7	32	63
Park- u. Grünanl.	60	0,6	2,4	25	6	24
Gewerbe u. Verkehr	99	0,4	2,4	10	<5	8
Sport u. Freizeit	9	0,3	4,1	4	<5	-
Kinderspielplatz	38	0,3	1,0	3	<5	-
nach Tongehaltsgr.						
T1 (< 8% Ton)	11	<0,2	1,3	-	-	-
T2 (- 17%)	128	0,2	1,0	-	-	-
T3 (- 27%)	564	0,2	0,7	-	-	-
T4 (- 45%)	387	0,2	0,8	-	-	-
T5 (- 65%)	49	0,2	0,8	-	-	-
T6 (>65%)	8	<0,2	0,8	-	-	-
nach Boden-pH						
< 3,5	-	-	-	7	23	111
3,5 - 4,5	-	-	-	20	50	106
4,5 - 5,5	-	-	-	20	21	41
5,5 - 6,5	-	-	-	47	5	11
6,5 - 7,5	-	-	-	158	<5	12
> 7,5	-	-	-	0	-	-

Arsen-Gesamtgehalt [mg/kg]



Hintergrund- und Prüfwerte nach der 3. VwV BodSchG [mg/kg]

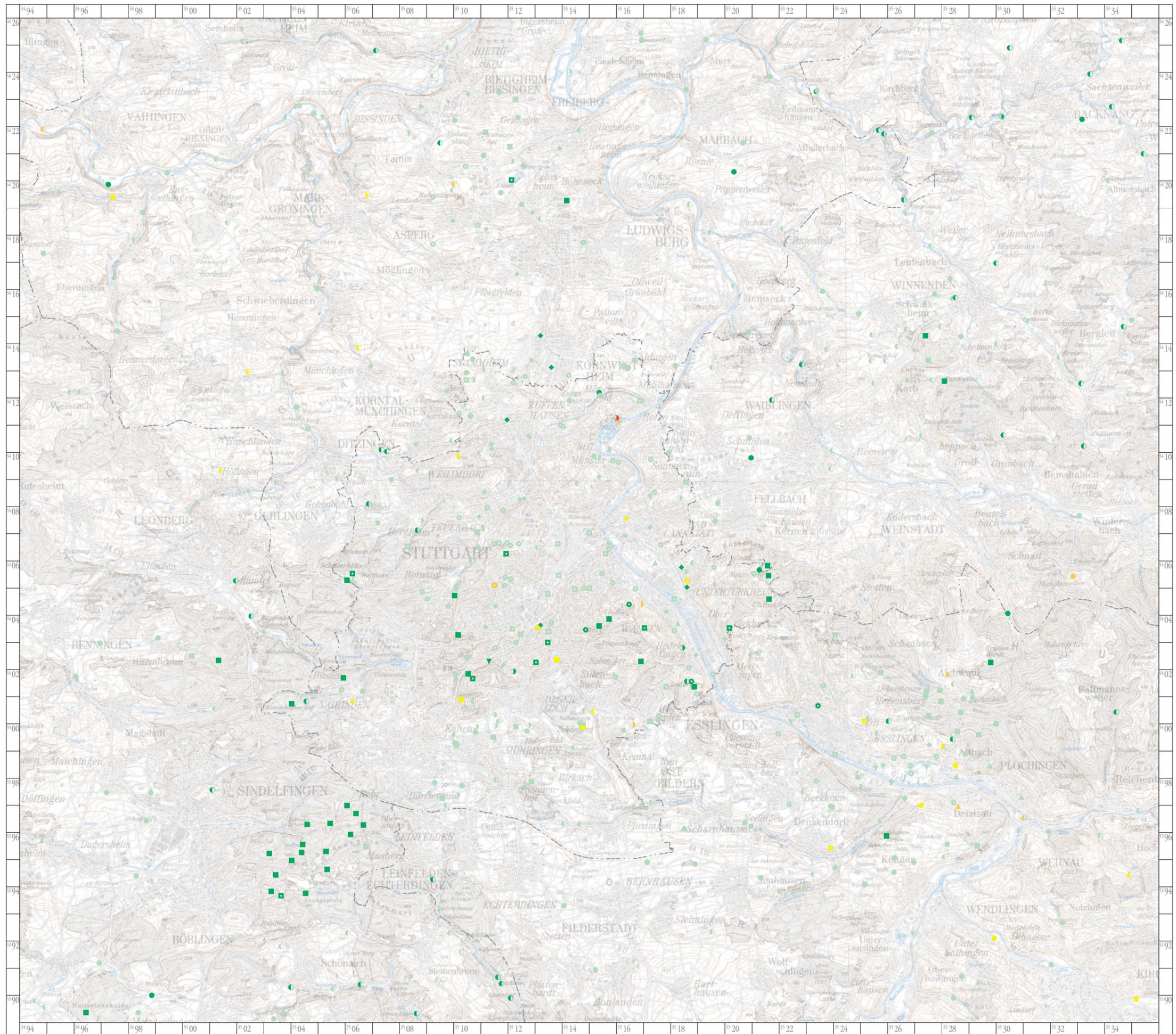
6	Hintergrundwert Tgr 1 (0-8%Ton)
15	Hintergrundwert Tgr 2 (8-17%Ton)
20	Prüfwert Kinderspielfläche
30	Prüfwert Siedlungsfläche
40	Prüfwert Pflanzen und Wasser
130	Prüfwert Gewerbefläche

Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte nach der BBodSchV [mg/kg]

-	Vorsorgewert
25	Prüfwert Kinderspielfläche
50	Prüfwert Wohngebiet
125	Prüfwert Park- und Freizeitanlage
140	Prüfwert Industrie- und Gewerbe
50	Prüfwert Ackerbau - reduzierende Verhältnisse
50	Maßnahmenwert Grünland
200	Prüfwert Ackerbau

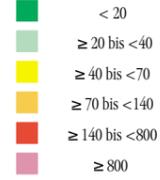
Bodennutzungen

- Ackerbau
- Grünland
- Sonderkultur
- Haus- und Kleingärten
- Forst und ä. Ökosysteme
- Park u. Grünanlagen
- ▼ Gewerbe und Verkehr
- ▲ Sport u. Freizeitanlage
- ◆ Kinderspielfläche



Karte 4.1-1: Arsen-Gesamtgehalte in Böden des Großraums Stuttgart

Mobiles Arsen [µg/kg]



Hintergrund-, Prüf- und Belastungswerte nach der 3. VwV BodSchG

Mobiles Arsen [µg/kg]

- 40 Hintergrundwert pH 4,5-7,0
- 70 Prüfwert Sickerwasser (Unterboden)
- 140 Prüfwert Nahrungspflanzen
- Prüfwert Sickerwasser (Oberboden)
- 800 Prüfwert Pflanzenwachstum

Prüf- und Maßnahmenwerte nach der BBodSchV [µg/kg]

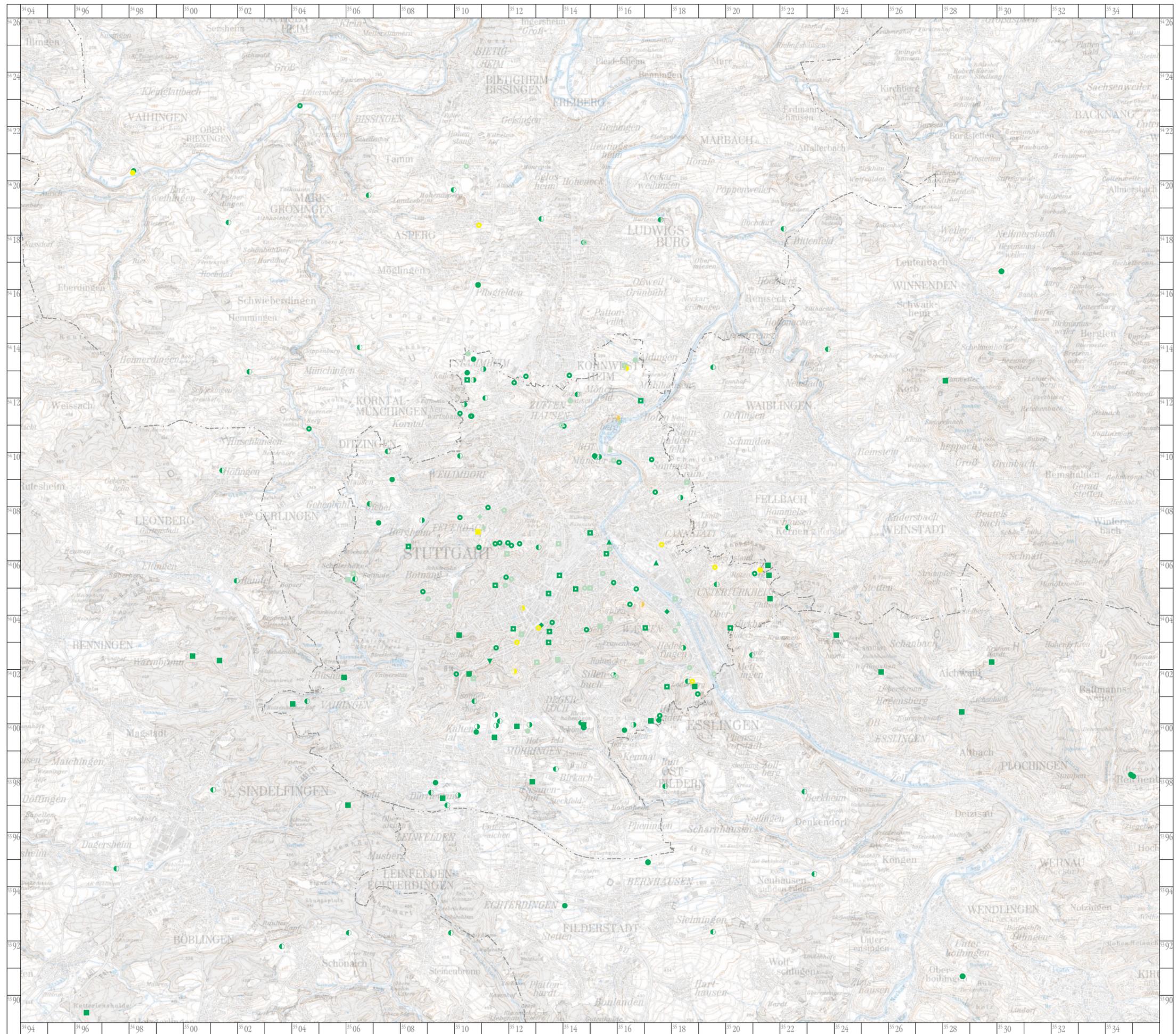
- 400 Prüfwert Ackerbau, Wachstumsbeeinträchtigung
- Maßnahmenwert

Bodennutzungen

- Ackerbau
- Grünland
- Sonderkultur
- Haus- und Kleingärten
- Forst und ä. Ökosysteme
- Park u. Grünanlagen
- ▼ Gewerbe und Verkehr
- ▲ Sport u. Freizeitanlage
- ◆ Kinderspielplatz



Karte 4.1-2: Gebalte an mobilem Arsen in Böden des Großraums Stuttgart



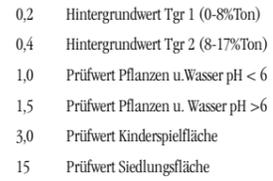
Karte 4.1-2/Ost

Cadmium-Gesamtgehalt [mg/kg]



Hintergrund-, Prüf- und Belastungswerte nach der 3. VwV BodSchG

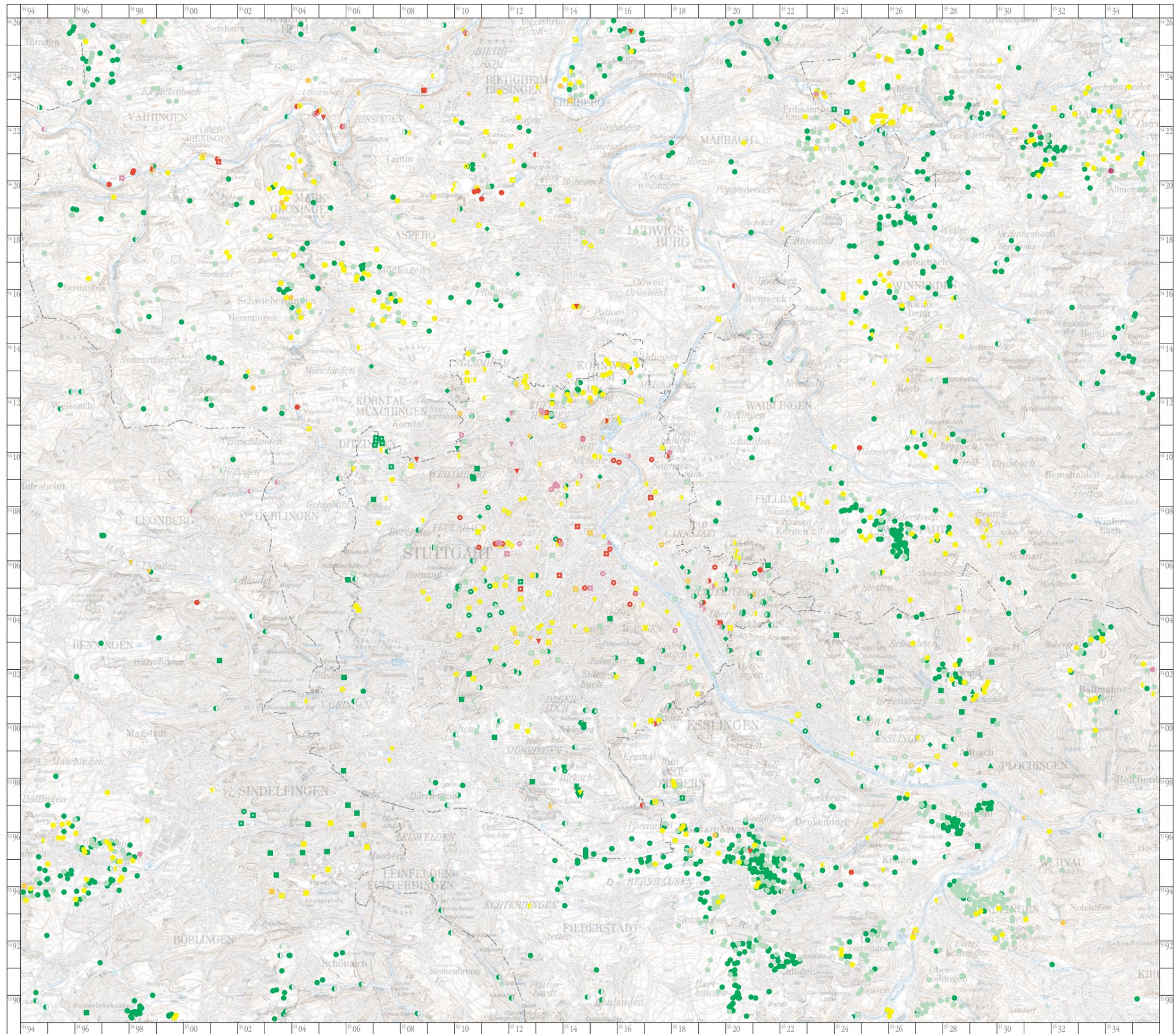
Cadmium-Gesamtgehalt [mg/kg]



Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte nach der BBodSchV [mg/kg]

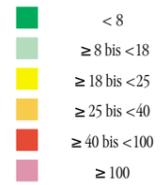


Bodennutzungen



Karte 4.2-1: Cadmium-Gesamtgehalte in Böden des Großraums Stuttgart

Mobiles Cadmium [µg/kg]



Hintergrund-, Prüf- und Belastungswerte nach der 3. VwV BodSchG

Mobiles Cadmium [µg/kg]

8	Hintergrundwert pH 6,0-6,5
18	Hintergrundwert pH 5,0-5,5
25	Prüfwert Nahrungspflanzen
40	Belastungswert für Nahrungs- und Futterpflanzen
100	Prüfwert Sickerwasser (Oberboden)

Prüf- und Maßnahmenwerte nach der BBodSchV [µg/kg]

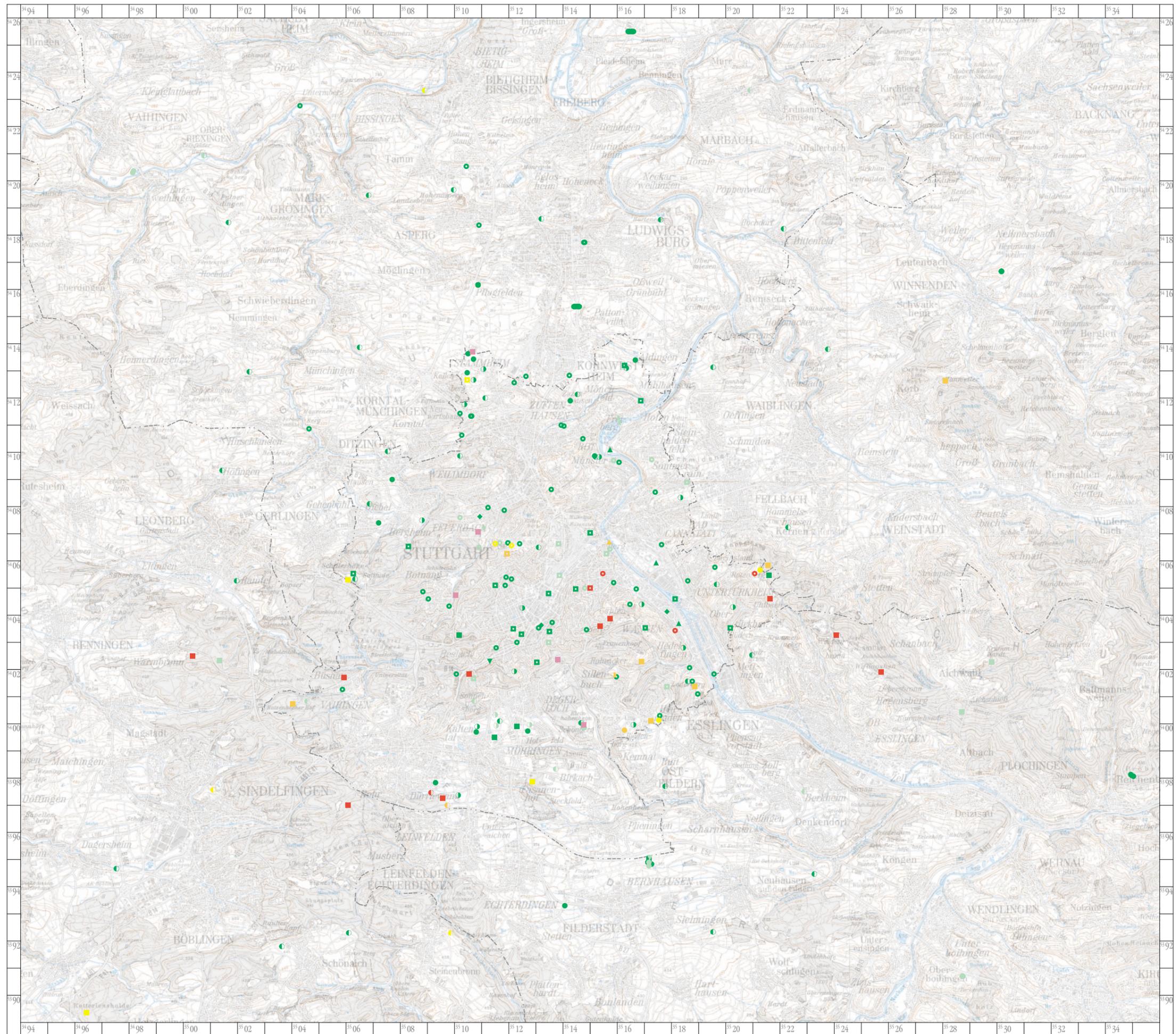
-	Prüfwert
40	Maßnahmenwert für Weizen und andere Cadmium-anreichernde Pflanzen
100	Maßnahmenwert Ackerbau, Nutzpflanzen

Bodennutzungen

- Ackerbau
- Grünland
- Sonderkultur
- Haus- und Kleingärten
- Forst und ä. Ökosysteme
- Park u. Grünanlagen
- ▼ Gewerbe und Verkehr
- ▲ Sport u. Freizeitanlage
- ◆ Kinderspielplatz



Karte 4.2-2: Gebalte an mobilem Cadmium in Böden des Großraums Stuttgart



Karte 4.2-2 Ost

Erhöhte Gehalte sind bei Haus- und Kleingärten im Stadtkreis Stuttgart zu verzeichnen. Die Differenzierung der zugrundeliegenden Daten nach Projekten zeigt, dass kontaminierte Böden von Haus- und Kleingärten sowohl bei Erhebungen von Altdaten (Projekt 2/34) erfasst wurden, als auch bei der Untersuchung von Hintergrundgehalten (Projekte 2/37 und 10/55) vorgefunden wurden. Als Verursacher wurden Klärschlämme und sonstige Bodenzuschlagsstoffe ermittelt. Die Gehalte an mobilem Cadmium bleiben in Gartenböden wegen in der Regel hoher pH-Werte knapp unter dem Prüfwert für die Pflanzenqualität von 25 µg/kg. Die Gehalte an mobilem Cadmium folgen sehr gut dem Boden-pH und überschreiten in stark sauren Böden unter Forst in mehr als 10% der untersuchten Standorte den Prüfwert für Sickerwässer in Oberböden von 100 µg/kg (Karte 4.2-2, vgl. auch Kapitel 5).

Tabelle 4.2-2: Statistische Kenndaten der Cadmiumgehalte der untersuchten Böden unterschieden nach Nutzungen und Kreisen

	Cd _{ges} [mg/kg]			Cd _{mob} [µg/kg]		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
Hintergrundkollektiv	2660	0,2	0,8	286	<5	34
nach Nutzungen						
Ackerbau						
Stuttgart	84	0,2	0,8	36	6	13
Esslingen	737	0,2	0,4	21	<5	9
Böblingen	150	0,2	0,5	0	-	-
Ludwigsburg	400	0,2	0,7	21	<5	9
Rems-Murr	476	0,2	0,6	7	<5	3
Grünland						
Stuttgart	96	<0,2	1,1	22	<5	18
Esslingen	61	0,2	0,8	6	6	19
Böblingen	25	<0,2	0,7	5	<5	-
Ludwigsburg	66	0,7	2,7	12	5	17
Rems-Murr	45	0,2	0,7	2	5	-
Sonderkultur						
Stuttgart	85	0,3	2,9	22	<5	13
Esslingen	0	-	-	0	-	-
Böblingen	0	-	-	0	-	-
Ludwigsburg	12	<0,2	0,9	0	-	-
Rems-Murr	35	0,4	0,9	0	-	-
Haus- u. Kleingärten						
Stuttgart	102	0,7	5,0	48	5	20
Prj 2/28	4	0,5	-	-	-	-
Prj 2/34	45	0,9	7,3	-	-	-
Prj 2/37	28	0,7	2,8	-	-	-
Prj 10/55	20	1,2	3,9	-	-	-
Prj 23/2	5	0,4	-	-	-	-
Esslingen	14	0,2	0,5	-	-	-
Böblingen	1	<0,2	-	0	-	-
Ludwigsburg	12	0,6	0,9	9	<5	5
Rems-Murr	1	<0,2	-	0	-	-
Forst u.ä. Ökosyst.						
Stuttgart	36	0,2	0,4	24	40	121
Esslingen	23	<0,2	0,3	4	29	-
Böblingen	19	0,2	1,0	4	42	-
Ludwigsburg	5	0,8	-	0	-	-
Rems-Murr	3	0,2	-	1	34	-

4.3 Chrom

Die Chromgesamtgehalte der im Großraum Stuttgart untersuchten Böden erreichen in den Außenbereichen 54 mg/kg (90.P) und im Durchschnitt der Siedlungsbereiche 112 mg/kg (Tabelle 4.3-1).

Vereinzelte erhöhte Chromgehalte finden sich insbesondere in Böden unter Sonderkultur- sowie Haus- und Kleingartennutzung, während die Gehalte in Böden unter Ackerbau und Forst weitgehend dem ubiquitären natürlichen Gehalten entsprechen.

Unter den Auenböden im Großraum Stuttgart weisen Standorte entlang der Murraue die höchsten Chromgehalte auf (Karte 4.3-1). Die erhöhten Gehalte werden auf Stoffeinträge durch Überschwemmungen zurückgeführt. Als Quelle wurden ehemalige Gerbereibetriebe im Raum Backnang identifiziert.

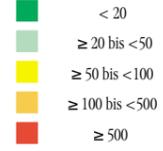
Die Tongehalte liefern einen geringen Erklärungsbeitrag für die Chromgesamtgehalte der Böden in dem Erhebungsraum. Der Chromgehalt steigt erst ab der Tongehaltsgruppe T3 kontinuierlich an.

Erst von wenigen Standorten mit erhöhten Gesamtchromgehalten liegen Analysen der Gehalte an mobilem Chrom vor. Die vorhandenen Daten für mobiles Chrom liegen in dem Erhebungsraum im Bereich der landesweiten Hintergrundwerte.

Tabelle 4.3-1: Statistische Kenngrößen der Chromgehalte der untersuchten Böden

	Cr _{ges} [mg/kg]			Cr _{mob} [µg/kg]		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
Hintergrundkollektiv	2572	34	59	258	<5	21
nach Siedlungsstruk.						
Außenbereich	2284	34	54	168	<5	18
Stuttgart	283	39	78	98	5	21
Esslingen	776	32	46	30	<5	20
Böblingen	190	34	57	9	<5	7
Ludwigsburg	489	37	59	21	<5	20
Rems-Murr	546	33	50	10	<5	9
Siedlungsbereich	288	42	112	90	6	22
Stuttgart	208	49	141	81	7	23
Esslingen	34	30	42	0	-	-
Böblingen	5	31	-	0	-	-
Ludwigsburg	37	39	71	9	<5	14
Rems-Murr	4	68	-	0	-	-
nach Nutzungen						
Ackerbau	1803	33	50	66	<5	11
Grünland	282	42	73	47	<5	17
Sonderkultur	117	42	119	22	5	12
Haus- u. Kleingärten	131	51	187	57	<5	20
Forst u.ä. Ökosyst.	82	21	37	33	14	45
Park- u. Grünanl.	60	50	94	25	9	43
Gewerbe u. Verkehr	80	32	74	1	<5	-
Sport u. Freizeit	9	33	155	4	5	-
Kinderspielplatz	8	34	48	3	8	-
nach Tongehaltsgr.						
T1 (< 8% Ton)	9	45	61	-	-	-
T2 (- 17%)	101	37	73	-	-	-
T3 (- 27%)	528	35	59	-	-	-
T4 (- 45%)	353	41	67	-	-	-
T5 (- 65%)	48	49	72	-	-	-
T6 (>65%)	8	56	76	-	-	-
nach Boden-pH						
< 3,5	-	-	-	7	18	55
3,5 - 4,5	-	-	-	20	14	50
4,5 - 5,5	-	-	-	20	<5	22
5,5 - 6,5	-	-	-	46	<5	7
6,5 - 7,5	-	-	-	151	<5	20
> 7,5	-	-	-	0	-	-

Chrom-Gesamtgehalt [mg/kg]



Hintergrund-, Prüf- und Belastungswerte nach der 3. und 4. VwV BodSchG

Chrom-Gesamtgehalt [mg/kg]

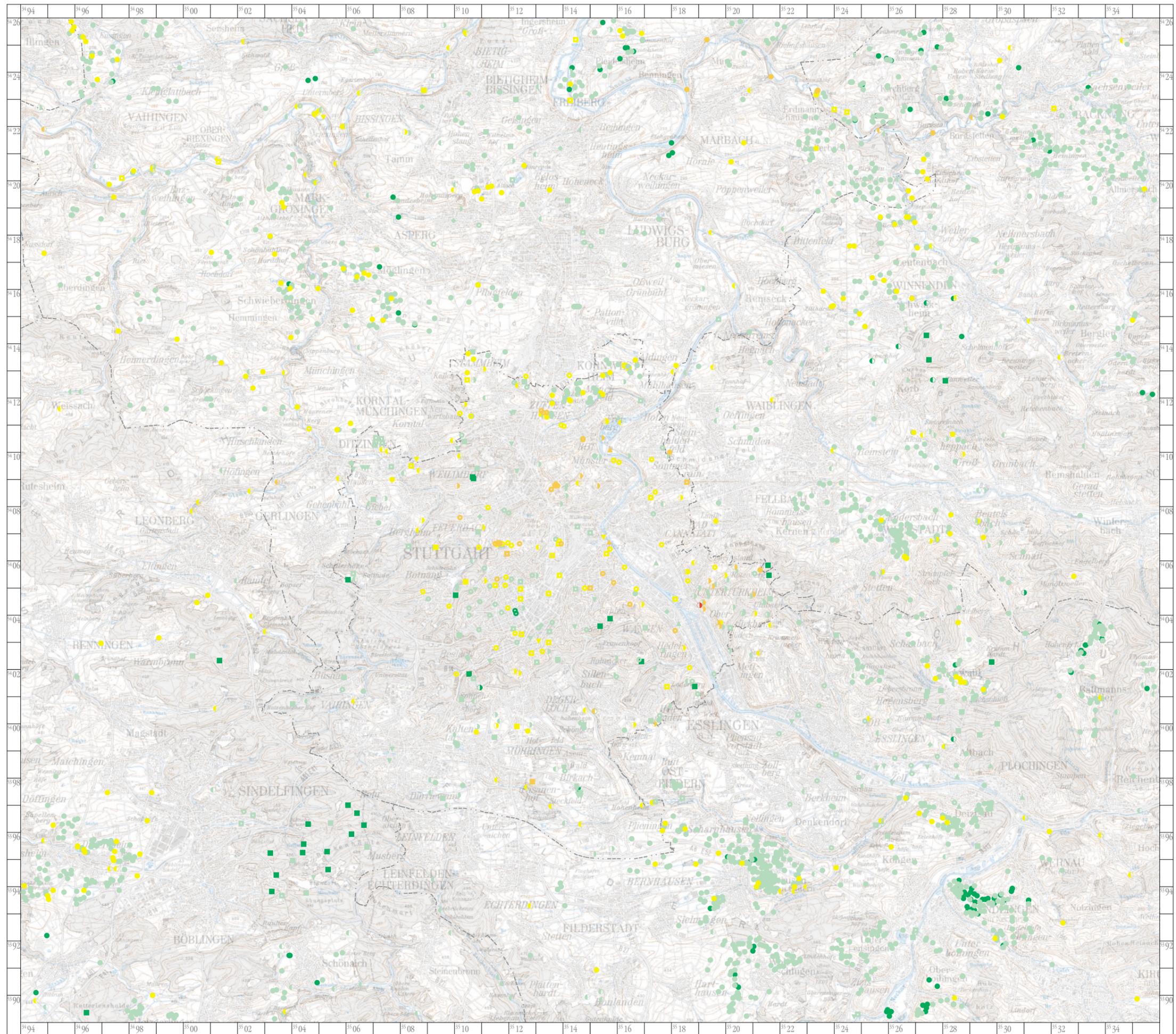
20	Hintergrundwert Tgr 1 (0-8%Ton)
50	Hintergrundwert Tgr 3 (17-27%Ton)
100	Prüfwert Pflanzen und Wasser
100	Prüfwert Kinderspielfläche
500	Prüfwert Siedlungsfläche

Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte nach der BBodSchV [mg/kg]

30	Vorsorgewert Sand
60	Vorsorgewert Lehm/Schluff
100	Vorsorgewert Ton
200	Prüfwert Kinderspielfläche
400	Prüfwert Wohngebiet
1.000	Prüfwert Park- und Freizeitanlage
1.000	Prüfwert Industrie- und Gewerbe

Bodennutzungen

- Ackerbau
- Grünland
- Sonderkultur
- Haus- und Kleingärten
- Forst und ä. Ökosysteme
- Park u. Grünanlagen
- ▼ Gewerbe und Verkehr
- ▲ Sport u. Freizeitanlage
- ◆ Kinderspielfläche



Karte 4.3-1: Chrom-Gesamtgehalte in Böden des Großraums Stuttgart

Mobiles Chrom [µg/kg]



Hintergrund-, Prüf- und Belastungswerte nach der 3. VwV BodSchG

Mobiles Chrom [µg/kg]

- 11 Hintergrundwert pH 6,0-6,5
- 30 Hintergrundwert pH 4,5-5,0
- 60 Prüfwert Pflanzenwachstum
- 130 Prüfwert Sickerwasser

Prüf- und Maßnahmenwerte nach der BBodSchV [µg/kg]

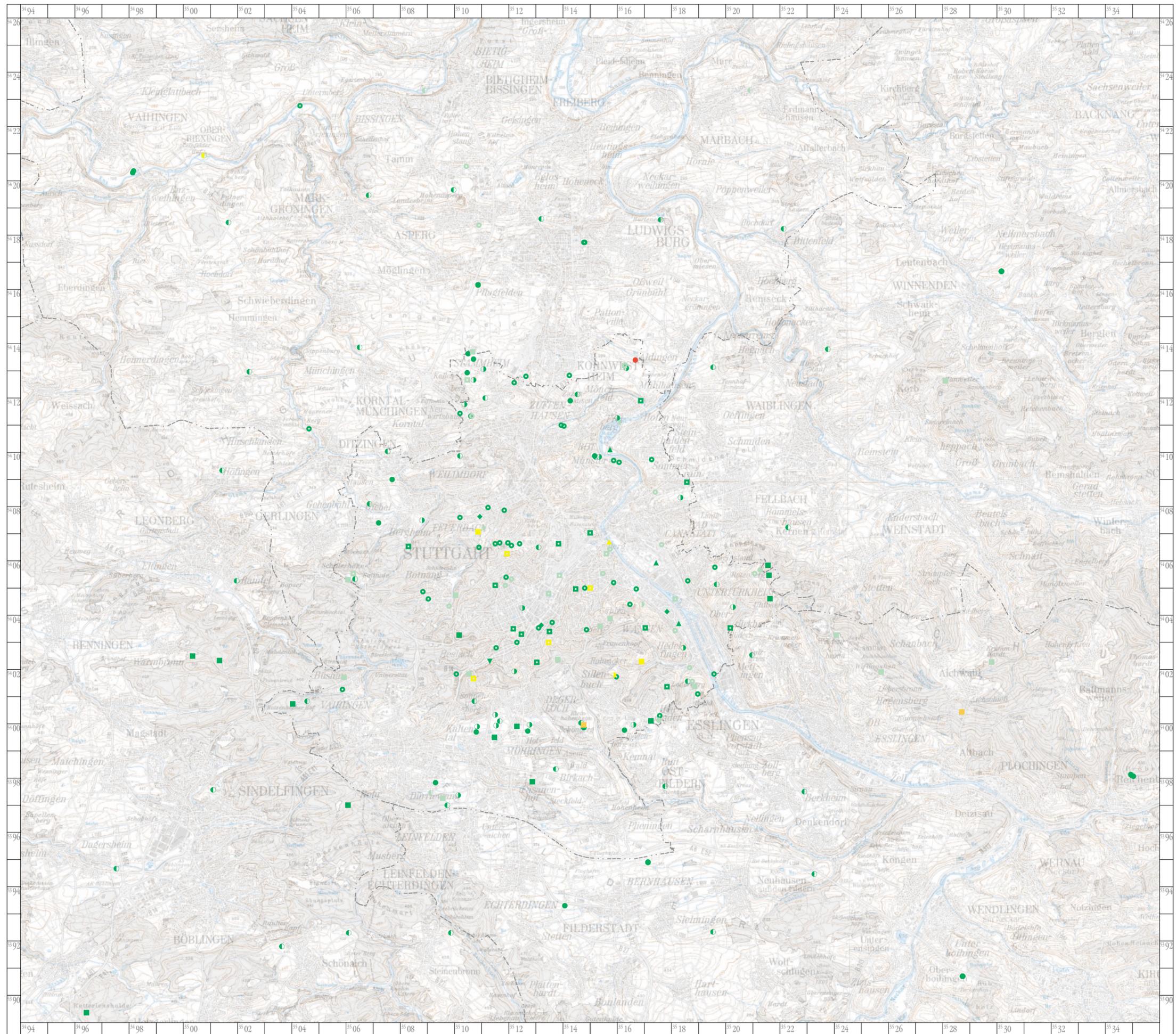
- Prüfwert
- Maßnahmenwert

Bodennutzungen

- Ackerbau
- Grünland
- Sonderkultur
- Haus- und Kleingärten
- Forst und ä. Ökosysteme
- Park u. Grünanlagen
- ▼ Gewerbe und Verkehr
- ▲ Sport u. Freizeitanlage
- ◆ Kinderspielplatz



Karte 4.3-2: Gehalte an mobilem Chrom in Böden des Großraums Stuttgart



Karte 4.3-2/Ost

4.4 Kupfer

Die Kupfergesamtgehalte der im Großraum Stuttgart untersuchten Böden sind deutlich durch die Bodennutzung beeinflusst.

Während die Böden der Außenbereiche mit Ausnahme der Sonderkulturstandorte weitgehend natürliche Gehalte bis 36 mg/kg (90.P) aufweisen sind innerhalb der Siedlungsbereiche sowohl unter Haus- und Kleingärten, Park- und Grünanlagen, Gewerbe- und Verkehrsflächen als auch Sport- und Freizeitanlagen Böden mit erhöhten Gehalten bis 163 mg/kg (90.P) anzutreffen (Tabelle und Karte 4.4-1).

Im Großraum Stuttgart treten die durch Weinbau genutzten, langjährig mit Kupferpräparaten beaufschlagten Böden mit den höchsten Gehalten auf.

Die Gehalte an mobilem Kupfer korrespondieren weitgehend mit den Gesamtgehalten und erreichen unter Sonderkulturnutzungen Gehalte bis 1.386 µg/kg (90.P). Damit werden unter Sonderkulturnutzungen vereinzelt die Prüfwerte für die Futterpflanzenqualität (1.000 µg/kg) und die Prüfwerte für die Bodenorganismen (1.200 µg/kg) überschritten (vgl. auch Kapitel 5).

Tabelle 4.4-1: Statistische Kenndaten der Kupfergehalte der untersuchten Böden

	Cu _{ges} [mg/kg]			Cu _{mob} [µg/kg]		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
Hintergrundkollektiv	2603	20	53	278	136	530
nach Siedlungsstruk.						
Außenbereich	2309	19	37	180	98	411
Stuttgart	286	29	145	98	108	341
Esslingen	777	18	25	30	84	405
Böblingen	194	20	31	9	101	491
Ludwigsburg	490	21	36	33	105	561
Rems-Murr	562	19	33	10	56	154
Siedlungsbereich	294	41	138	98	226	618
Stuttgart	209	52	162	81	214	552
Esslingen	34	22	42	0	-	-
Böblingen	10	26	73	0	-	-
Ludwigsburg	37	35	94	17	299	766
Rems-Murr	4	9	-	0	-	-
nach Nutzungen						
Ackerbau	1811	19	27	78	60	283
Grünland	282	22	72	47	110	544
Sonderkultur	133	73	256	22	237	1386
Haus- u. Kleingärten	132	49	163	57	164	531
Forst u.ä. Ökosyst.	83	11	30	33	124	371
Park- u. Grünanl.	60	42	100	25	272	807
Gewerbe u. Verkehr	85	32	128	9	410	1096
Sport u. Freizeit	9	20	148	4	334	-
Kinderspielplatz	8	21	41	3	226	-
nach Tongehaltsgr.						
T1 (< 8% Ton)	10	24	59	-	-	-
T2 (- 17%)	106	21	57	-	-	-
T3 (- 27%)	531	19	41	-	-	-
T4 (- 45%)	355	22	63	-	-	-
T5 (- 65%)	49	26	54	-	-	-
T6 (>65%)	8	23	25	-	-	-
nach Boden-pH						
< 3,5	-	-	-	7	188	544
3,5 - 4,5	-	-	-	20	171	352
4,5 - 5,5	-	-	-	20	56	99
5,5 - 6,5	-	-	-	46	78	324
6,5 - 7,5	-	-	-	151	165	533
> 7,5	-	-	-	0	-	-

4.5 Quecksilber

Die Quecksilber-Gesamtgehalte der im Großraum Stuttgart untersuchten Böden erreichen 0,23 mg/kg (90.P) in den Außenbereichen und 0,63 mg/kg (90.P) in den Siedlungsbereichen (Tabelle 4.5-1). Sowohl in Böden von Außenbereichen als auch von Siedlungsbereichen liegen gegenüber den landesweiten Hintergrundwerten erhöhte Gehalte vor.

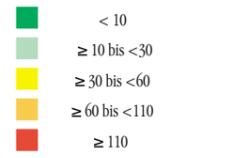
Die untersuchten Böden unter Ackerbau und Forst überschreiten im Großraum Stuttgart mit Gehalten bis 0,20 mg/kg (90.P) nur geringfügig die landesweiten Hintergrundwerte der Tongehaltsgruppen T3 bis T4 (0,10 mg/kg). Deutlich erhöhte Gehalte weisen wiederum Böden unter Sonderkulturnutzungen sowie Böden von Haus- und Kleingärten auf. Regional gehäuft sind erhöhte Quecksilbergehalte zwischen Plieningen und Scharnhausen auch unter Ackerbau vorhanden. Als Ursache hierfür wird die ehemalige Anwendung quecksilberhaltiger Pflanzenschutzmittel angenommen.

Die Tongehaltsgruppe der Böden hat keinen Zusammenhang zu den Quecksilbergesamtgehalten. Die Häufigkeitsverteilung der Gehalte an mobilem Quecksilber wurde ausschließlich mit den Daten der Projekte 2/27 und 2/62 ermittelt, da hier Nachweisgrenzen unterhalb 1 µg/kg angegeben wurden. Die Gehalte an mobilem Quecksilber erreichen im Großraum Stuttgart 1,4 µg/kg (90.P). 2 µg/kg werden lediglich bei Böden mit pH-Werten unter 3,5 überschritten. Eine weitere Differenzierung nach der Siedlungsstruktur oder den Bodennutzungen ist anhand der insgesamt vorliegenden 160 Daten nicht möglich. Daher wurde auch auf eine Kartendarstellung verzichtet.

Tabelle 4.5-1: Statistische Kenndaten der Quecksilbergehalte der untersuchten Böden

	Hg _{ges} [mg/kg]			Hg _{mob} [µg/kg]		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
Hintergrundkollektiv	2373	0,10	0,30	160	0,3	1,4
nach Siedlungsstruk.						
Außenbereich	2100	0,10	0,23	99	0,3	1,1
Stuttgart	253	0,10	0,42	78	0,2	1,3
Esslingen	754	0,10	0,20	7	0,4	0,6
Böblingen	159	0,10	0,15	6	0,2	0,2
Ludwigsburg	434	0,10	0,20	6	0,3	0,9
Rems-Murr	500	0,08	0,27	2	0,2	-
Siedlungsbereich	273	0,18	0,63	61	0,3	1,5
Stuttgart	200	0,22	0,66	61	0,3	1,5
Esslingen	35	0,11	0,34	-	-	-
Böblingen	5	0,06	-	-	-	-
Ludwigsburg	29	0,20	0,53	-	-	-
Rems-Murr	4	0,04	-	-	-	-
nach Nutzungen						
Ackerbau	1728	0,10	0,20	16	0,5	1,5
Grünland	178	0,09	0,41	39	0,2	0,6
Sonderkultur	114	0,10	0,65	22	0,3	1,9
Haus- u. Kleingärten	126	0,20	0,70	28	0,2	1,5
Forst u.ä. Ökosyst.	80	0,09	0,19	22	0,2	0,7
Park- u. Grünanl.	58	0,20	0,54	25	0,3	1,5
Gewerbe u. Verkehr	72	0,14	0,52	1	<0,2	-
Sport u. Freizeit	9	0,11	0,46	4	1,3	-
Kinderspielplatz	8	0,10	0,42	3	0,8	-
nach Tongehaltsgr.						
T1 (< 8% Ton)	1	0,13	-	-	-	-
T2 (- 17%)	68	0,11	0,21	-	-	-
T3 (- 27%)	493	0,10	0,25	-	-	-
T4 (- 45%)	263	0,10	0,26	-	-	-
T5 (- 65%)	31	0,07	0,23	-	-	-
T6 (>65%)	2	0,06	-	-	-	-
nach Boden-pH						
< 3,5	-	-	-	7	<0,2	2,1
3,5 - 4,5	-	-	-	20	0,2	0,5
4,5 - 5,5	-	-	-	19	0,2	0,6
5,5 - 6,5	-	-	-	46	<0,2	0,5
6,5 - 7,5	-	-	-	151	0,2	1,5
> 7,5	-	-	-	0	-	-

Kupfer-Gesamtgehalt [mg/kg]



Hintergrund-, Prüf- und Belastungswerte nach der 3. und 4. VwV BodSchG

Kupfer-Gesamtgehalt [mg/kg]

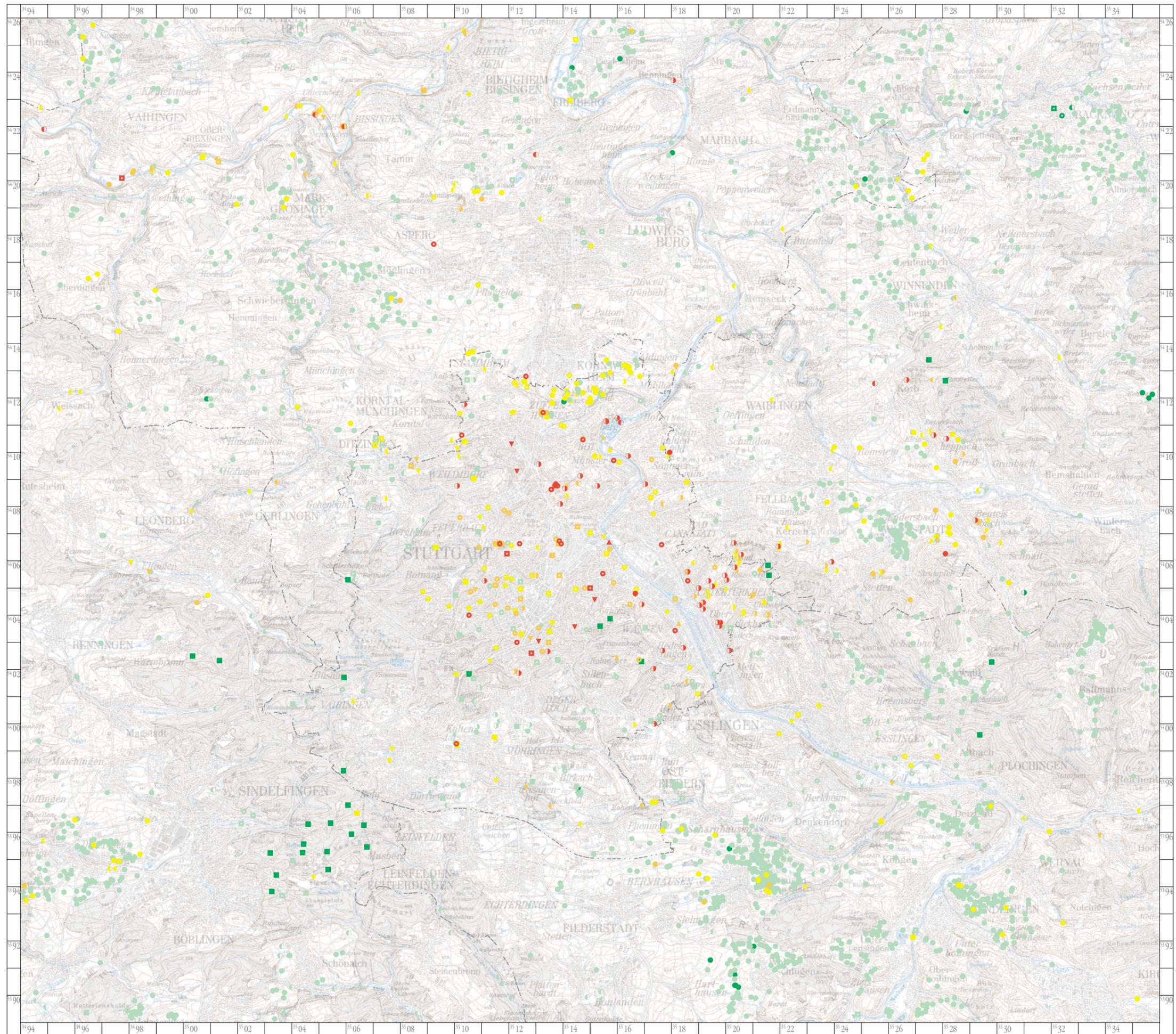
- 10 Hintergrundwert Tgr 1 (0-8%Ton)
- 30 Hintergrundwert Tgr 3 (17-27%Ton)
- 60 Prüfwert Pflanzen und Sickerwasser

Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte nach der BBodSchV [mg/kg]

- 20 Vorsorgewert Sand
- 40 Vorsorgewert Lehm/Schluff
- 60 Vorsorgewert Ton
- Prüfwert Kinderspielfläche
- Prüfwert Wohngebiet
- Prüfwert Park- und Freizeitanlage
- Prüfwert Industrie- und Gewerbe
- 1.300 Maßnahmenwert Grünland

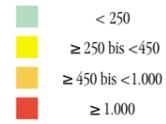
Bodennutzungen

- Ackerbau
- Grünland
- Sonderkultur
- Haus- und Kleingärten
- Forst und ä. Ökosysteme
- Park u. Grünanlagen
- ▼ Gewerbe und Verkehr
- ▲ Sport u. Freizeitanlage
- ◆ Kinderspielfläche



Karte 4.4-1: Kupfer-Gesamtgehalte in Böden des Großraums Stuttgart

Mobiles Kupfer [µg/kg]



Hintergrund-, Prüf- und Belastungswerte nach der 3. VwV BodSchG

Mobiles Kupfer [µg/kg]

- 250 Hintergrundwert pH 5,0-5,5
- 450 Prüfwert Sickerwasser (Unterboden)
- 1.000 Prüfwert Futterpflanzen

Prüf- und Maßnahmenwerte nach der BBodSchV [µg/kg]

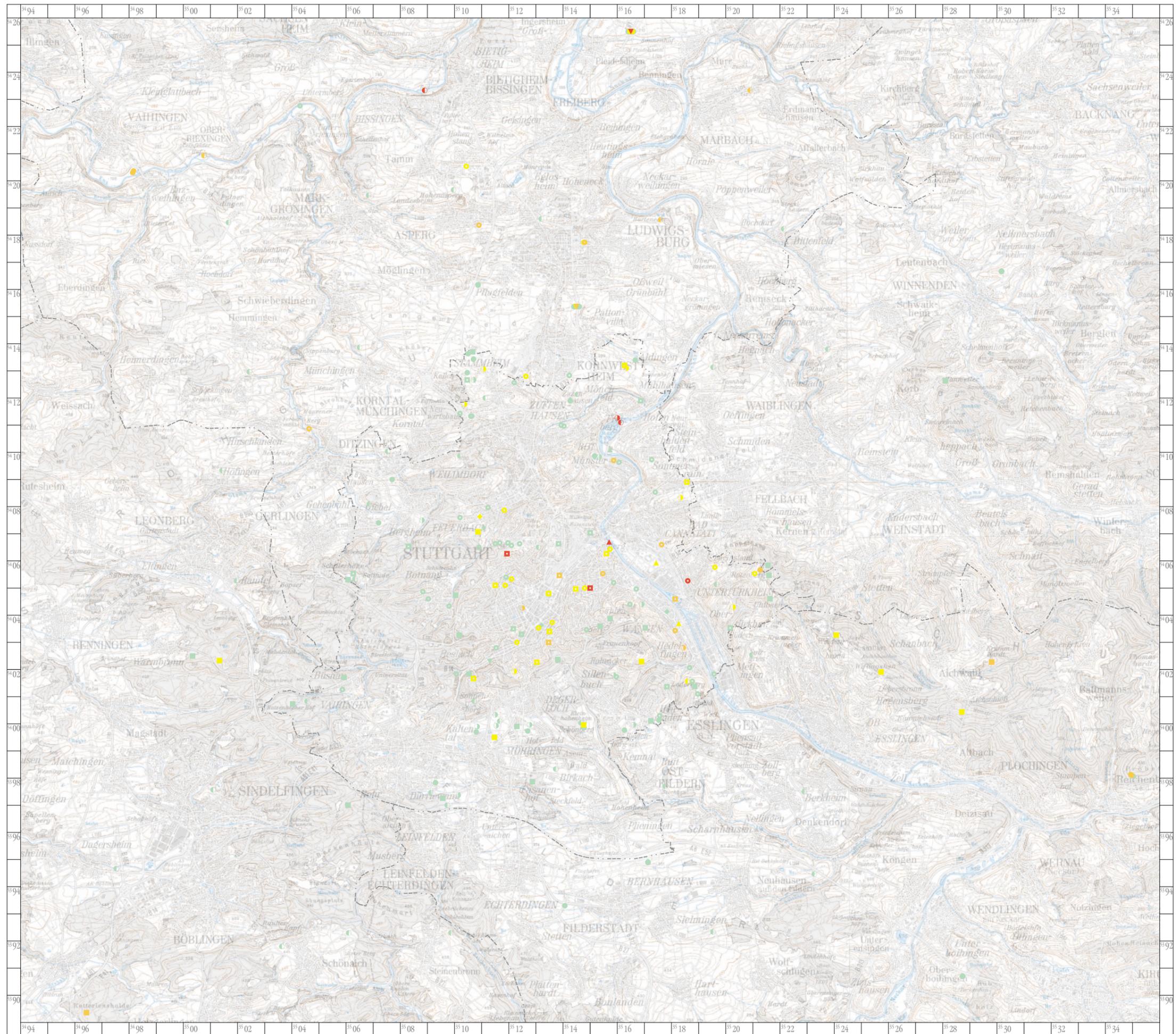
- 1.000 Prüfwert Wachstumsbeeinträchtigung
- Maßnahmenwert

Bodennutzungen

- Ackerbau
- Grünland
- Sonderkultur
- Haus- und Kleingärten
- Forst und ä. Ökosysteme
- Park u. Grünanlagen
- ▼ Gewerbe und Verkehr
- ▲ Sport u. Freizeitanlage
- ◆ Kinderspielplatz



Karte 4.4-2: Gehalte an mobilem Kupfer in Böden des Großraums Stuttgart

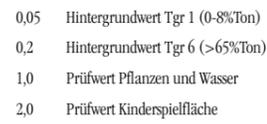


Quecksilber-Gesamtgehalt [mg/kg]



Hintergrund-, Prüf- und Belastungswerte nach der 3. VwV BodSchG

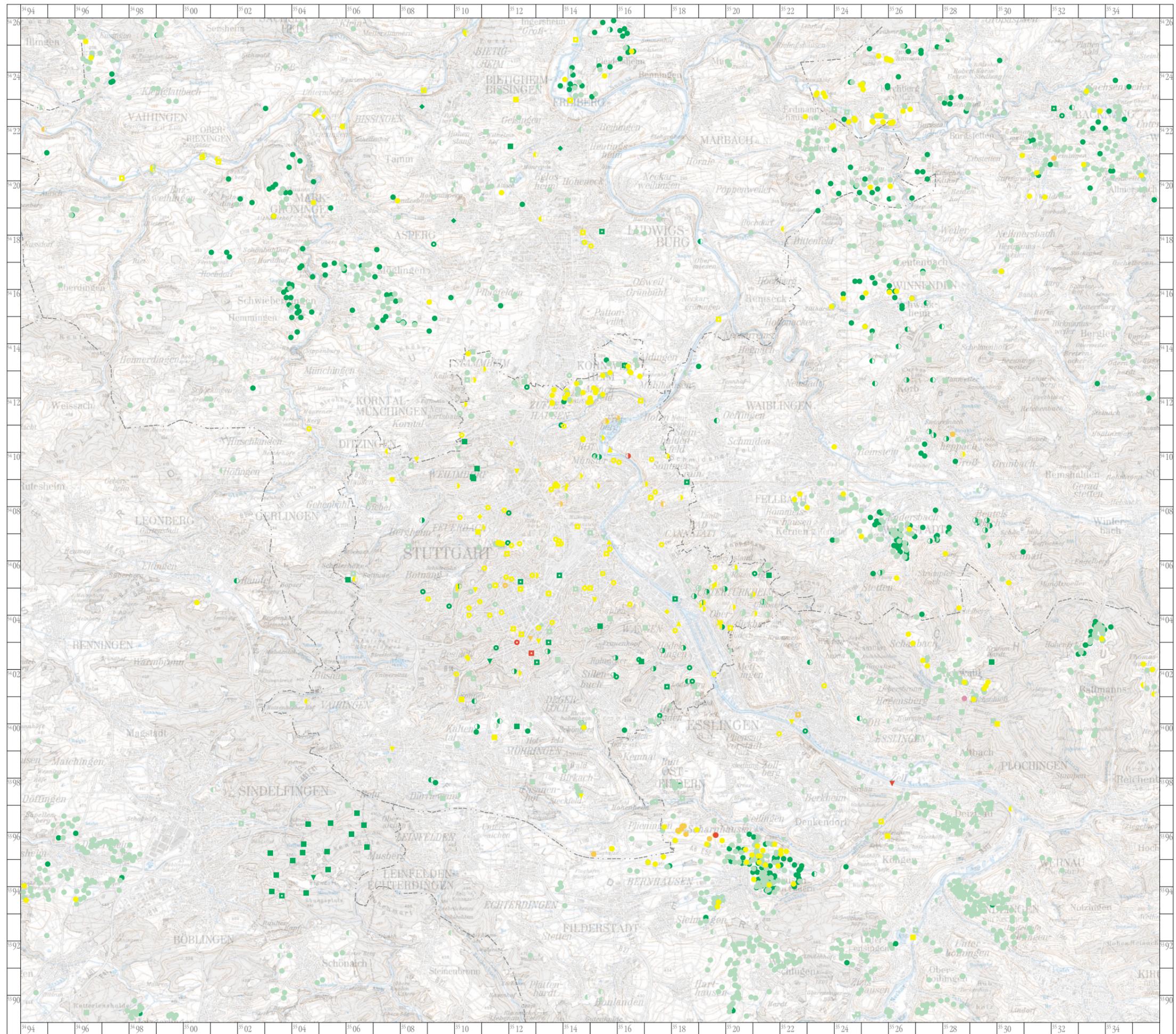
Quecksilber-Gesamtgehalt [mg/kg]



Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte nach der BBodSchV [mg/kg]



Bodennutzungen



Karte 4.5-1: Quecksilber-Gesamtgehalte in Böden des Großraums Stuttgart

4.6 Nickel

Die Nickelgesamtgehalte der im Großraum Stuttgart untersuchten Böden liegen in den Siedlungsbereichen bei Gehalten bis 54 mg/kg (90.P) nur geringfügig über den Gehalten der Außenbereiche (Tabelle 4.6-1).

Die höchsten Gehalte werden in Böden unter Haus- und Kleingärten erreicht.

Im übrigen folgen die Nickel-Gesamtgehalte den Tongehaltsgruppen, jedoch ist die Differenzierung weniger deutlich als bei den landesweiten Hintergrundwerten, die von 15 mg/kg für die Tongehaltsgruppe T1 bis zu 100 mg/kg für die Tongehaltsgruppe T6 ansteigen. Bei den landesweiten Hintergrundwerten fallen nickelarme, quartäre Sande und Kiese im Bereich der Tongehaltsgruppen T1 und T2 und nickelreiche Böden aus Ton- und Kalksteinen des *Jura* in den Tongehaltsgruppen T4 bis T6 stärker ins Gewicht als im Raum Stuttgart.

Die Gehalte an mobilem Nickel folgen sehr deutlich dem Boden-pH und erreichen im pH-Bereich 3,5-4,5 bis 1.100 µg/kg (90.P). An zwei Standorten wird der Prüfwert für die Sickerwasserqualität überschritten (vgl. Kapitel 5).

Tabelle 4.6-1: Statistische Kenndaten der Nickelgehalte der untersuchten Böden

	Ni _{ges} [mg/kg]			Ni _{mob} [µg/kg]		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
Hintergrundkollektiv	2645	26	39	286	71	310
nach Siedlungsstruk.						
Außenbereich	2349	26	37	188	67	413
Stuttgart	317	28	40	105	95	654
Esslingen	804	25	35	30	61	292
Böblingen	190	28	40	9	134	594
Ludwigsburg	491	29	40	34	23	101
Rems-Murr	547	25	34	10	36	166
Siedlungsbereich	296	30	54	98	78	177
Stuttgart	210	33	54	81	88	186
Esslingen	40	21	28	0	-	-
Böblingen	5	26	-	0	-	-
Ludwigsburg	37	26	62	17	<50	162
Rems-Murr	4	25	-	0	-	-
nach Nutzungen						
Ackerbau	1847	26	37	78	44	119
Grünland	286	25	40	48	34	145
Sonderkultur	117	31	46	22	73	198
Haus- u. Kleingärten	132	34	62	57	72	132
Forst u.ä. Ökosyst.	99	12	24	40	323	955
Park- u. Grünanl.	60	30	41	25	143	198
Gewerbe u. Verkehr	87	26	38	9	<50	-
Sport u. Freizeit	9	24	66	4	97	-
Kinderspielplatz	8	25	35	3	57	-
nach Tongehaltsgr.						
T1 (< 8% Ton)	10	19	30	-	-	-
T2 (- 17%)	117	22	35	-	-	-
T3 (- 27%)	562	26	37	-	-	-
T4 (- 45%)	362	27	41	-	-	-
T5 (- 65%)	48	33	48	-	-	-
T6 (>65%)	8	35	53	-	-	-
nach Boden-pH						
< 3,5	-	-	-	9	300	757
3,5 - 4,5	-	-	-	25	361	1100
4,5 - 5,5	-	-	-	20	248	702
5,5 - 6,5	-	-	-	46	59	165
6,5 - 7,5	-	-	-	151	51	133
> 7,5	-	-	-	0	-	-

4.7 Blei

Die Bleigesamtgehalte der untersuchten Böden des Großraumes Stuttgart sind sehr deutlich durch die Siedlungsstruktur beeinflusst. Während in den Außenbereichen 43 mg/kg (90.P) erreicht werden sind es im Durchschnitt der Siedlungsbereiche 189 mg/kg (Tabelle 4.7-1).

Unter den Standorten der Außenbereiche treten lediglich Standorte unter Sonderkulturnutzung mit Gehalten bis 117 mg/kg (90.P) auf.

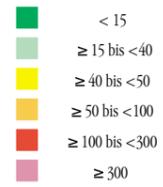
In den Siedlungsbereichen treten bei allen Nutzungen Gehalte oberhalb 100 mg/kg (90.P) auf. Die höchsten Gehalte mit bis zu 240 mg/kg (90.P) werden in der Kategorie Gewerbe und Verkehr erreicht. In diesem Datenteilkollektiv sind unter anderem Standorte der Projekte 6/4 und 6/7 (vgl. Kapitel 3.1) enthalten, wenn deren Abstand zur Fahrbahn weniger als 10 m betrug. Bedingt durch die andauernde Anwendung bleihaltigen Kraftstoffes über Jahrzehnte folgen die Bleigehalte der Oberböden den Verkehrsstraßen.

Die Gehalte an mobilem Blei folgen sehr deutlich dem Boden-pH und erreichen bei Böden mit pH < 3,5 bis 3.076 µg/kg (90.P).

Tabelle 4.7-1: Statistische Kenngrößen der Bleigehalte der untersuchten Böden

	Pb _{ges} [mg/kg]			Pb _{mob} [µg/kg]		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
Hintergrundkollektiv	2546	28	62	294	<10	307
nach Siedlungsstruk.						
Außenbereich	2207	26	43	195	<10	767
Stuttgart	294	30	71	111	<10	927
Esslingen	783	28	40	31	<10	469
Böblingen	164	24	35	9	19	891
Ludwigsburg	448	24	43	34	<10	<10
Rems-Murr	518	27	39	10	<10	451
Siedlungsbereich	339	58	189	99	<10	13
Stuttgart	234	70	194	82	<10	12
Esslingen	44	35	107	0	-	-
Böblingen	10	55	232	0	-	-
Ludwigsburg	47	45	164	17	<10	27
Rems-Murr	4	25	-	0	-	-
nach Nutzungen						
Ackerbau	1756	25	37	85	<10	<10
Grünland	186	35	75	48	<10	18
Sonderkultur	131	34	117	22	<10	8
Haus- u. Kleingärten	133	69	194	57	<10	13
Forst u.ä. Ökosyst.	100	32	58	40	700	2280
Park- u. Grünanl.	60	58	131	25	<10	14
Gewerbe u. Verkehr	99	50	240	10	<10	18
Sport u. Freizeit	9	33	142	4	<10	-
Kinderspielplatz	38	41	105	3	<10	-
nach Tongehaltsgr.						
T1 (< 8% Ton)	4	20	-	-	-	-
T2 (- 17%)	110	31	75	-	-	-
T3 (- 27%)	537	31	64	-	-	-
T4 (- 45%)	314	30	90	-	-	-
T5 (- 65%)	32	33	53	-	-	-
T6 (>65%)	2	40	-	-	-	-
nach Boden-pH						
< 3,5	-	-	-	9	1843	3076
3,5 - 4,5	-	-	-	25	560	1300
4,5 - 5,5	-	-	-	20	17	114
5,5 - 6,5	-	-	-	47	<10	<10
6,5 - 7,5	-	-	-	158	<10	<10
> 7,5	-	-	-	0	-	-

Nickel-Gesamtgehalt [mg/kg]



Hintergrund-, Prüf- und Belastungswerte nach der 3. VwV BodSchG

Nickel-Gesamtgehalt [mg/kg]

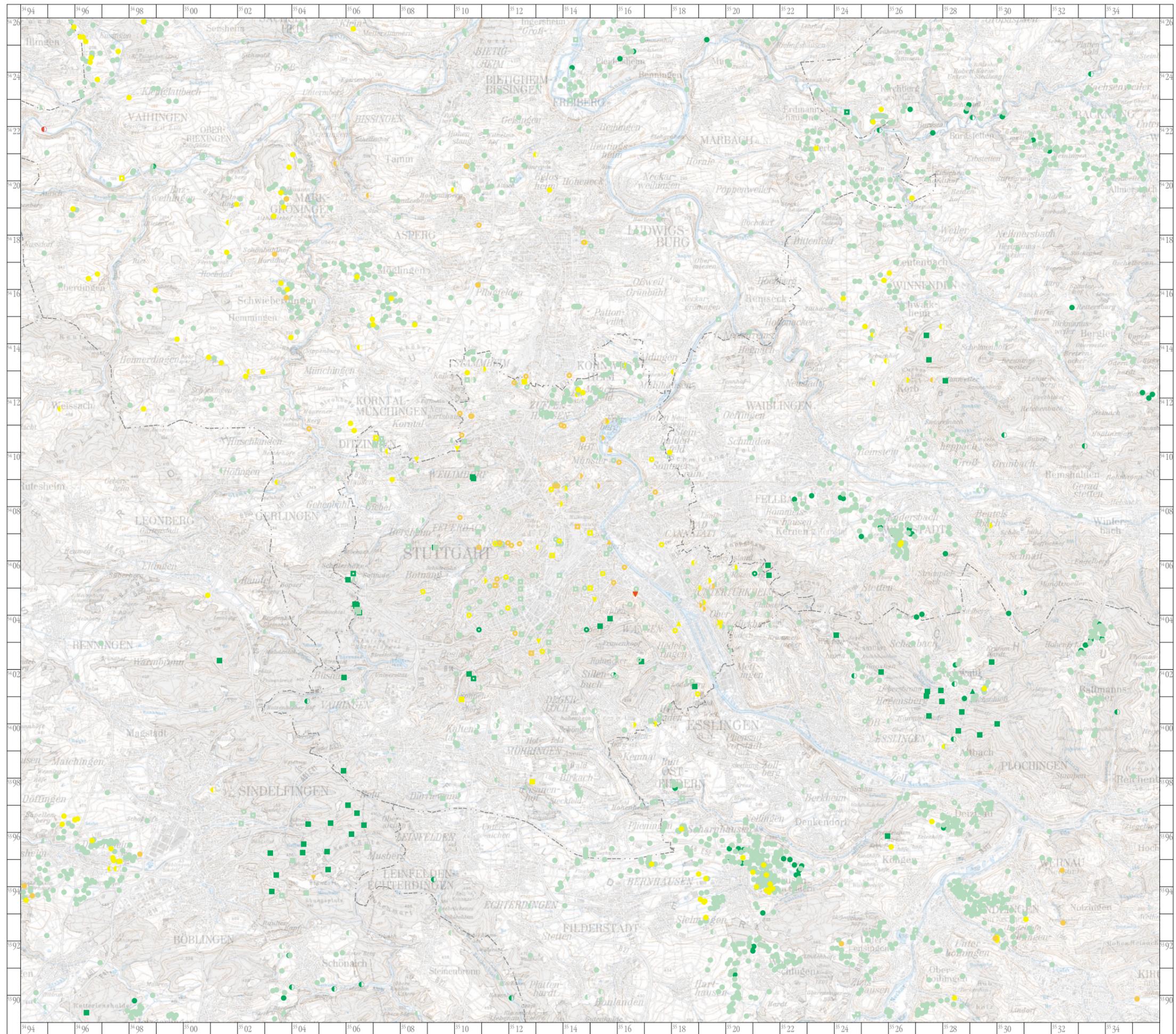
15	Hintergrundwert Tgr 1 (0-8%Ton)
40	Hintergrundwert Tgr 3 (17-27%Ton)
50	Prüfwert Pflanzen und Sickerwasser
100	Prüfwert Kinderspielfläche
300	Prüfwert Gewerbefläche

Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte nach der BBodSchV [mg/kg]

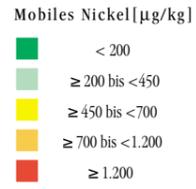
15	Vorsorgewert Sand
50	Vorsorgewert Lehm/Schluff
70	Vorsorgewert Ton
70	Prüfwert Kinderspielfläche
140	Prüfwert Wohngebiet
350	Prüfwert Park- und Freizeitanlage
900	Prüfwert Industrie- und Gewerbe
1.900	Maßnahmenwert Grünland

Bodennutzungen

- Ackerbau
- Grünland
- Sonderkultur
- Haus- und Kleingärten
- Forst und ä. Ökosysteme
- Park u. Grünanlagen
- ▼ Gewerbe und Verkehr
- ▲ Sport u. Freizeitanlage
- ◆ Kinderspielfläche



Karte 4.6-1: Nickel-Gesamtgehalte in Böden des Großraums Stuttgart



Hintergrund-, Prüf- und Belastungswerte nach der 3. VwV BodSchG

Mobiles Nickel [µg/kg]

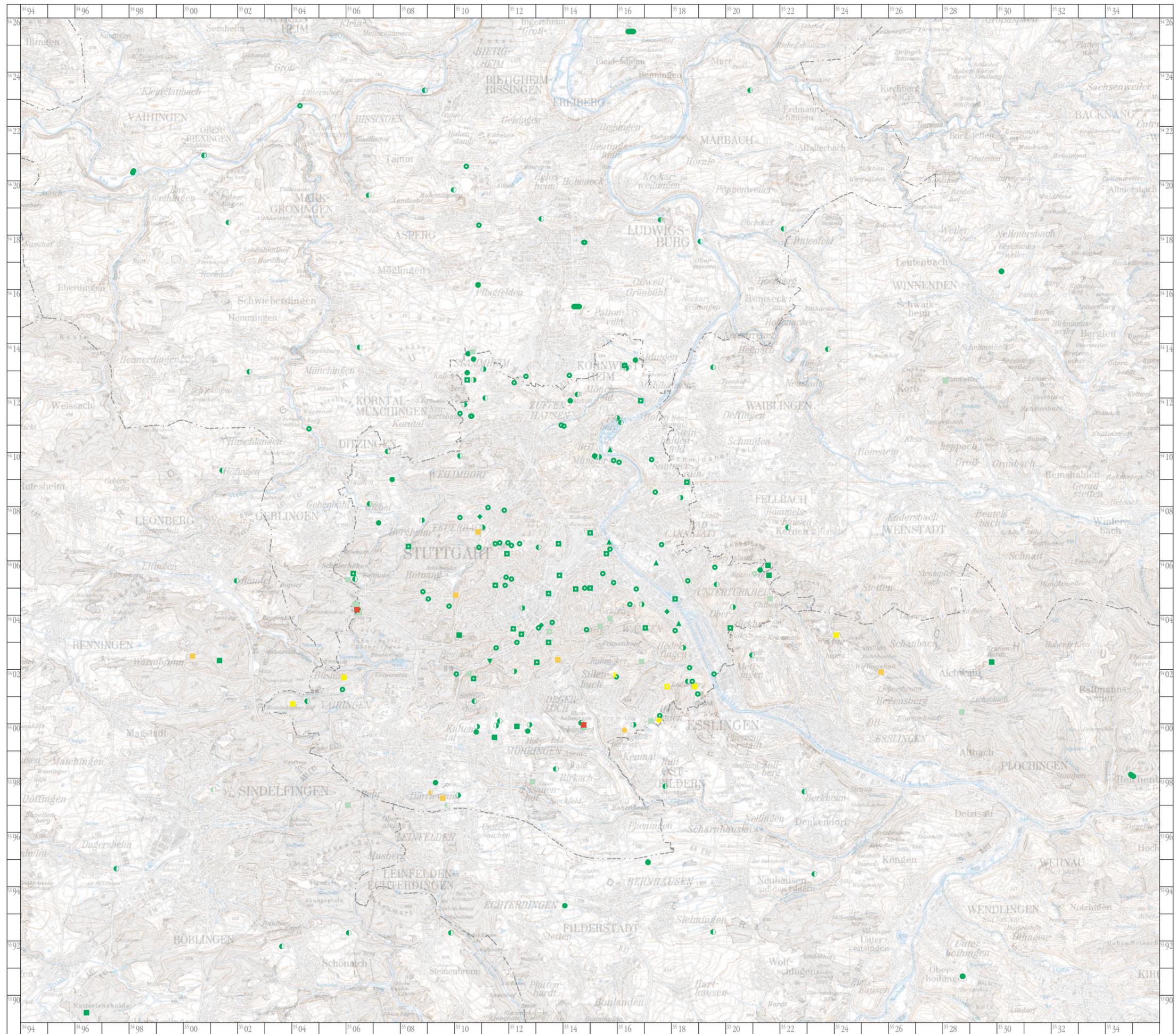
- 200 Hintergrundwert pH > 6,5
- 450 Hintergrundwert pH 5,0-5,5
- 700 Prüfwert Sickerwasser (Unterboden)
- 1.200 Prüfwert Sickerwasser (Oberboden)
- Prüfwert Pflanzenwachstum

Prüf- und Maßnahmenwerte nach der BBodSchV [µg/kg]

- 1.500 Prüfwert Wachstumsbeeinträchtigung
- Maßnahmenwert

Bodennutzungen

- Ackerbau
- Grünland
- Sonderkultur
- Haus- und Kleingärten
- Forst und ä. Ökosysteme
- Park u. Grünanlagen
- ▼ Gewerbe und Verkehr
- ▲ Sport u. Freizeitanlage
- ◆ Kinderspielplatz



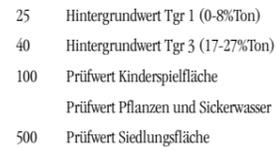
Karte 4.6-2: Gehalte an mobilem Nickel in Böden des Großraums Stuttgart

Blei-Gesamtgehalt [mg/kg]



Hintergrund-, Prüf- und Belastungswerte nach der 3. VwV BodSchG

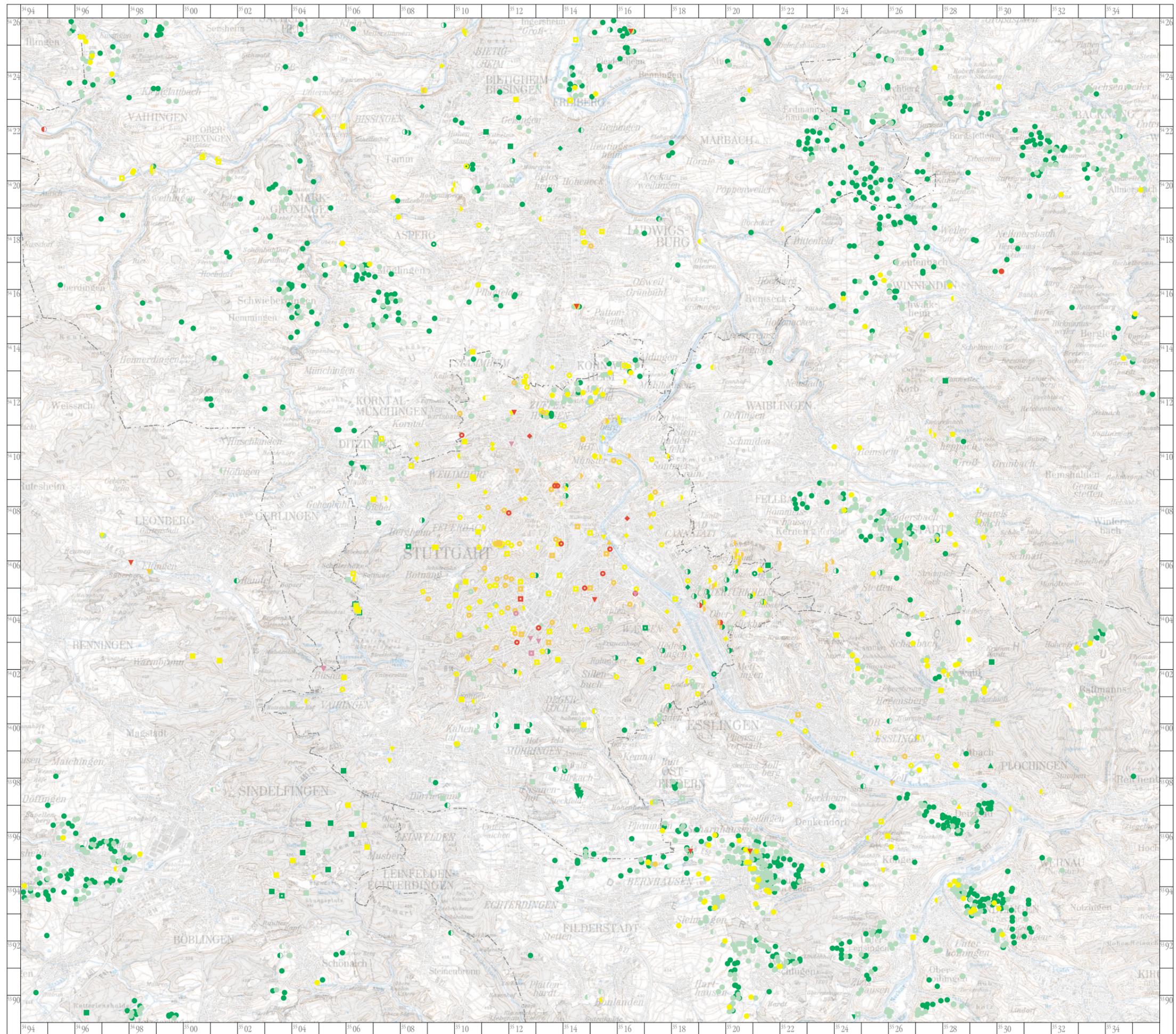
Blei-Gesamtgehalt [mg/kg]



Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte nach der BBodSchV [mg/kg]

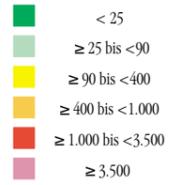


Bodennutzungen



Karte 4.7-1: Blei-Gesamtgehalte in Böden des Großraums Stuttgart

Mobiles Blei [µg/kg]



Hintergrund-, Prüf- und Belastungswerte nach der 3. VwV BodSchG

Mobiles Blei [µg/kg]

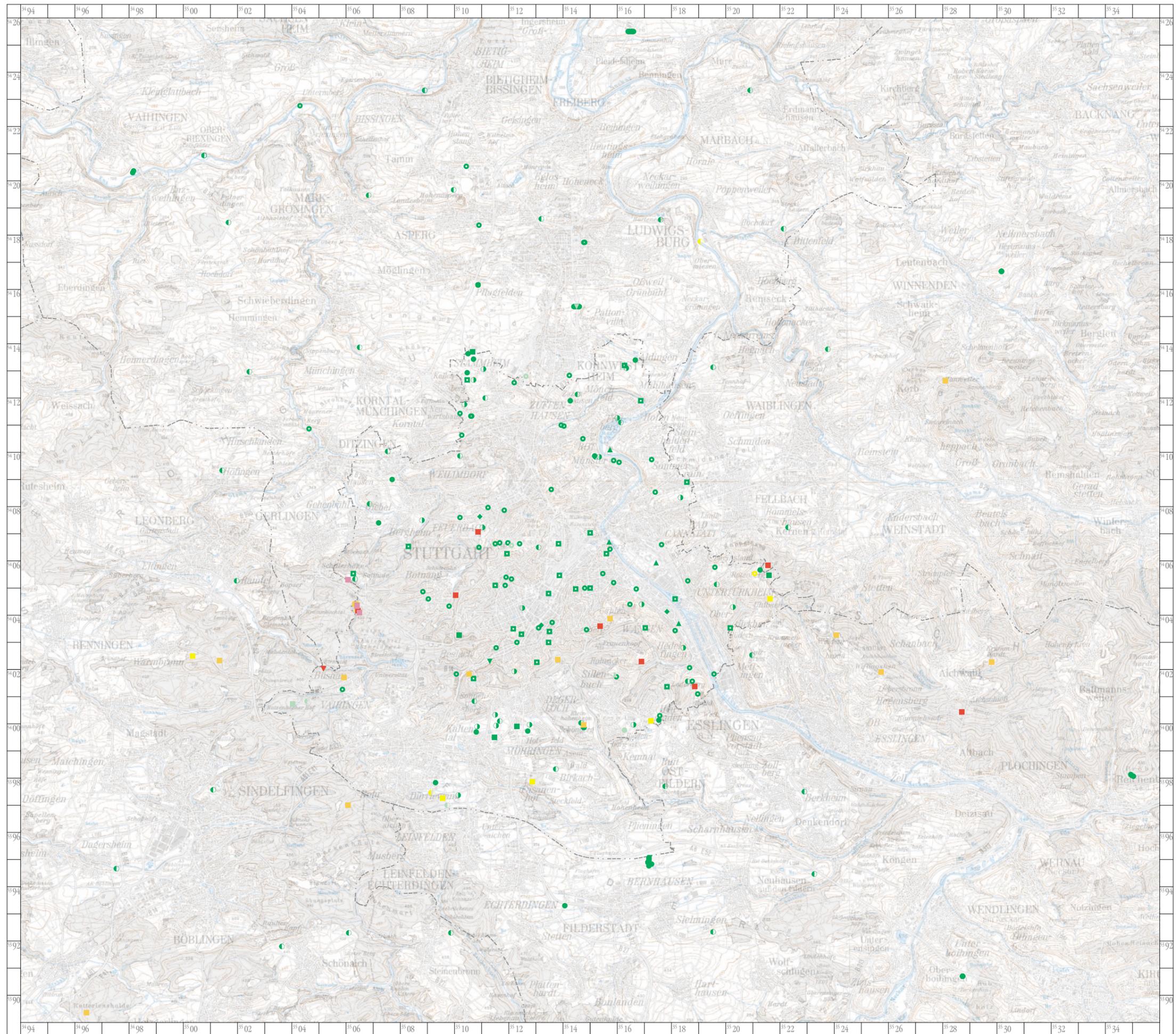
- 25 Hintergrundwert pH 5,5-6,0
- 90 Hintergrundwert pH 5,0-5,5
- 400 Prüfwert Nahrungspflanzen
- 3.500 Prüfwert Sickerwasser (Oberboden)

Prüf- und Maßnahmenwerte nach der BBodSchV [µg/kg]

- 100 Prüfwert Ackerbau, Nutzgarten
- Maßnahmenwert

Bodennutzungen

- Ackerbau
- Grünland
- Sonderkultur
- Haus- und Kleingärten
- Forst und ä. Ökosysteme
- Park u. Grünanlagen
- ▼ Gewerbe und Verkehr
- ▲ Sport u. Freizeitanlage
- ◆ Kinderspielplatz



Karte 4.7-2: Gehalte an mobilem Blei in Böden des Großraums Stuttgart

4.8 Thallium

Die Siedlungsstruktur und die Bodennutzung haben im Großraum Stuttgart keinen merklichen Einfluss auf die Thallium-Gesamtgehalte (Tabelle 4.8-1).

Die Thallium-Gesamtgehalte nehmen mit steigendem Tongehalt der Böden kontinuierlich zu und liegen bei Gehalten bis 0,4 mg/kg (90.P) innerhalb des landesweiten Hintergrundbereiches. Auch die Gehalte an mobilem Thallium liegen im landesweiten Hintergrundbereich.

Auf eine Bestimmung der Thalliumgehalte in Böden des Großraumes Stuttgart kann nach den vorliegenden Befunden außerhalb von Verdachtsflächen künftig verzichtet werden.

Tabelle 4.8-1: Statistische Kenngrößen der Thalliumgehalte der untersuchten Böden

	Tl _{ges} [mg/kg]			Tl _{mob} [µg/kg]		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
Hintergrundkollektiv	382	0,2	0,3	181	4	10
nach Siedlungsstruk.						
Außenbereich	270	0,2	0,3	120	3	7
Stuttgart	133	0,2	0,3	85	3	7
Esslingen	83	0,2	0,3	14	4	11
Böblingen	23	0,0	0,2	9	3	9
Ludwigsburg	18	0,2	0,3	9	3	5
Rems-Murr	13	0,2	0,3	3	1	-
Siedlungsbereich	112	0,2	0,4	61	6	12
Stuttgart	73	0,2	0,4	61	6	12
Esslingen	28	0,2	0,2	0	-	-
Böblingen	5	0,1	-	0	-	-
Ludwigsburg	4	0,2	-	0	-	-
Rems-Murr	2	0,0	-	0	-	-
nach Nutzungen						
Ackerbau	78	0,2	0,3	28	2	4
Grünland	98	0,2	0,3	41	3	5
Sonderkultur	22	0,2	0,4	22	3	7
Haus- u. Kleingärten	48	0,2	0,4	28	8	17
Forst u.ä. Ökosyst.	72	0,1	0,2	29	5	12
Park- u. Grünanl.	38	0,2	0,3	25	5	8
Gewerbe u. Verkehr	13	0,1	0,3	1	11	-
Sport u. Freizeit	9	0,2	0,3	4	5	-
Kinderspielplatz	4	0,2	-	3	5	-
nach Tongehaltsgr.						
T1 (< 8% Ton)	2	0,11	-	-	-	-
T2 (- 17%)	31	0,21	0,28	-	-	-
T3 (- 27%)	93	0,20	0,32	-	-	-
T4 (- 45%)	107	0,20	0,35	-	-	-
T5 (- 65%)	17	0,25	0,36	-	-	-
T6 (>65%)	0	-	-	-	-	-
nach Boden-pH						
< 3,5	-	-	-	7	4	19
3,5 - 4,5	-	-	-	17	6	13
4,5 - 5,5	-	-	-	17	4	10
5,5 - 6,5	-	-	-	27	3	6
6,5 - 7,5	-	-	-	112	4	10
> 7,5	-	-	-	0	-	-

4.9 Zink

Die Zinkgesamtgehalte der untersuchten Böden des Großraumes Stuttgart sind deutlich durch die Siedlungsstruktur beeinflusst. Während in den Außenbereichen 120 mg/kg (90.P) erreicht werden sind es in den Siedlungsbereichen 567 mg/kg (Tabelle 4.9-1).

In Böden unter Ackerbau und Forst werden die Prüfwerte für Pflanzen und Tiere in der Regel eingehalten. Unter allen anderen Nutzungen werden die Prüfwerte auf mehr als 10% der untersuchten Standorte überschritten.

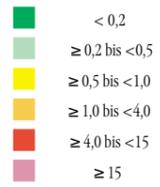
Zink ist unter natürlichen Verhältnissen oftmals ähnlich - wenn auch in anderen Konzentrationen - im Boden verteilt wie Cadmium, weil Cadmium häufig als Beimengung in zinkführenden Mineralen in Erscheinung tritt. Aber auch aus dem Rohstoff Zink hergestellte Materialien wie Zinkbleche enthalten Cadmium in Spuren. Deshalb ist z.B. im Klärschlamm in vielen Fällen ebenfalls eine Korrelation der beiden Schwermetalle festzustellen. Die Zinkgehalte sind, wie bereits für Cadmium gezeigt wurde, in Böden von Kleingärten, die früher mit Klärschlamm beaufschlagt wurden, am höchsten.

Die Tongehaltsgruppen liefern bedingt durch die häufig erhöhten Gehalte in Böden der Siedlungsbereiche keinen Erklärungswert für die Zinkgesamtgehalte. Die Gehalte an mobilem Zink steigen hingegen sehr deutlich mit dem Boden-pH und erreichen ihr Maximum im pH-Bereich 3,5-4,5 mit Gehalten bis 11.630 µg/kg (90.P). In Böden unter Forst sind vereinzelt Überschreitungen des Sickerwasserprüfwertes von 5.000 µg/kg (90.P) Zn_{mob} zu verzeichnen (vgl. Kapitel 5).

Tabelle 4.9-1: Statistische Kenngrößen der Zinkgehalte der untersuchten Böden

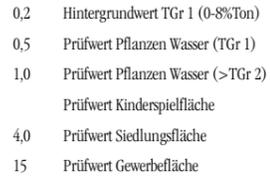
	Zn_{ges} [mg/kg]			Zn_{mob} [µg/kg]		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
Hintergrundkollektiv	2638	66	173	286	120	2569
nach Siedlungsstruk.						
Außenbereich	2344	64	120	188	105	3374
Stuttgart	302	79	256	105	152	3900
Esslingen	794	64	105	30	97	3789
Böblingen	194	64	100	9	1294	8507
Ludwigsburg	491	64	110	34	<50	247
Rems-Murr	563	60	108	10	<50	3167
Siedlungsbereich	294	159	567	98	132	578
Stuttgart	208	211	650	81	130	575
Esslingen	35	81	148	0	-	-
Böblingen	10	95	420	0	-	-
Ludwigsburg	37	130	263	17	160	604
Rems-Murr	4	71	-	0	-	-
nach Nutzungen						
Ackerbau	1817	62	98	78	<50	216
Grünland	294	72	201	48	78	675
Sonderkultur	133	110	365	22	69	391
Haus- u. Kleingärten	133	213	659	57	160	612
Forst u.ä. Ökosyst.	100	49	112	40	3310	10760
Park- u. Grünanl.	60	147	335	25	90	408
Gewerbe u. Verkehr	84	130	498	9	160	684
Sport u. Freizeit	9	108	576	4	92	-
Kinderspielplatz	8	67	327	3	66	-
nach Tongehaltsgr.						
T1 (< 8% Ton)	10	91	156	-	-	-
T2 (- 17%)	120	69	154	-	-	-
T3 (- 27%)	535	65	153	-	-	-
T4 (- 45%)	371	73	195	-	-	-
T5 (- 65%)	49	72	128	-	-	-
T6 (>65%)	8	66	101	-	-	-
nach Boden-pH						
< 3,5	-	-	-	9	4350	9960
3,5 - 4,5	-	-	-	25	3813	11630
4,5 - 5,5	-	-	-	20	854	2255
5,5 - 6,5	-	-	-	46	108	408
6,5 - 7,5	-	-	-	151	60	330
> 7,5	-	-	-	0	-	-

Thallium-Gesamtgehalt [mg/kg]



Hintergrund-, Prüf- und Belastungswerte nach der 3. VwV BodSchG

Thallium-Gesamtgehalt [mg/kg]



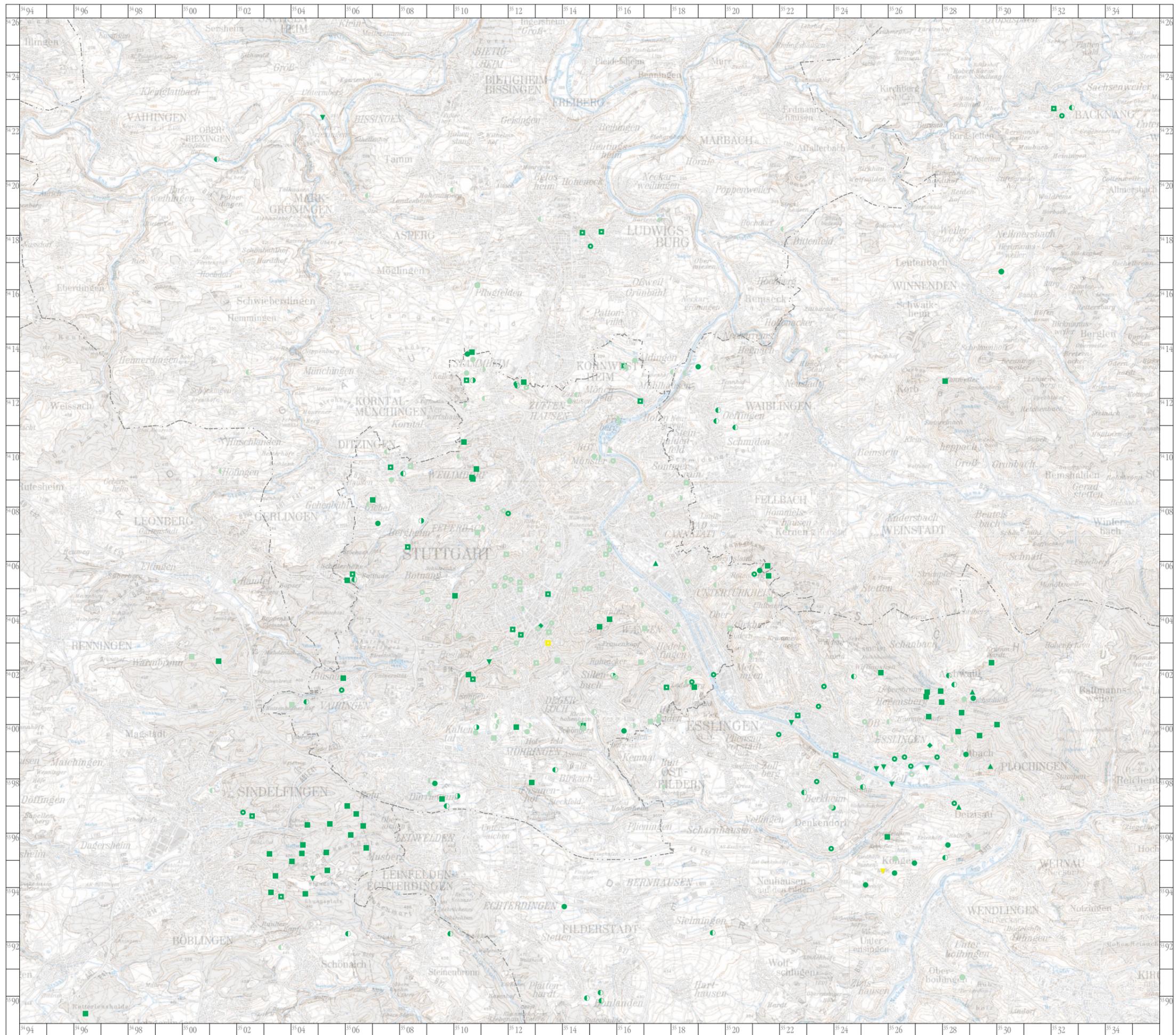
Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte nach der BBodSchV [mg/kg]



Bodennutzungen



Karte 4.8-1: Thallium-Gesamtgehalte in Böden des Großraums Stuttgart



Mobiles Thallium [$\mu\text{g}/\text{kg}$]

- < 14
- ≥ 14 bis < 25
- ≥ 25 bis < 40
- ≥ 40 bis < 130
- ≥ 130

Hintergrund-, Prüf- und Belastungswerte nach der 3. VwV BodSchG

Mobiles Thallium [$\mu\text{g}/\text{kg}$]

- 14 Hintergrundwert pH > 5,5
- 25 Hintergrundwert pH 4,5-5,0
- 40 Prüfwert Nahrungspflanzen
- 130 Belastungswert Nahrungs- und Futterpflanzen

Prüf- und Maßnahmenwerte nach der BBodSchV [$\mu\text{g}/\text{kg}$]

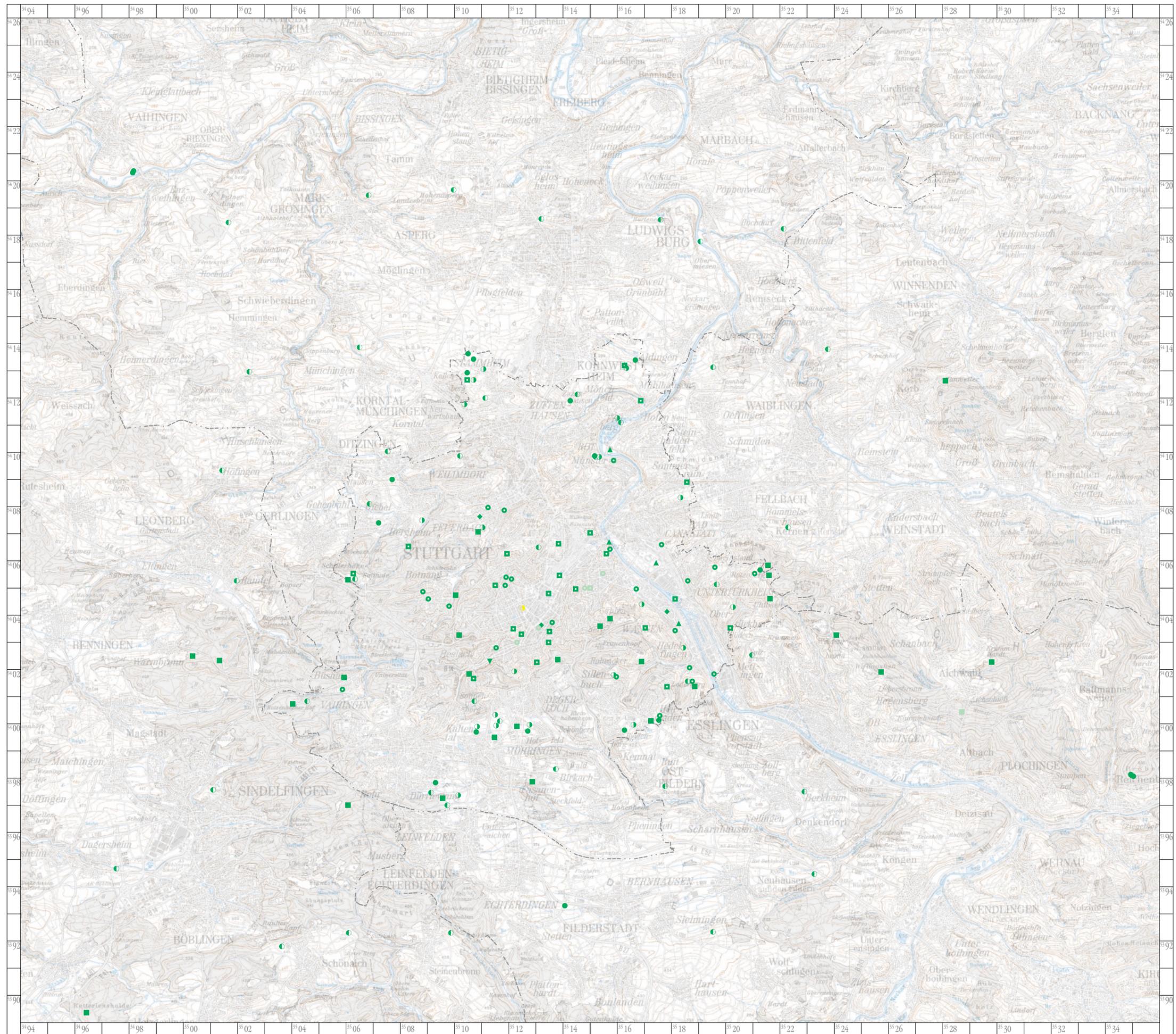
- 100 Prüfwert Ackerbau und Nutzgarten
- Maßnahmenwert

Bodennutzungen

- Ackerbau
- Grünland
- Sonderkultur
- Haus- und Kleingärten
- Forst und ä. Ökosysteme
- Park u. Grünanlagen
- Gewerbe und Verkehr
- Sport u. Freizeitanlage
- Kinderspielplatz



Karte 4.8-2: Gehalte an mobilem Thallium in Böden des Großraums Stuttgart



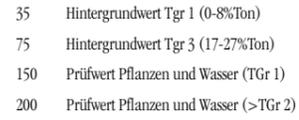
Karte 4.8-2 Ost

Zink-Gesamtgehalt [mg/kg]

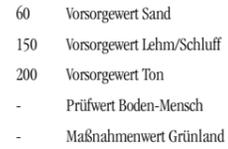


Hintergrund-, Prüf- und Belastungswerte nach der 3. VwV BodSchG

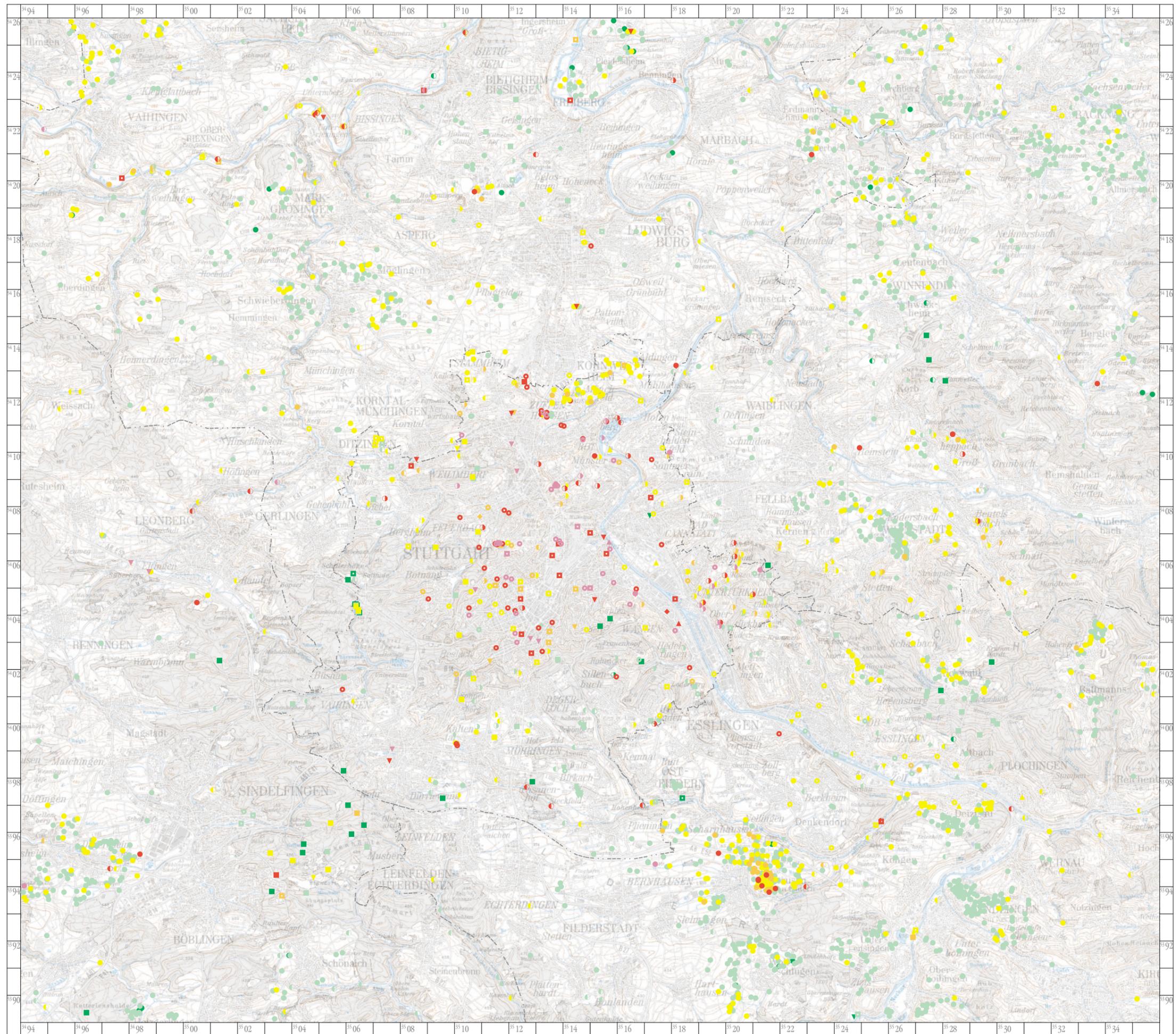
Zink-Gesamtgehalt [mg/kg]



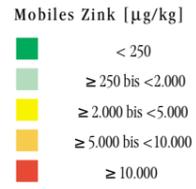
Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte nach der BBodSchV [mg/kg]



Bodennutzungen



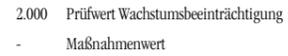
4.9-1: Zink-Gesamtgehalte in Böden des Großraums Stuttgart



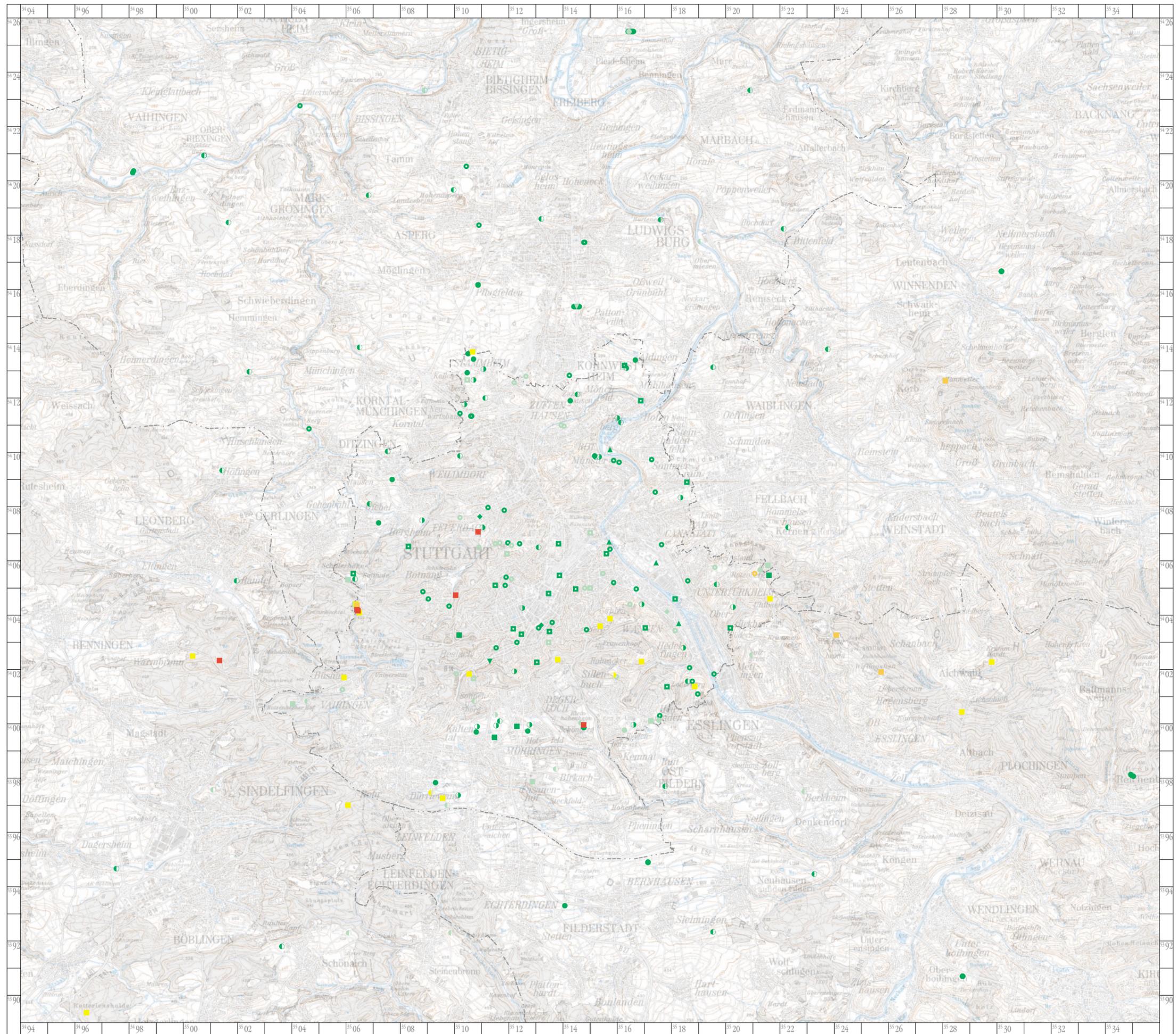
Hintergrund-, Prüf- und Belastungswerte nach der 3. VwV BodSchG



Prüf- und Maßnahmenwerte nach der BBodSchV [µg/kg]



Bodennutzungen



Karte 4.9-2: Gebalte an mobilem Zink in Böden des Großraums Stuttgart

4.10 Weitere Spurenelemente

Die Tabelle 4.10-1 gibt die Häufigkeitsverteilung von weiteren Spurenelementen und Schwermetallen wieder, die nicht in der 3. VwV zum BodSchG enthalten sind, jedoch in Fällen spezifischer Ursachen der Kontamination von Böden als unerwünschte Stoffe bekannt geworden sind (z.B. Antimon in Bremsbelägen).

Bei den Elementen Antimon, Molybdän, Silber und Zinn liegen die Gesamtgehalte in den Böden der Siedlungsbereiche über den Gehalten der Außenbereiche, wodurch die anthropogene Herkunft dieser Stoffe deutlich wird.

Vanadium wird durch die Phosphatdüngung in Acker- und Grünlandböden eingetragen. Somit wird erklärbar, dass die Böden der Außenbereiche höhere Vanadiumgehalte aufweisen als die Böden der Siedlungsbereiche.

Die Beryllium-, Kobalt-, Mangan- und Uran-Gesamtgehalte in Böden sind von der Siedlungsstruktur unbeeinflusst. Beryllium, Kobalt und Mangan werden durch die Bodenversauerung mobilisiert. Bei Böden mit pH < 4,5 werden im Großraum Stuttgart bis zu 58 µg/kg (90.P) mobiles Beryllium (n = 13), 722 µg/kg (90.P) mobiles Kobalt (n = 13) und 32.000 µg/kg (90.P) mobiles Mangan (n = 6) erreicht.

Aufgrund der geringen Anzahl der Untersuchungen der Gehalte dieser Elemente in Böden wurde auf eine Kartendarstellung verzichtet.

Tabelle 4.10-1: Statistische Kenngrößen der Antimon-, Beryllium-, Kobalt-, Molybdän-, Silber-, Uran-, Vanadium- und Zinngehalte der untersuchten Böden

	ges [mg/kg]			mob [µg/kg]		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
Antimon (Sb)	200	0,6	1,4	173	4	17
Außenbereich	132	0,6	1,0	112	2	8
Siedlungsbereich	68	0,9	3,2	61	7	23
Beryllium (Be)	160	1,3	1,8	160	0,1	8,6
Außenbereich	99	1,2	1,8	99	0,0	23,7
Siedlungsbereich	61	1,4	1,9	61	0,1	0,5
Kobalt (Co)	179	11	15	172	11	106
Außenbereich	118	11	15	111	10	222
Siedlungsbereich	61	12	15	61	11	27
Mangan (Mn)	206	725	1025	118	1980	12322
Außenbereich	137	748	1035	57	2820	24262
Siedlungsbereich	69	671	974	61	1740	5480
Molybdän (Mo)	118	0,6	1,5	131	17	42
Außenbereich	57	0,5	1,4	70	11	35
Siedlungsbereich	61	0,7	1,7	61	24	45
Silber (Ag)	118	0,2	1,3	127	0,4	1,1
Außenbereich	57	0,1	0,7	66	0,3	0,9
Siedlungsbereich	61	0,4	1,9	61	0,6	1,3
Uran (U)	118	0,9	1,3	118	0,6	1,5
Außenbereich	57	0,9	1,3	57	0,7	1,8
Siedlungsbereich	61	0,9	1,4	61	0,6	1,3
Vanadium (V)	82	46	72	166	6	20
Außenbereich	75	46	74	105	4	18
Siedlungsbereich	7	34	39	61	10	28
Zinn (Sn)	150	2,1	7,5	118	0,4	1,0
Außenbereich	87	1,3	3,4	57	0,4	0,9
Siedlungsbereich	63	4,6	13,9	61	0,4	1,0

4.11 Nitrat

In Tabelle 4.11-1 sind die statistischen Kenndaten der Nitratgehalte von Böden in Trinkwasserschutzgebieten (WSG) der Landkreise Böblingen, Esslingen und Ludwigsburg dargestellt. Aus diesen Landkreisen liegen Daten von 98 WSG vor. Im Stadtkreis Stuttgart werden keine Nitratmessungen nach der SchALVo durchgeführt, weil hier mit Fremdwasser versorgt wird.

Die von Jahr zu Jahr variierenden Nitratgehalte sind sowohl auf unterschiedliche Witterungsverhältnisse als auch auf individuelle Bewirtschaftungsmaßnahmen (Düngemiteleinsatz) zurückzuführen. Nach dem Jahr 1993 ist eine deutliche Abnahme der Nitratgehalte zu erkennen. In Tabelle 4.11-2 sind einige Angaben für diejenigen WSG zusammengestellt, deren 90. Perzentilwerte im Jahr 1996 über dem 90. Perzentilwert für die Gesamtregion lagen.

Im WSG „Esslingen-Weil“ wurden im Jahr 1996 mit einem 50. Perzentil von 84 kg/ha die höchsten Werte im Großraum Stuttgart erreicht. In diesem Bereich dominieren gärtnerische Nutzung und Sonderkulturen. Die Wasserversorgung Esslingen-Weil ist derzeit wegen hoher Nitratwerte nicht am Netz. Hier werden umfangreiche Untersuchungen durchgeführt. Auch das vom Gemüsebau beeinflusste WSG „Neuhausen a.d.F.“ weist mit einem 50. Perzentil von 62 kg/ha erhöhte Gehalte

Tabelle 4.11-2: Statistische Kenndaten der Nitratgehalte von Trinkwasserschutzgebieten im Jahr 1996 mit überdurchschnittlichen Nitratgehalten (für $n > 10$, kg Nitrat-N/ha).

WSG-Nr.	-Name	n	50.P	90.P
Gesamtregion		4373	23	73
Landkreis Böblingen				
8	ZV Renninger WV Gruppe	70	32	82
22	Ehningen	25	32	80
25	Breitenstein	24	56	122
105	Sindelfingen Flaschen I+II	90	30	73
107	Sindelfingen See	50	33	82
Landkreis Esslingen				
1	Stadt Esslingen-Weil	264	84	184
2	Gemeinde Berkheim	24	35	232
12	Gemeinde Neuhausen a.d.F.	12	62	195
14	Gemeinde Denkendorf	140	33	92
18	Gemeinde Zizishausen	12	38	120
24	Neckartailfingen-Filderwasserv	150	31	86
25	Stadt Nürtingen	50	36	99
26	Gemeinde Raidwangen	15	43	116
27	Gemeinde Altdorf	25	28	83
29	Gemeinde Kleinbettlingen	12	34	165
Landkreis Ludwigsburg				
8	Stadt Bönningheim	15	20	134
18	Gemeinde Sersheim	22	23	126
40	Ludwigsburg/Poppenweiler	20	37	74
43	Erdmannshausen Kr. Ludwigsburg	25	27	116
116	Bietigheim	42	20	80

auf.

Tabelle 4.11-1: Statistische Kenndaten der Nitratgehalte in Trinkwasserschutzgebieten, gruppiert nach Landkreisen (Angaben in kg Nitrat-N/ha bezogen auf 0-90 cm Bodentiefe; n: mittlere Anzahl der Proben; Datenquelle: LANDWIRTSCHAFTLICHE UNTERSUCHUNGS- UND FORSCHUNGSANSTALT AUGUSTENBERG, 1997)

	Anz. WSG	n	1991		1992		1993		1994		1995		1996	
			50.P	90.P										
Landkreis Böblingen	15	413	47	140	28	91	36	84	31	83	32	80	33	78
Landkreis Esslingen	40	1739	45	143	39	130	30	94	21	79	23	76	29	98
Landkreis Ludwigsburg	44	2183	67	206	50	142	34	97	29	79	28	70	18	57

4.12 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

In Tabelle 4.12-1 sind die statistischen Kenndaten der bisherigen PAK-Messungen dargestellt.

Für Acker- und Grünlandböden liegen mit jeweils über 100 Analysen hinreichende Daten vor, dass die angegebenen Perzentilwerte diese Nutzungen im Großraum Stuttgart angemessen repräsentieren. Die PAK₁₆-Gehalte erreichen bis zu 3,7 mg/kg (90.P) in Acker- und 8,3 mg/kg (90.P) in Grünlandböden (0-10 cm).

Im Großraum Stuttgart werden zahlreiche Grünlandstandorte langjährig als Streuobstwiesen genutzt und selten umgebrochen. Eingetragene PAK werden an solchen Standorten nicht durch die Bodenbearbeitung verdünnt und reichern sich in der Beprobungstiefe 0-10 cm unter Grünland deutlich stärker an als in der Tiefe 0-30 cm unter Ackerbau.

Für Böden von Haus- und Kleingärten liegen ausschließlich Proben des Projektes 10/55 (Erhebung des ehem. WBA Besigheim) mit Analysenwerten von 29 Proben aus Kleingartenanlagen im Raum Ludwigsburg und Stuttgart vor. Hierbei wurde ein 50. Perzentil von 2,5 mg/kg und ein 90. Perzentil von 6,2 mg/kg ermittelt.

Tabelle 4.12-1: Statistische Kenndaten der PAK-Gehalte der untersuchten Böden

	BaP [mg/kg]			PAK ₁₆ [mg/kg]		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
Hintergrundkollektiv	328	0,1	0,6	345	1,0	6,3
nach Siedlungsstruk.						
Außenbereich	267	0,1	0,6	282	0,9	6,3
Stuttgart	55	0,1	0,4	55	0,9	3,7
Esslingen	76	0,1	0,3	76	0,6	4,0
Böblingen	31	0,1	0,8	46	0,9	6,7
Ludwigsburg	52	0,1	0,8	52	0,9	9,1
Rems-Murr	53	0,1	0,6	53	1,0	7,1
Siedlungsbereich	61	0,1	0,7	63	1,5	6,4
Stuttgart	29	0,1	0,6	29	2,0	5,8
Esslingen	6	0,1	4,3	6	1,2	52,4
Böblingen	2	0,9	-	4	1,4	-
Ludwigsburg	22	0,1	0,6	22	1,0	6,9
Rems-Murr	2	0,4	-	2	3,7	-
nach Nutzungen						
Ackerbau	117	0,1	0,3	117	0,6	3,7
Grünland	124	0,1	0,7	124	1,5	8,3
Sonderkultur	5	0,1	-	5	0,9	-
Haus- u. Kleingärten	29	0,2	0,7	29	2,5	6,2
Forst u.ä. Ökosyst.	21	0,1	0,4	36	1,0	2,9
Park- u. Grünanl.	0	-	-	1	2,1	-
Gewerbe u. Verkehr	27	0,1	0,6	28	1,0	6,4
Sport u. Freizeit	0	-	-	0	-	-
Kinderspielplatz	5	<0,1	-	5	0,4	-
Sonderkollektiv						
Projekt 23/3	14	0,2	1,7	23	2,5	24,4

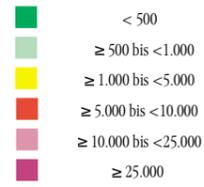
Böden von Haus- und Kleingärten weisen damit im Vergleich zu den anderen Bodennutzungen bei PAK die höchsten Medianwerte auf. Der in dem Erhebungsraum ermittelte 50. Perzentilwert (n = 29) ist mit dem Medianwert für Haus- und Kleingärten im Großraum Mannheim/Heidelberg (2,7 mg/kg) vergleichbar [UVM 1998]. In beiden Erhebungsräumen liegen jedoch verhältnismäßig kleine Probenkollektive über die PAK-Gehalte in Gartenböden außerhalb bekannter Belastungen vor (Raum Mannheim/Heidelberg n = 17).

Die Tabelle 4.12-2 gibt die Häufigkeitsverteilung der einzelnen PAK-Komponenten in den Böden der Außenbereiche und der Siedlungsbereiche wieder. Demnach zeigen die Komponenten Fluoranthen und Pyren, gefolgt von Benzo[b]fluoranthen und Benzo[a]pyren die höchsten Gehalte. Die leichter flüchtigen Komponenten Naphtalin, Acenaphtylen, Acenaphten und Fluoren liegen hier in der Regel mit Gehalten unter 0,1 mg/kg in Böden vor.

Tabelle 4.12-2: Häufigkeitsverteilung von PAK der untersuchten Böden

	n	[mg/kg]		%
		50.P	90.P	
Außenbereich				
Naphtalin	267	<0,1	0,1	2,3%
Acenaphtylen	140	<0,1	<0,1	-
Acenaphten	215	<0,1	<0,1	-
Fluoren	266	<0,1	<0,1	-
Phenanthren	267	<0,1	0,5	7,9%
Anthracen	267	<0,1	0,3	4,8%
Fluoranthen	265	0,1	0,9	14,1%
Pyren	267	0,1	0,8	12,7%
Benzo[a]anthracen	267	<0,1	0,5	8,5%
Chrysen	267	<0,1	0,6	8,8%
Benzo[b]fluoranthen	267	<0,1	0,5	8,4%
Benzo[k]fluoranthen	267	<0,1	0,3	4,2%
Benzo[a]pyren	267	<0,1	0,6	8,8%
Indeno[c,d]pyren	267	<0,1	0,4	6,0%
Dibenz[a,h]anthracen	267	<0,1	<0,1	-
Benzo[ghi]perylen	267	<0,1	0,4	6,5%
PAK-Summe (16)	282	0,9	6,3	100,0%
Siedlungsbereich				
Naphtalin	61	<0,1	<0,1	-
Acenaphtylen	61	<0,1	<0,1	-
Acenaphten	61	<0,1	<0,1	-
Fluoren	61	<0,1	<0,1	-
Phenanthren	61	0,1	0,6	8,9%
Anthracen	61	<0,1	0,1	1,7%
Fluoranthen	61	0,2	1,0	16,1%
Pyren	61	0,2	0,9	14,0%
Benzo[a]anthracen	61	0,1	0,5	7,8%
Chrysen	61	0,1	0,5	8,3%
Benzo[b]fluoranthen	61	0,2	0,7	11,3%
Benzo[k]fluoranthen	61	<0,1	0,3	5,5%
Benzo[a]pyren	61	0,1	0,7	10,5%
Indeno[c,d]pyren	61	0,1	0,5	8,1%
Dibenz[a,h]anthracen	61	<0,1	0,1	1,9%
Benzo[ghi]perylen	61	0,1	0,4	6,6%
PAK-Summe (16)	63	1,5	6,4	100,0%

**PAK-16-Gesamtgehalt [µg/kg]
Summe der 16 PAK nach EPA**



**Hintergrund-, Prüf- und Belastungswerte
nach der 4. VwV BodSchG**

**PAK-16-Gesamtgehalt [µg/kg]
Summe der 16 PAK nach EPA**

- 1.000 Hintergrundwert Mineralböden
- 5.000 Prüfwert Sickerwasser
- Prüfwert Kinderspielfläche
- 10.000 Belastungswert Pflanzen und Tiere
- 25.000 Prüfwert Siedlungsfläche

**Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmen-
werte nach der BBodSchV[µg/kg]**

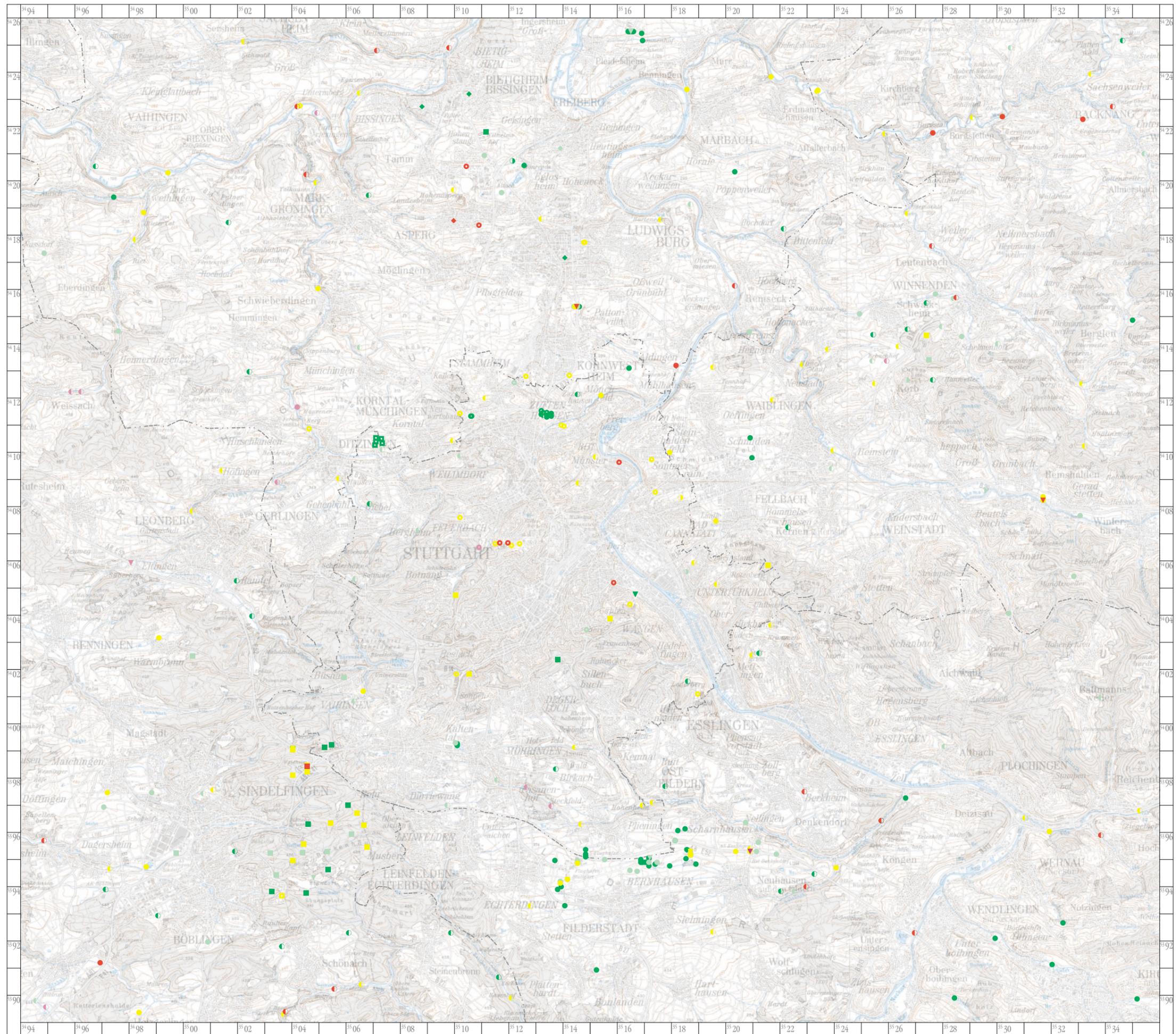
- 3.000 Vorsorgewert Humusgehalt < 8%
- 10.000 Vorsorgewert Humusgehalt > 8%

Bodennutzungen

- Ackerbau
- Grünland
- Sonderkultur
- Haus- und Kleingärten
- Forst und ä. Ökosysteme
- Park u. Grünanlagen
- ▼ Gewerbe und Verkehr
- ▲ Sport u. Freizeitanlage
- ◆ Kinderspielfläche



Karte 4.12-1: Gebalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen in Böden des Großraums Stuttgart



Benzo[a]pyren-Gesamtgehalt [µg/kg]

- < 50
- ≥ 50 bis <100
- ≥ 100 bis <200
- ≥ 200 bis <500
- ≥ 500 bis <1.000
- ≥ 1.000 bis <2.500
- ≥ 2.500

Hintergrund-, Prüf- und Belastungswerte nach der 3. und 4. VwV BodSchG

Benzo[a]pyren-Gesamtgehalt [µg/kg]

- 100 Hintergrundwert Mineralböden
- 200 Prüfwert Sickerwasser
- 500 Prüfwert Kinderspielfläche
- 1.000 Belastungswert Pflanzen und Tiere
- 2.500 Prüfwert Siedlungsfläche

Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte nach der BBodSchV [µg/kg]

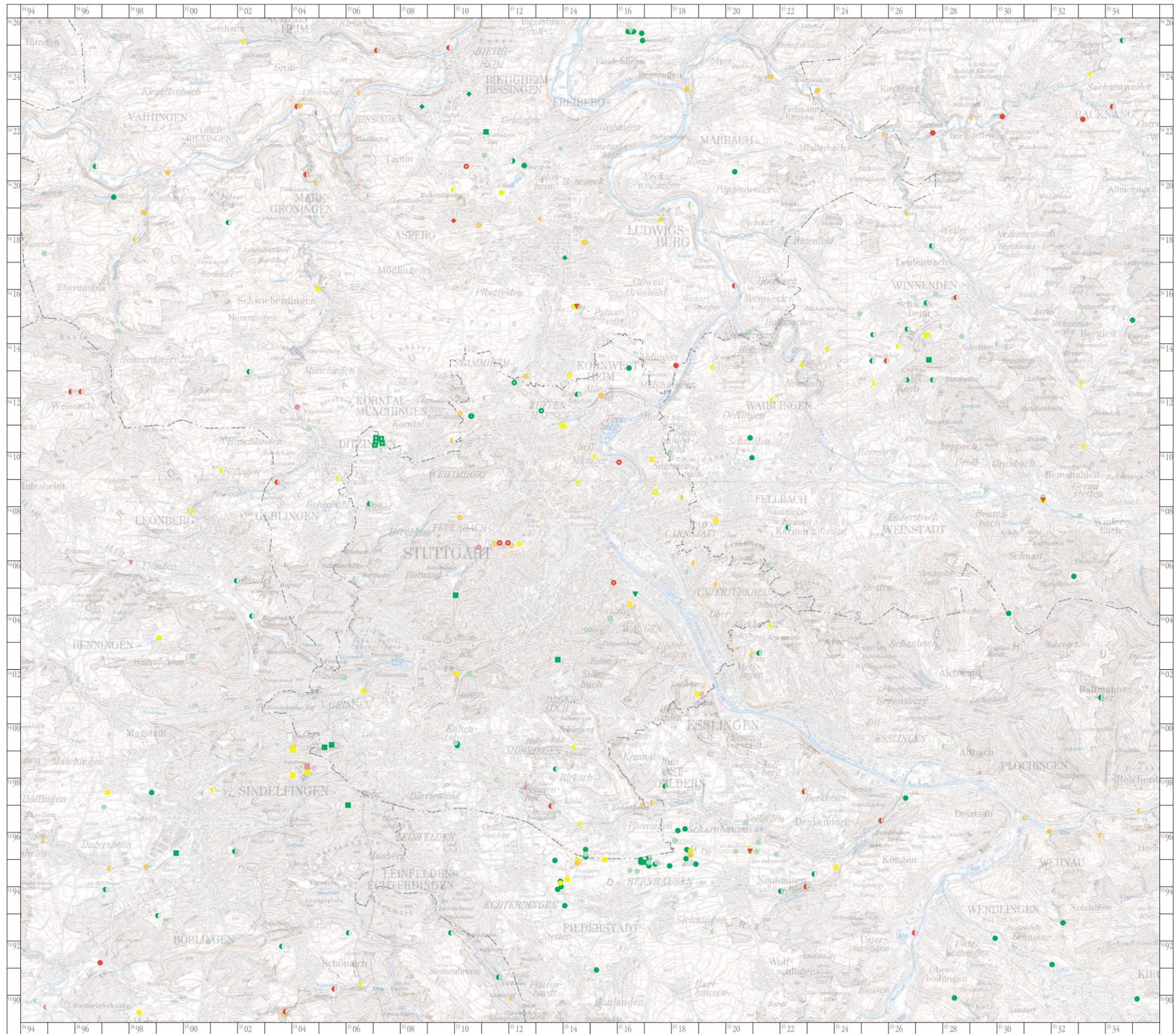
- 300 Vorsorgewert Humus > 8%
- 1.000 Vorsorgewert Humus < 8%
- 1.000 Prüfwert Ackerbau, Nutzgarten
- 2.000 Prüfwert Kinderspielfläche
- 4.000 Prüfwert Wohngebiet
- 10.000 Prüfwert Park- und Freizeitanlage
- 12.000 Prüfwert Industrie- und Gewerbe

Bodennutzungen

- Ackerbau
- Grünland
- Sonderkultur
- Haus- und Kleingärten
- Forst und ä. Ökosysteme
- Park u. Grünanlagen
- ▼ Gewerbe und Verkehr
- ▲ Sport u. Freizeitanlage
- ◆ Kinderspielfläche



Karte 4.12-2: Benzo[a]pyren-Gehalte in Böden des Großraums Stuttgart



4.13 Polychlorierte Biphenyle

Die Gehalte an polychlorierten Biphenylen (PCB) erreichen in den Außenbereichen 98 µg/kg (90.P) PCB₆ und in den Siedlungsbereichen 243 µg/kg (Tabelle 4.13-1).

Im Großraum Stuttgart liegen 365 PCB-Daten aus 11 verschiedenen Projekten vor. In den Proben von 8 Projekten (2/16, 2/19, 2/22, 2/34, 2/37, 6/2, 6/4, 10/55) mit jeweils verschiedenen Untersuchungszielen wird ein 90. Perzentil von 100 µg/kg (90.P) PCB₆ knapp erreicht oder überschritten.

In den Außenbereichen treten erhöhte PCB₆-Gehalte bis zu über 100 µg/kg unter Grünlandnutzungen auf.

Für die Böden der Siedlungsbereiche liegen vorwiegend Daten aus dem Stadtkreis Stuttgart vor. Im Siedlungsgebiet Stuttgart werden Gehalte bis 237 µg/kg (90.P) PCB₆ erreicht. Erhöhte Gehalte weisen neben Park- und Grünanlagen sowie Gewerbe- und Verkehrsflächen insbesondere Böden von Haus- und Kleingärten auf.

Die PCB-Gehalte liegen in Böden des Großraums Stuttgart über den in Karlsruhe, Pforzheim, Mannheim oder Heidelberg ermittelten Gehalten (siehe hierzu auch Kapitel 5.3).

Tabelle 4.13-1: Statistische Kenngrößen der PCB-Gehalte der untersuchten Böden

	n	[µg/kg]		%
		50.P	90.P	
Hintergrundkollektiv	365	15	115	-
Summe PCB₆				
nach Siedlungsstruk.				
Außenbereich	290	14	98	-
Stuttgart	88	14	94	-
Esslingen	48	12	60	-
Böblingen	38	13	104	-
Ludwigsburg	79	21	110	-
Rems-Murr	37	14	38	-
Siedlungsbereich	74	34	243	-
Stuttgart	56	60	237	-
Esslingen	3	392	-	-
Böblingen	0	-	-	-
Ludwigsburg	15	6	24	-
Rems-Murr	0	-	-	-
nach Nutzungen				
Ackerbau	85	10	40	-
Grünland	171	16	101	-
Sonderkultur	14	13	39	-
Haus- u. Kleingärten	40	30	284	-
Forst u.ä. Ökosyst.	20	18	85	-
Park- u. Grünanl.	16	80	193	-
Gewerbe u. Verkehr	11	48	484	-
Sport u. Freizeit	1	9	-	-
Kinderspielplatz	6	6	34	-
Einzelkongenere				
nach Siedlungsstruk.				
Außenbereich				
PCB 28	283	1	3	3%
PCB 52	288	1	4	5%
PCB 101	290	2	12	13%
PCB 138	290	4	28	29%
PCB 153	290	4	23	24%
PCB 180	290	2	19	20%
Siedlungsbereich				
PCB 28	74	<1	2	1%
PCB 52	74	<1	7	3%
PCB 101	74	4	35	14%
PCB 138	74	10	85	35%
PCB 153	74	10	73	30%
PCB 180	74	9	50	21%

4.14 Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane

Für den Großraum Stuttgart liegen 192 Messdaten der PCDD/F-Gehalte in Oberböden vor (Tabelle 4.14-1). Die 90. Perzentile erreichen in den Außenbereichen ca. 12 ng/kg und in den Siedlungsbereichen ca. 24 ng/kg I-TEq.

Im Landkreis Ludwigsburg stammen die meisten PCDD/F-Daten aus Überschwemmungsbereichen der Enzaue, wo lokal erhöhte Gehalte auftreten können. Solche Daten sind nicht repräsentativ für die einzelnen Erhebungsräume.

Für die Landkreise Esslingen, Böblingen und Rems-Murr liegen insgesamt noch wenige PCDD/F-Daten vor.

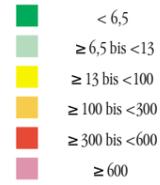
In den Tabelle 4.14-2a und 4.14-2b sind die Perzentildaten der Einzelkongenere dargestellt.

Während in den Böden der Außenbereiche das mit dem höchsten Toxizitätsfaktor eingestufte 2,3,7,8-TCDD in 90% der Fälle nicht nachweisbar ist, erreicht diese Komponente in den Proben der Siedlungsbereiche 1,7 ng/kg (90.P).

Tabelle 4.14-1: Statistische Kenngrößen der PCDD/F-Gehalte der untersuchten Böden

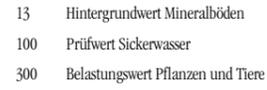
	PCDD/Fals ITEq [ng/kg]		
	n	50.P	90.P
Hintergrundkollektiv	192	3,1	15,1
nach Siedlungsstruk.			
Außenbereich	131	2,4	12,4
Stuttgart	39	5,1	10,2
Esslingen	11	0,8	1,9
Böblingen	20	1,1	5,0
Ludwigsburg	39	3,6	19,2
Rems-Murr	22	0,8	2,5
Siedlungsbereich	60	6,9	23,8
Stuttgart	30	7,4	13,8
Esslingen	4	37,4	-
Böblingen	6	2,6	3,1
Ludwigsburg	15	7,6	37,6
Rems-Murr	5	3,3	-
nach Nutzungen			
Ackerbau	14	1,1	15,9
Grünland	83	2,6	12,2
Sonderkultur	11	0,9	4,6
Haus- u. Kleingärten	15	10,9	22,3
Forst u.ä. Ökosyst.	23	3,3	23,6
Park- u. Grünanl.	34	6,4	36,4
Gewerbe u. Verkehr	8	2,8	20,0
Sport u. Freizeit	0	-	-
Kinderspielplatz	3	5,3	-

PCB-6-Gesamtgehalt [µg/kg]



Hintergrund-, Prüf- und Belastungswerte nach der 4. VwV BodSchG

PCB-6-Gesamtgehalt [µg/kg]



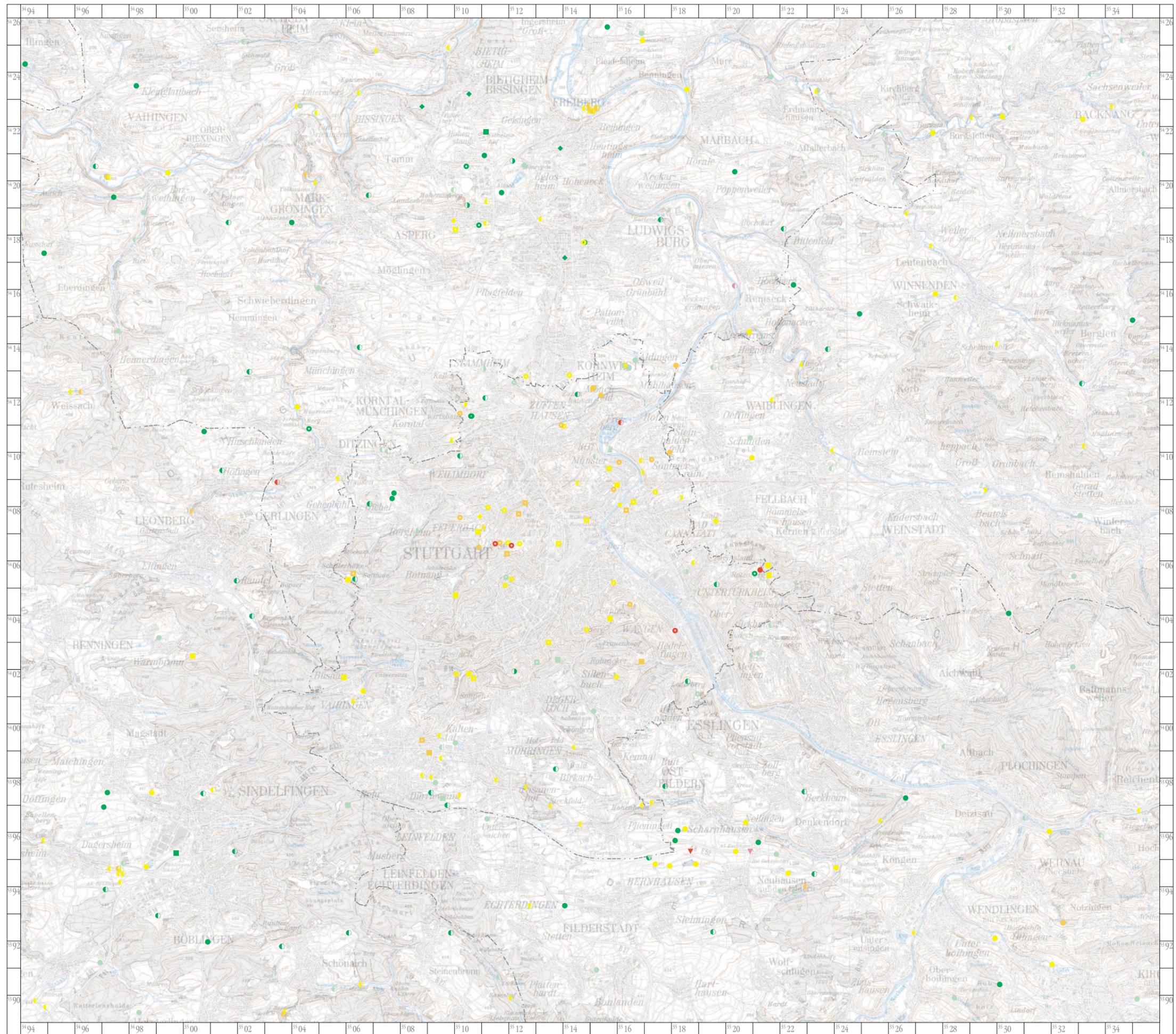
Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte nach der BBodSchV [µg/kg]



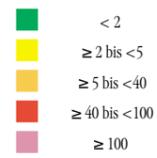
Bodennutzungen



Karte 4.13-1: Gebalte an polychlorierten Biphenylen in Böden des Großraums Stuttgart



PCDD/F-Gesamtgehalt [ng I-TEq/kg]



Hintergrund-, Prüf- und Belastungswerte nach der 4. VwV BodSchG

PCDD/F-Gesamtgehalt [ng I-TEq/kg]

- 2 Hintergrundwert Mineralböden
- 5 Prüfwert Pflanzen und Tiere
- 40 Belastungswert Pflanzen und Tiere

Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte nach der BBodSchV [ng I-TEq/kg]

- 100 Maßnahmenwert Kinderspielfläche
- 1.000 Maßnahmenwert Wohngebiet
- 1.000 Maßnahmenwert Park- und Freizeitanlage
- 10.000 Maßnahmenwert Industrie- und Gewerbe

Bodennutzungen

- Ackerbau
- Grünland
- Sonderkultur
- Haus- und Kleingärten
- Forst und ä. Ökosysteme
- Park u. Grünanlagen
- ▼ Gewerbe und Verkehr
- ▲ Sport u. Freizeitanlage
- ◆ Kinderspielfläche



Karte 4.14-1: Gebalte an polychlorierten Dibenzodioxinen und -furanen in Böden des Großraums Stuttgart

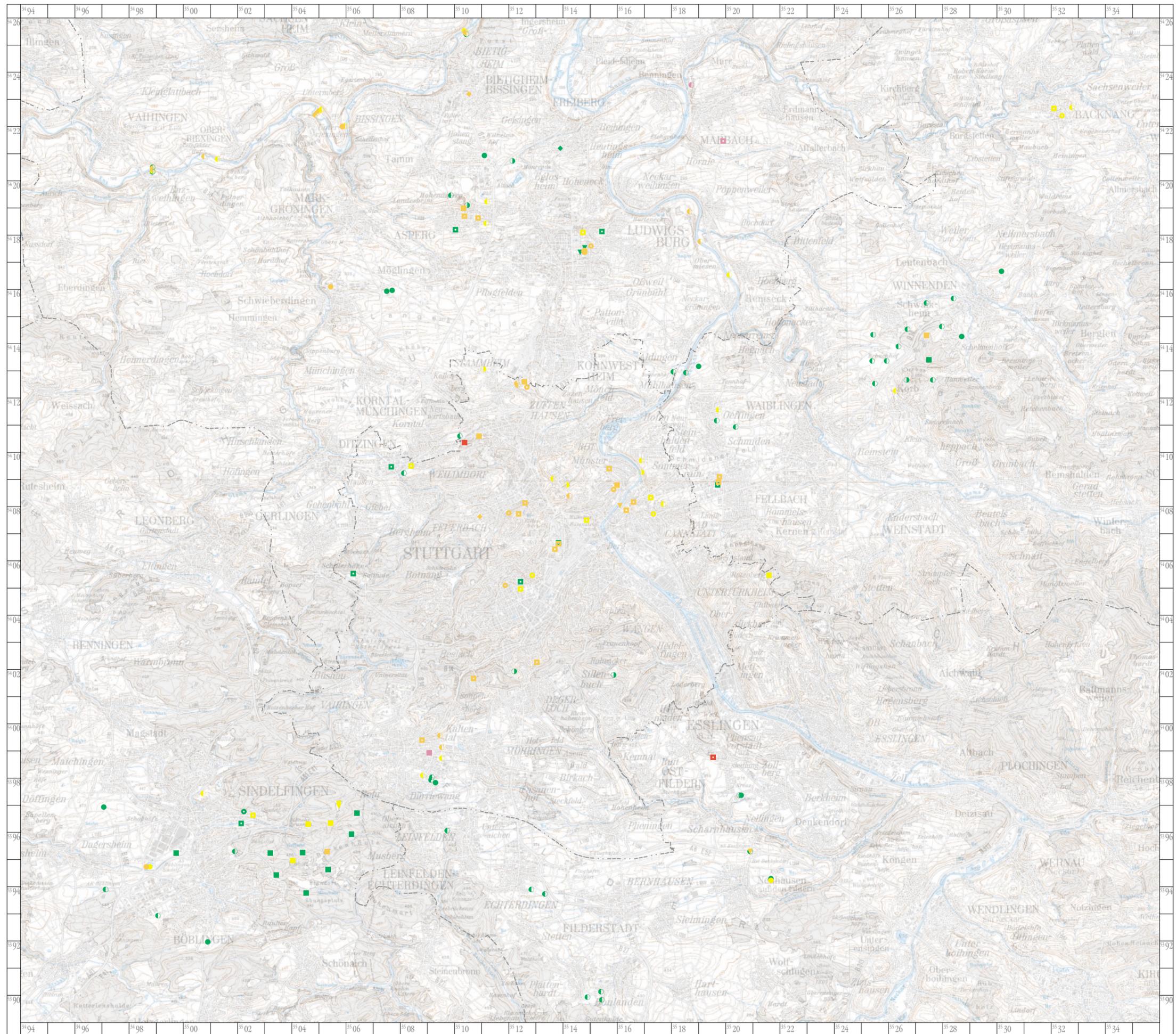


Tabelle 4.14-2a: Statistische Kenngrößen der 17 PCDD/F-Einzelkogenere und das durchschnittliche Homologenprofil in Böden der Außenbereiche

	I-TEF	n	[ng/kg]		%
			50.P	90.P	
Außenbereich					
2,3,7,8-TCDD	1,0	107	<0,5	<0,5	-
1,2,3,7,8-PCDD	0,5	107	<0,5	2,0	-
1,2,3,4,7,8-HCDD	0,1	107	<0,5	2,0	-
1,2,3,6,7,8-HCDD	0,1	107	2,0	10,0	-
1,2,3,7,8,9-HCDD	0,1	107	<0,5	6,0	-
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	0,01	107	18,0	185,6	-
Octa-CDD	0,001	107	105,0	928,8	-
2,3,7,8-TCDF	0,1	107	3,0	7,1	-
1,2,3,7,8-PCDF	0,05	107	2,0	6,7	-
2,3,4,7,8-PCDF	0,5	107	2,0	7,0	-
1,2,3,4,7,8-HCDF	0,1	107	3,0	13,8	-
1,2,3,6,7,8-HCDF	0,1	107	2,0	7,0	-
1,2,3,7,8,9-HCDF	0,1	106	-	<0,5	-
2,3,4,6,7,8-HCDF	0,1	107	1,4	6,8	-
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	0,01	107	13,0	101,2	-
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	0,01	107	1,0	9,0	-
Octa-CDF	0,001	107	20,8	367,8	-
I-TEq nach NATO	-	132	2,4	13,3	-
Summe TCDD	-	86	4,1	13,1	1%
Summe PCDD	-	86	7,0	32,8	2%
Summe HexaCDD	-	87	14,8	63,0	3%
Summe Hepta CDD	-	87	31,0	126,8	7%
Summe Octa-CDD	0,001	107	105,0	928,8	50%
Summe TCDF	-	87	23,0	92,6	5%
Summe PCDF	-	87	23,0	84,9	5%
Summe HexaCDF	-	87	18,0	72,9	4%
Summe Hepta CDF	-	87	18,7	81,6	4%
Summe Octa-CDF	0,001	107	20,8	367,8	20%

Tabelle 4.14-2b: Statistische Kenngrößen der 17 PCDD/F-Einzelkogenere und das durchschnittliche Homologenprofil in Böden der Siedlungsbereiche

	I-TEF	n	[ng/kg]		%
			50.P	90.P	
Siedlungsbereich					
2,3,7,8-TCDD	1,0	62	<0,5	1,7	-
1,2,3,7,8-PCDD	0,5	62	<0,5	3,7	-
1,2,3,4,7,8-HCDD	0,1	62	1,0	5,0	-
1,2,3,6,7,8-HCDD	0,1	62	2,8	10,0	-
1,2,3,7,8,9-HCDD	0,1	62	0,5	8,8	-
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	0,01	62	33,0	132,0	-
Octa-CDD	0,001	62	188,0	992,0	-
2,3,7,8-TCDF	0,1	62	4,5	19,6	-
1,2,3,7,8-PCDF	0,05	59	4,0	19,2	-
2,3,4,7,8-PCDF	0,5	62	4,0	16,0	-
1,2,3,4,7,8-HCDF	0,1	59	4,0	18,4	-
1,2,3,6,7,8-HCDF	0,1	62	3,0	11,0	-
1,2,3,7,8,9-HCDF	0,1	62	<0,5	3,4	-
2,3,4,6,7,8-HCDF	0,1	62	2,0	11,0	-
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	0,01	62	24,5	126,9	-
1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	0,01	62	<0,5	9,8	-
Octa-CDF	0,001	62	34,5	403,6	-
I-TEq nach NATO	-	60	6,9	23,8	-
Summe TCDD	-	62	8,5	38,7	2%
Summe PCDD	-	62	14,5	45,5	2%
Summe HexaCDD	-	62	28,5	104,8	4%
Summe Hepta CDD	-	62	58,5	242,8	10%
Summe Octa-CDD	0,001	62	188,0	992,0	40%
Summe TCDF	-	62	48,0	207,5	8%
Summe PCDF	-	62	47,0	183,5	7%
Summe HexaCDF	-	62	30,5	122,3	5%
Summe Hepta CDF	-	62	36,0	157,9	6%
Summe Octa-CDF	0,001	62	34,5	403,6	16%

4.15 Chlorierte Pestizide

Unter den im Rahmen dieser Erhebung untersuchten Organochlorpestiziden sind HCB, HCH und DDT in mehr als 10% der beprobten Böden nachweisbar (Tabelle 4.15-1). Aldrin, Heptachlor, Dieldrin, Endrin und Chlordan sind in der Regel nicht nachweisbar. Die Böden der Siedlungsräume wurden bislang selten auf Organochlorpestizide untersucht (Tabelle 4.15-2 bis 4.15-4).

HCB erreicht in Böden unter Ackerbau die höchsten Gehalte (Tabelle 4.15-2).

Unter den HCH-Komponenten ist das Gamma-HCH (Lindan) am häufigsten nachweisbar. Die HCH-Gehalte verteilen sich gleichmäßig über das

Tabelle 4.15-1: Statistische Kenndaten von chlorierten Pestiziden der untersuchten Böden (fett: Pestizide nach 4. VwV)

	n	[µg/kg]	
		50.P	90.P
Hexachlorbenzol (HCB)	291	<1,0	5,0
Alpha-HCH	212	-	<1,0
Beta-HCH	147	-	<1,0
Gamma-HCH (Lindan)	269	<1,0	3,4
Delta-HCH	128	-	<1,0
HCH-Summe	269	<1,0	4,3
Aldrin	47	-	<1,0
Heptachlor	71	-	<1,0
Dieldrin	106	-	<1,0
Endrin	99	-	<1,0
Alpha-Chlordan	42	-	<1,0
Gamma-Chlordan	65	-	<1,0
Chlordan-Summe	42	-	<1,0
DDE p,p'	246	1,3	20,9
DDE o,p'	96	<1,0	3,2
DDD o,p'	106	-	<1,0
DDD p,p'	200	<1,0	2,0
DDT o,p'	216	<1,0	2,6
DDT p,p'	229	1,2	15,2
DDT-Summe	260	3,6	45,5

gesamte Erhebungsgebiet (Tabelle 4.15-3).

DDT erreicht unter den Organochlorpestiziden die höchsten Gehalte. Im Projekt 10/55 wurden 29 Haus- und Kleingärten auf DDT untersucht. Nach diesen Messungen werden in Haus- und Kleingärten bis zu 132 µg/kg erreicht (90. Perzentil) und damit der Belastungswert der 4. VwV BodSchG B.-W. von 100 µg/kg in mehr als 10% der untersuchten Fälle überschritten (Tabelle 4.15-4, vgl. auch Kapitel 5).

Tabelle 4.15-2: Statistische Kenndaten der HCB-Gehalte der untersuchten Böden

	n	[µg/kg]	
		50.P	90.P
Hexachlorbenzol	291	<1,0	5,0
nach Siedlungsstruk.			
Außenbereich	257	<1,0	5,0
Stuttgart	61	<1,0	4,3
Esslingen	71	<1,0	6,2
Böblingen	38	<1,0	6,8
Ludwigsburg	47	1,0	4,4
Rems-Murr	40	<1,0	3,5
Siedlungsbereich	33	<1,0	4,4
Stuttgart	21	1,0	3,4
Esslingen	3	6,0	-
Böblingen	0	-	-
Ludwigsburg	9	-	<1,0
Rems-Murr	0	-	-
nach Nutzungen			
Ackerbau	112	<1,0	7,2
Grünland	130	<1,0	4,2
Sonderkultur	3	<1,0	-
Haus- u. Kleingärten	29	<1,0	3,0
Forst u.ä. Ökosyst.	12	-	<1,0
Park- u. Grünanl.	0	-	-
Gewerbe u. Verkehr	4	3,8	-
Sport u. Freizeit	0	-	-
Kinderspielplatz	0	-	-

Tabelle 4.15-3: Statistische Kenngrößen der HCH-Gehalte der untersuchten Böden

	n	[µg/kg]	
		50.P	90.P
Alpha-HCH	212	-	<1,0
Außenbereich	182	-	<1,0
Siedlungsbereich	29	-	<1,0
Beta-HCH	147	-	<1,0
Außenbereich	117	-	<1,0
Siedlungsbereich	29	-	<1,0
Gamma-HCH (Lindan)	269	<1,0	3,4
Außenbereich	239	<1,0	3,6
Siedlungsbereich	29	-	<1,0
Delta-HCH	128	-	<1,0
Außenbereich	98	-	<1,0
Siedlungsbereich	29	-	<1,0
HCH-Summe	269	<1,0	4,3
nach Siedlungsstruk.			
Außenbereich	239	<1,0	4,7
Stuttgart	60	<1,0	3,7
Esslingen	63	<1,0	4,3
Böblingen	30	1,1	6,9
Ludwigsburg	47	1,2	4,1
Rems-Murr	39	1,3	5,0
Siedlungsbereich	29	-	<1,0
Stuttgart	20	-	<1,0
Esslingen	0	-	-
Böblingen	0	-	-
Ludwigsburg	9	-	<1,0
Rems-Murr	0	-	-
nach Nutzungen			
Ackerbau	101	<1,0	4,2
Grünland	124	<1,0	4,7
Sonderkultur	3	<1,0	-
Haus- u. Kleingärten	29	-	<1,0
Forst u.ä. Ökosyst.	11	<1,0	4,8
Park- u. Grünanl.	0	-	-
Gewerbe u. Verkehr	0	-	-
Sport u. Freizeit	0	-	-
Kinderspielplatz	0	-	-

Tabelle 4.15-4: Statistische Kenngrößen der DDT-Gehalte der untersuchten Böden

	n	[µg/kg]	
		50.P	90.P
DDE p,p'	246	1,3	20,9
Außenbereich	216	1,1	14,9
Siedlungsbereich	29	10,0	78,6
DDE o,p'	96	<1,0	3,2
Außenbereich	96	<1,0	3,2
Siedlungsbereich	0	-	-
DDD o,p'	106	-	<1,0
Außenbereich	105	-	<1,0
Siedlungsbereich	0	-	-
DDD p,p'	200	<1,0	2,0
Außenbereich	170	<1,0	1,7
Siedlungsbereich	29	<1,0	7,6
DDT o,p'	216	<1,0	2,6
Außenbereich	186	<1,0	2,0
Siedlungsbereich	29	<1,0	7,6
DDT p,p'	229	1,2	15,2
Außenbereich	199	1,1	11,3
Siedlungsbereich	29	3,0	22,0
DDT-Summe	260	3,6	45,5
nach Siedlungsstruktur			
Außenbereich	226	3,2	40,8
Stuttgart	55	5,4	94,0
Esslingen	67	1,4	40,6
Böblingen	22	3,3	31,2
Ludwigsburg	43	5,1	19,1
Rems-Murr	39	3,5	41,5
Siedlungsbereich	33	13,0	118,8
Stuttgart	21	13,0	54,0
Esslingen	3	<1,0	-
Böblingen	0	-	-
Ludwigsburg	9	40,0	344,6
Rems-Murr	0	-	-
nach Nutzungen			
Ackerbau	96	2,5	29,3
Grünland	116	3,4	46,2
Sonderkultur	3	12,9	-
Haus- u. Kleingärten	29	18,0	132,4
Forst u.ä. Ökosyst.	11	5,3	27,0
Park- u. Grünanl.	0	-	-
Gewerbe u. Verkehr	4	2,0	-
Sport u. Freizeit	0	-	-
Kinderspielplatz	0	-	-

4.16 Phtalate

Die wichtigsten Phtalsäureester (Phtalate) sind Dimethylphtalat (DMP), Diethylphtalat (DEP), Di-n-butylphtalat (DNBP), Butylbenzylphtalat (BBP), Dioctylphtalat (DOP) bzw. Bis(2-ethylhexyl)phtalat bzw. Di(2-ethylhexyl)phtalat (DEHP) und Di-n-octylphtalat (DNOP). Für Phtalate liegen derzeit noch keine Hintergrundwerte, Prüfwerte oder Belastungswerte vor.

Im Projekt 6/2 wurden 61 Ackerbau-, 99 Grünland- und 2 Sonderkulturstandorte auf Phtalate untersucht, Tabelle 4.16-1 gibt die Ergebnisse wieder. Die Phtalatgehalte nehmen in der Reihenfolge DEHP, DNBP > DMP, DEP, DNOP > BBP ab. Unter Grünlandnutzung sind tendenziell höhere Phtalatgehalte in Oberböden vorhanden als unter Ackerbau.

Angesichts der fehlenden Hintergrund- und Prüfwerte kann eine Einstufung der Phtalatgehalte noch nicht erfolgen. Auf eine Kartendarstellung wurde daher ebenfalls verzichtet.

Tabelle 4.16-1: Statistische Kenngrößen der Phtalatgehalte der untersuchten Böden

	n	[µg/kg]	
		50.P	90.P
Phtalat-Summe nach EPA 606			
nach Siedlungsstruktur			
Außenbereich	162	863	1622
Stuttgart	16	734	1265
Esslingen	45	885	1831
Böblingen	27	1081	1804
Ludwigsburg	37	786	1421
Rems-Murr	37	779	1318
Siedlungsbereich	0	-	-
nach Nutzungen			
Ackerbau	61	786	1262
Grünland	99	893	1825
Sonderkultur	2	1259	-
Einzelkomponenten (Abk.)			
Dimethylphtalat (DMP)	152	78	252
Diethylphtalat (DEP)	159	73	250
Di-n-butylphtalat (DNBP)	162	307	421
Butylbenzylphtalat (BBP)	160	18	59
Bis(2-ethylhexyl)phtalat (DEHP)	162	249	667
Di-n-octylphtalat (DNOP)	108	82	199

HCB-Gesamtgehalt [$\mu\text{g}/\text{kg}$]



Hintergrund-, Prüf- und Belastungswerte nach der 3. und 4. VwV BodSchG

HCB-Gesamtgehalt [$\mu\text{g}/\text{kg}$]

- 2 Hintergrundwert Mineralböden
- 20 Prüfwert Sickerwasser
- 50 Belastungswert Pflanzen und Tiere

Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte nach der BBodSchV [$\mu\text{g}/\text{kg}$]

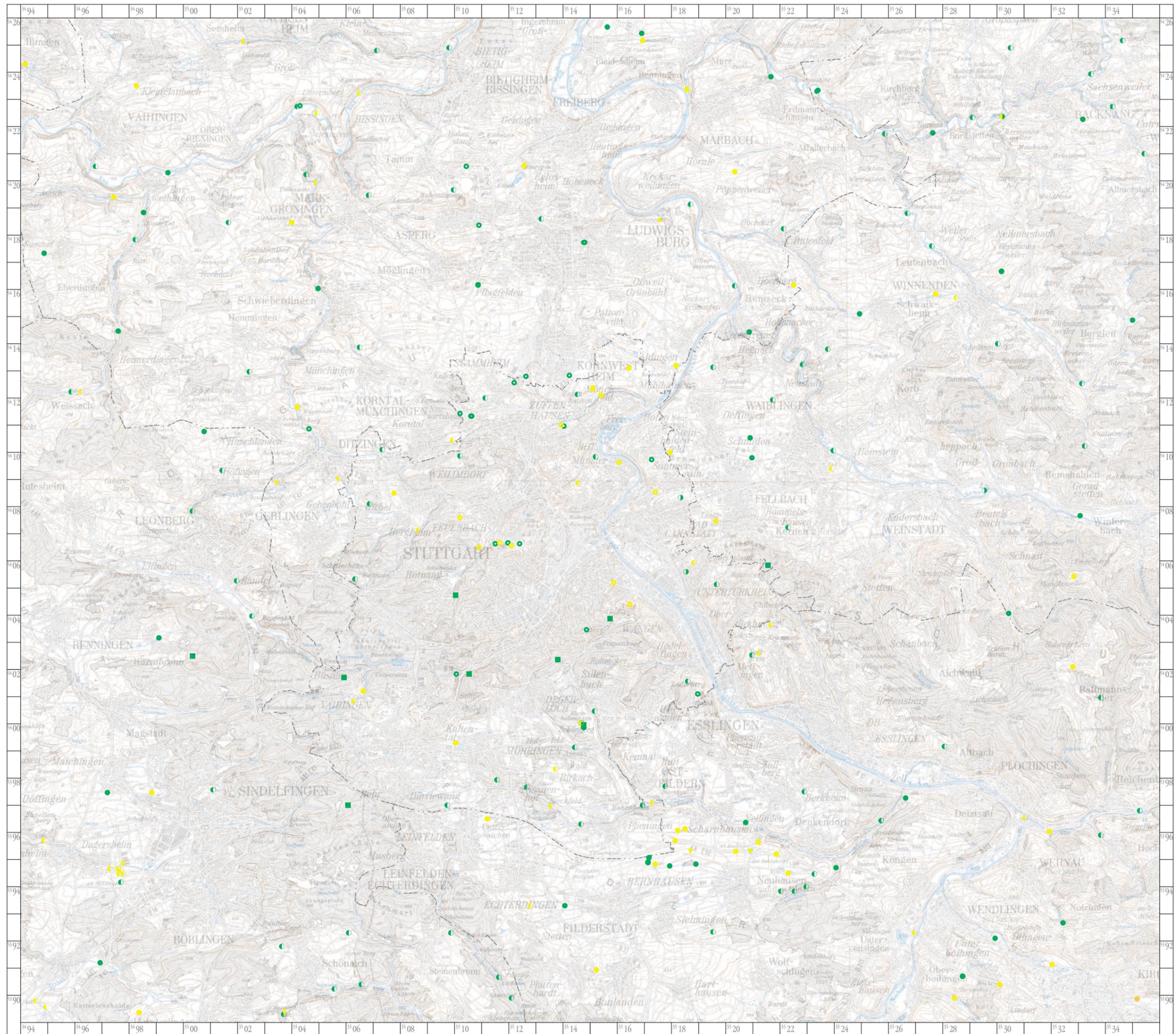
- 4.000 Prüfwert Kinderspielfläche
- 8.000 Prüfwert Wohngebiet
- 20.000 Prüfwert Park- und Freizeitanlage
- 200.000 Prüfwert Industrie- und Gewerbe

Bodennutzungen

- Ackerbau
- Grünland
- Sonderkultur
- Haus- und Kleingärten
- Forst und ä. Ökosysteme
- Park u. Grünanlagen
- ▼ Gewerbe und Verkehr
- ▲ Sport u. Freizeitanlage
- ◆ Kinderspielfläche



Karte 4.15-1: Hexachlorbenzol-Gehalte in Böden des Großraums Stuttgart



Lindan-Gesamtgehalt [µg/kg]



Hintergrund-, Prüf- und Belastungswerte nach der 4. VwV BodSchG

Lindan-Gesamtgehalt [µg/kg]

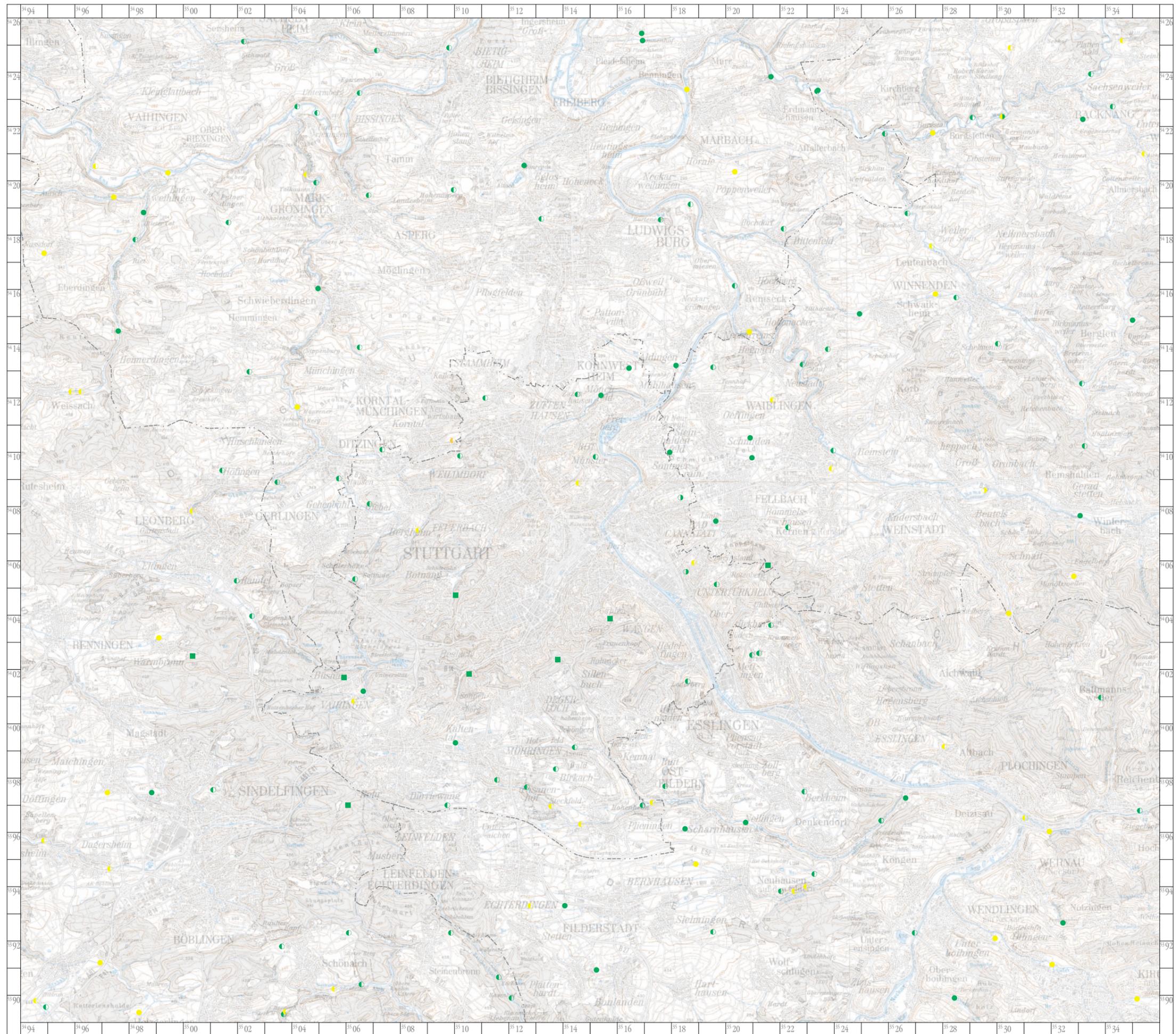
- 2 Hintergrundwert Mineralböden
- 20 Prüfwert Sickerwasser
- 50 Belastungswert Pflanzen und Tiere

Bodennutzungen

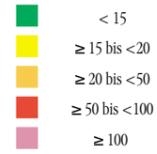
- Ackerbau
- Grünland
- Sonderkultur
- Haus- und Kleingärten
- Forst und ä. Ökosysteme
- Park u. Grünanlagen
- ▼ Gewerbe und Verkehr
- ▲ Sport u. Freizeitanlage
- ◆ Kinderspielplatz



Karte 4.15-2: Lindan-Gehalte in Böden des Großraums Stuttgart



Summe DDT [$\mu\text{g}/\text{kg}$]



Hintergrund-, Prüf- und Belastungswerte nach der 3. und 4. VwV BodSchG

Summe DDT [$\mu\text{g}/\text{kg}$]

- 15 Hintergrundwert Mineralböden
- 20 Prüfwert Sickerwasser
- 100 Belastungswert Pflanzen und Tiere

Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmenwerte nach der BBodSchV [$\mu\text{g}/\text{kg}$]

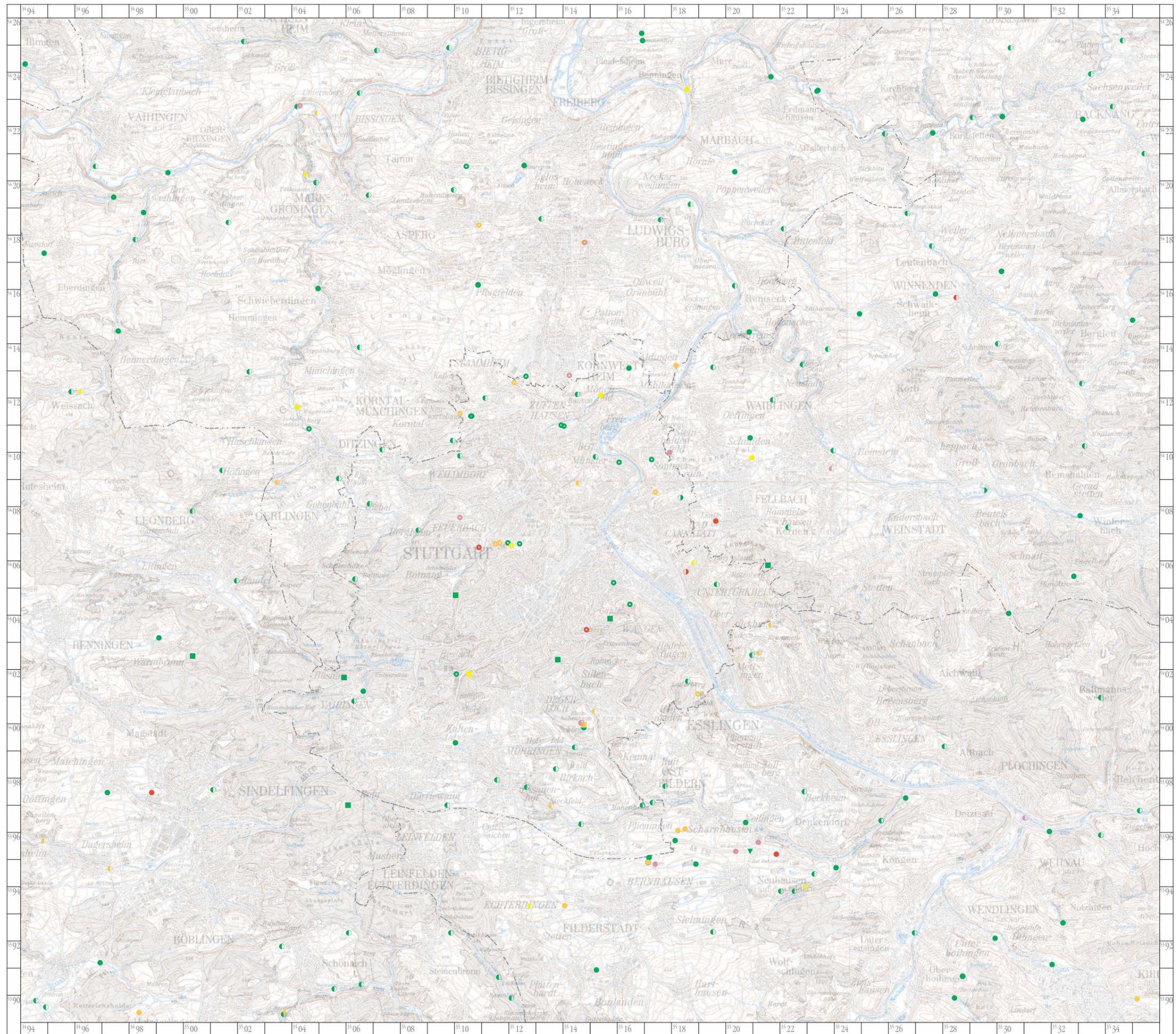
- 40.000 Prüfwert Kinderspielfläche
- 80.000 Prüfwert Wohngebiet
- 200.000 Prüfwert Park- und Freizeitanlage
- Prüfwert Industrie- und Gewerbe

Bodennutzungen

- Ackerbau
- Grünland
- Sonderkultur
- Haus- und Kleingärten
- Forst und ä. Ökosysteme
- Park u. Grünanlagen
- ▼ Gewerbe und Verkehr
- ▲ Sport u. Freizeitanlage
- ◆ Kinderspielfläche



Karte 4.15-3: DDT-Gehalte in Böden des Großraums Stuttgart



5 SCHLUSSFOLGERUNGEN

5.1 Beeinträchtigung von Schutzgütern

Im folgenden wird die Beschaffenheit der Böden und die mögliche Beeinträchtigung der Schutzgüter Menschen, Tiere, Pflanzen und Wasser anhand der insgesamt vorliegenden Ergebnisse dargestellt und beurteilt. Bei den Untersuchungen vor 1993 wurden die Entnahme der Bodenproben oder die chemischen Analysen z.T. nach anderen, als nach den Vorgaben und Verfahren der 2., 3. und 4. VwV durchgeführt. Die Ergebnisse älterer Untersuchungen sind deshalb nicht immer mit neueren Daten direkt vergleichbar und sind nicht immer repräsentativ für die untersuchten Einzelflächen. In vielen Fällen werden gezielte Nachuntersuchungen nötig sein.

5.1.1 Schutzgut Mensch

Für die orale Aufnahme von Boden auf Kinderspielflächen durch spielende Kinder sind in der 3. und 4. VwV Prüfwerte festgelegt (vgl. Kapitel 1.3). Die Prüfwerte basieren auf der Annahme, dass spielende Kinder auf Spielflächen durchschnittlich 0,5 g Boden / Tag aufnehmen.

Die Anwendung der Prüfwerte für den Boden hinsichtlich des Schutzguts Mensch (hier: Nutzung „Kinderspielfläche“) setzt voraus, dass auf den betroffenen Flächen regelmäßig Kinder spielen und dabei Boden durch Hand-zu-Mund-Kontakt aufnehmen können. In der Regel werden diese Prüfwerte bei ausgewiesenen Kinderspielflächen angewandt.

Bei Haus- und Kleingärten sowie Park- und Grünanlagen sind grundsätzlich die Prüfwerte der Nutzung Siedlungsfläche („PM2-Werte“) als erster Maßstab heranzuziehen. Nach Anlage 3 der 3. VwV BodSchG können unbefestigte Flächen innerhalb

Table 5.1-1: Überschreitungen von Prüfwerten zum Schutz des Menschen bei Kinderspielflächen

Kreis Standortname [Projekt_Standort-Nr.]	Bemerkung
S Kindergarten Feuerbach [10/55_1714]	
S Kindergarten Zuffenhausen [10/55_1717]	
S Kindergarten Bad Cannstatt [10/55_1725]	
S Kindergarten Süd [10/55_1727]	In den Böden dieser Kindergärten wurden im Jahr 1992 in der Tiefenstufe 0-2 cm mit 107 bis 268 mg/kg Blei Überschreitungen der Spielflächenprüfwerte ermittelt. An den Proben wurde die Löslichkeit des Bleis in 0,1 n HCl getestet (DIN EN 71). Für diese Kinderspielflächen ergab sich bei löslichen Gehalten im Bereich 39 bis 64 mg/kg nach Einzelfallprüfung kein weiterer Handlungsbedarf.
S Altablagerung Ziegelklinge [23/3_32]	Im Jahr 1995 wurden mit 131 mg/kg Blei eine Überschreitung des Spielflächenprüfwertes in der Tiefenstufe 0-5 cm ermittelt. Der fragliche Bereich ist für Kinder unzugänglich, die dortigen Spielflächen waren ohne Beanstandungen.
LB Asperg [27/1_4]	Im Jahr 1992 wurde mit 7,2 mg/kg PAK16 bzw. 1,0 mg/kg BaP eine Überschreitung des Spielflächenprüfwertes ermittelt (1992). Die Probennahme erfolgte nicht nach der 2. VwV (1993). Eine Nachuntersuchung ist zu empfehlen.

von Siedlungsbereichen allerdings auch wie Kinderspielflächen behandelt werden, wenn sie entsprechend genutzt werden und öffentlich zugänglich sind.

Eine Bewertung möglicher gesundheitlicher Beeinträchtigungen muss sich immer nach der aktuellen Nutzung richten. In Haus- und Kleingärten können beispielsweise schnell Nutzungsänderungen (z. B. von Beet- zu Rasenspielflächen) eintreten.

In Tabelle 5.1-1 sind die bekannt gewordenen Überschreitungen von Prüfwerten auf Kinderspielflächen zusammengestellt.

Bislang wurden im Großraum Stuttgart 38 Kinderspielflächen in besonders emissionsexponierten Bereichen (nähe von Verkehrswegen, alte

Industrieareale) auf Arsen und Blei und zusätzlich 5 Kinderspielflächen auf PAK untersucht (vgl. Kap. 4). An 5 der 38 Flächen (13%) wurden Prüfwertüberschreitungen (P_{ges}) bei Blei und an einer von 5 Flächen eine Prüfwertüberschreitung bei PAK ermittelt (vgl. Tabelle 5.1-1). Nachuntersuchungen bzgl. der resorbierbaren Anteile ergaben jedoch keine Auffälligkeiten.

Bei Arsen wurden bei allen vorhandenen 38 Untersuchungen keine Auffälligkeiten festgestellt.

In 30% der untersuchten Haus- oder Kleingärten bzw. Park- oder Grünanlagen in dem Erhebungsraum wird der Spielflächenprüfwert für Blei überschritten (63 von 193 Standorten mit > 100 mg/kg Blei). Darüber hinaus wird in etwa jedem vierten Haus- oder Kleingarten der PAK-Prüfwert für Kinderspielflächen überschritten. PAK-Gehalte im Oberboden von Park- und Grünanlagen liegen erst von einem Standort vor.

An 13% der untersuchten Kinderspielflächen liegen die Bleigehalte über dem Prüfwert. Betroffen sind i.d.R. verkehrs- bzw. zentrumsnahe Spielflächen, die seit längerer Zeit (z.B. mehr als 10 Jahre) nicht erneuert oder überdeckt wurden.

Neben Blei sind auch die PAK in den Böden von Spielflächen relevante Schadstoffe. Es ist daher zu empfehlen PAK-Gehalte in Böden von Kinderspielflächen zu erheben.

In den Bereichen mit Sauerwasserablagerungen in Bad Cannstatt (vgl. Kapitel 2.1.6) sollten zusätzlich auch die Arsengehalte untersucht werden.

Teilweise können auch Haus- und Kleingärten im Sinne der 3. VwV BodSchG wie Kinderspielflächen

genutzt werden. In solchen Fällen kann eine geschlossene, dichte Grasnarbe in den entsprechenden Bereichen zur Minimierung der Aufnahme von Bodenmaterial durch spielende Kinder beitragen.

5.1.2 Schutzgut Pflanzen und Tiere

Bei den folgenden Betrachtungen zum Pfad Boden-Pflanze werden die Standorte mit Schadstoffgehalten oberhalb der Belastungswerte nach der 3. und 4. VwV berücksichtigt.

Haus- und Kleingärten

Im Großraum Stuttgart wurden in Haus- und Kleingärten bei Cadmium, PAK, PCB und DDT vereinzelt Gehalte über den Belastungswerten ermittelt. Tabelle 5.1-2 stellt einzelne Befunde hierzu dar.

Darüber hinaus sind an weiteren 18 Oberbodenproben von Haus- und Kleingärten, die in den Jahren 1986 bis 1994 untersucht wurden, Cadmium-Gesamtgehalte über 2 mg/kg ermittelt worden. Als Ursache der Belastungen werden meist Klärschlämme, die vor längerer Zeit ausgebracht wurden, angenommen.

Im Raum Stuttgart wurden in der Vergangenheit Böden von Kleingärten mit Klärschlamm beaufschlagt, was in Einzelfällen zu Bodenkontaminationen durch Cadmium geführt hat. Die Ergebnisse zu Cadmium in Tabelle 5.1-2 deuten an, dass hier trotz i.d.R. hoher pH-Werte der Belastungswert für mobiles Cadmium überschritten werden kann.

Es ist zu empfehlen, an den Böden von Haus- und Kleingärten, in denen aufgrund der früheren Untersuchungen erhöhte Cadmium-Gesamtgehalte anzunehmen sind, Nachuntersuchungen unter Einbezug des mobilen Cadmiums durchzuführen.

Während die Belastungen durch Cadmium wie auch PCB i.d.R. auf punktuelle Stoffeinträge in den Boden zurückzuführen sind, sind PAK- und DDT-Belastungen oftmals typisch für die langjährige Bodennutzung als Haus- oder Kleingarten. PAK werden durch Ruß und Verbrennungsrückstände, DDT wurde durch die frühere Anwendung als Pflanzenschutzmittel eingetragen.

Für flächenrepräsentative Aussagen über die PAK- und DDT-Verteilung reichen die verfügbaren Daten noch nicht aus. Notwendig hierzu wären weitere, gezielte Erhebungen der PAK- und DDT-Gehalte in Böden von Haus- und Kleingärten im Erhebungsraum.

Auenböden

In früheren Untersuchungen (Projekt 6/2) von Auenböden des **Neckars**, der **Enz**, der **Glems** und der **Rems** sowie in Böden der Auen ihrer Nebenflüsse **Körsch**, **Strudelbach** und **Krebsbach** wurden erhöhte Schwermetall-, PAK- vereinzelt auch PCB- und DDT-Gehalte über den Belastungswerten ermittelt (Tabelle 5.1-3).

Tabelle 5.1-2: Überschreitungen von Belastungswerten zum Schutz von Nahrungspflanzen bei Haus- und Kleingärten bei Erhebungen im Jahr 1991 [Projekt 2/37] und 1993 [Projekt 10/55].

Kreis Standortname [Projekt_Standort-Nr.]	Bemerkung
S Gartenhausgebiet [2/37_1001]	Im Oberboden wurden bei einer Probennahmetiefe bis 10 cm 47 µg/kg mobiles Cadmium und <0,2 mg/kg Cadmium-Gesamtgehalt sowie ein Boden-pH von 4,5 ermittelt. Eine Nachuntersuchung bzw. eine bedarfsgerechte Kalkung des Standortes ist zweckmäßig.
S Wangen [2/37_1003]	In der Probennahmetiefe bis 15 cm wurde eine Cadmiumbelastung mit 5,1 mg/kg Gesamtgehalt und 44 µg/kg mobiles Cadmium sowie eine PCB-Belastung mit 523 µg/kg PCB6 ermittelt. Nachuntersuchungen sind hier zweckmäßig.
S Ostheim [2/37_1090]	In der Probennahmetiefe bis 18 cm wurde eine Cadmiumbelastung mit 6,5 mg/kg Gesamtgehalt und 45 µg/kg mobiles Cadmium sowie erhöhte Bleigehalte mit 255 mg/kg ermittelt. Nachuntersuchungen auf Cadmium und Blei sind hier zweckmäßig.
S Kleingartenanlage Triebweg [10/55_1745]	Unter Rasennutzung wurden in der Tiefe bis 10 cm mit 112 µg/kg eine Belastungswertüberschreitung für DDT ermittelt. Bis zu einer etwaigen Umnutzung der Rasenfläche ergibt sich kein Handlungsbedarf.
S Kleingartenanlage Heimberg [10/55_1746]	In der Tiefe bis 30 cm wurden mit 11,8 mg/kg der Belastungswert für PAK16 überschritten.
S Kleingartenanlage Kräherwald [10/55_1747]	Unter Rasennutzung wurden in der Tiefe bis 10 cm mit 457 µg/kg eine Belastungswertüberschreitung für PCB6 ermittelt. Bis zu einer etwaigen Umnutzung der Rasenfläche ergibt sich kein Handlungsbedarf.
S Kleingartenanlage Skiwiese [10/55_1750]	In der Tiefe bis 25 cm wurden mit 411 µg/kg der Belastungswert für PCB6 überschritten.
LB Mathildenhofgärten [10/55_1733]	In der Tiefe bis 25 cm wurden mit 170 µg/kg der Belastungswert für DDT in einem Gemüsegarten überschritten.
LB Kleingärten Zazenhauser Grund [10/55_1737]	In der Tiefe bis 30 cm wurden mit 146 µg/kg der Belastungswert für DDT in einem Gemüsegarten überschritten.
LB Kleingärten Taubenwiesen [10/55_1739]	In der Tiefe bis 22 cm wurden mit 461 µg/kg der Belastungswert für DDT in einem Gemüsegarten überschritten.

Tabelle 5.1-3: Überschreitungen von Belastungswerten zum Schutz von Futterpflanzen an Auenstandorten unter Grünlandnutzung

Standortname [Projekt_Standort-Nr.] Bemerkung
S Körschaue bei Steckfeld [6/2_722108] (PAK)
S Körschaue bei Fasanenhof [6/2_722112] (PAK)
ES Neckar/Filsaue bei Plochingen [6/2_722201] (DDT)
BB Strudelbachaue bei Weissach [6/2_711906, ...7] (PAK)
BB Krebsbachaue bei Hildrizhausen [6/2_731918] (PAK)
LB Enzaue bei Unterriexingen [6/2_702001] (PAK)
LB Glemsaue bei Ditzingen [6/2_712006] (PAK)
LB Glemsaue bei Höfingen [6/2_712011] (Cd, PAK, PCB)
LB Neckaraue bei Remseck [6/2_712103] (PCB)
WN Remsau bei Waiblingen [6/2_712116] (DDT)
An 12 Grünlandstandorten wurden im Jahr 1987 PAK-, PCB- und/oder DDT-Gehalte ermittelt, die eine mögliche Belastungswertüberschreitung darstellen. Die PAK16-Gehalte liegen an 8 Standorten im Bereich 10 bis 15 mg/kg, die PCB6-Gehalte an 2 Standorten im Bereich 300 bis 600 µg/kg und an 3 Standorten werden 100 µg/kg DDT überschritten. Vereinzelt sind auch die Cadmium- und Zink-Gesamtgehalte erhöht.
Auf den betroffenen Flächen sollte zunächst durch eine Kontrolluntersuchung geprüft werden, ob gegebenenfalls Handlungsempfehlungen für die Futtermittelgewinnung zweckmäßig sind. Bei den Schwermetallen sollten mobile Anteile nachuntersucht werden, ggf. unter Einbezug weiterer Überschwemmungsflächen.
S Neckaraue bei Mühlhausen [2/37_1008]
An dem Grünlandstandort wurde mit 327 µg/kg der PCB6-Belastungswert überschritten. Hier sind Kontrolluntersuchungen zweckmäßig.

Tabelle 5.1-4: Überschreitungen von Belastungswerten zum Schutz von Nahrungs- und Futterpflanzen an Acker- und Grünlandstandorten außerhalb von Auengebieten

Kreis Standortname [Projekt_Standort-Nr.] Bemerkung
S Kleinhohenheim [2/1_63]
An dem Grünlandstandort wurden bis über 100 µg/kg DDT ermittelt.
WN Acker bei Steinhaldenfeld [6/2_712107]
Bei einer Untersuchung im Jahr 1987 wurde mit 117 µg/kg DDT in der Tiefe 0-25 cm der Belastungswert für DDT überschritten.
S Untertürkheim [2/37_1002]
An dem Ackerstandort wurde mit 461 µg/kg der PCB6-Belastungswert überschritten. Hier sind Kontrolluntersuchungen zweckmäßig.
S Stgt.-Möhringen [2/37_1009]
An dem Grünlandstandort wurden in der Tiefe 0-10 cm pH-bedingt hohe mobile Cadmiumgehalte ermittelt. Hier ist eine bedarfsgerechte Kalkung des Standortes zweckmäßig.
ES Neuhausen auf den Fildern [6/4_1054]
ES Neuhausen auf den Fildern [6/4_1058]
ES Filderstadt [6/4_1064]
An den drei Ackerstandorten wurden mit 120 bis 280 µg/kg der DDT-Belastungswert überschritten. Die Standorte sind zwischenzeitlich überbaut.
WN Streuobstwiese Erbach/Korb [28/1_8]
An einer Mischprobe auf der Streuobstwiese der Tiefe 0-10 cm wurde mit 11 mg/kg der Belastungswert für PAK knapp überschritten. Die Wiese wird derzeit gemulcht. Eine Nutzung der Fläche als Weide oder Wiese findet nicht statt und ist auch nicht vorgesehen. Aufgrund der weiteren Nutzung als Streuobstwiese und des nur geringfügig erhöhten PAK-Gehaltes im Oberboden besteht derzeit kein Handlungsbedarf.
LB Marbach a.N./LB [2/33_1704]
An einem Wiesenstandort wird mit 160 ng/kg I-TEq der Belastungswert für PCDD/F überschritten. Die Wiesenfläche liegt benachbart zu einem mit dioxinhaltigem Kieselrot belasteten Feldweg. Das Material wurde im Zuge eines früheren Sportplatzumbaus dort aufgebracht und ist daraufhin teilweise in die Wiesenfläche eingeschwenkt worden. Es wurden Handlungsempfehlungen ausgesprochen und Maßnahmen zum Schutz vor weiteren Abschwemmungen getroffen. Im Umfeld ist auch ein weiterer Feldweg betroffen. Maßnahmen zur Langzeitsicherung bzw. Sanierung der Feldwege werden z. Zt. erörtert.

Die Schadstoffgehalte der Auenböden stehen nach VEIT-MEYA (1990) in engem Zusammenhang mit dem Alter der Sedimente. Alte Sedimente mit erhöhten Gehalten können heute mit weniger belasteten Sedimenten überdeckt sein. Noch heute können jedoch in Randbereichen der Auen, die langjährig nicht mehr überflutet wurden, kontaminierte Böden anstehen und genutzt werden. Einzelne, mit Schwermetallen belastete Auenabschnitte lagen im Abstrom von Kläranlagen.

Weitere Belastungswertüberschreitungen bei **Acker-** und **Grünlandstandorten** treten unregelmäßig über den Erhebungsraum verteilt auf (Tabelle 5.1-4). Erhöhte Cadmium- und Zinkgehalte können oft auf ehemalige Klärschlammasbringung zurückgeführt werden.

An **Sonderkulturstandorten** wurden Belastungswertüberschreitungen bei Kupfer festgestellt (Tabelle 5.1.5, vgl. auch Kapitel 4.4). An den betroffenen Standorten ist mit einer Beeinträchtigung der biologischen Aktivität des Bodens, z.B. der natürlichen Stickstoff-Fixierung und bei einer Umnutzung auch mit Wachstumsschäden bei empfindlichen Kulturpflanzen und Beeinträchtigung der Futterqualität zu rechnen.

In dem Erhebungsraum können weitere Untersuchungen zu einer gesicherten Bewertung einzelner Sachverhalte oder des Bodenzustands in bestimmten Bereichen beitragen. Solche Untersuchungen dienen jedoch ausschließlich der Vorsorge und nicht der Erhärtung oder dem Ausschluss eines Gefahrenverdachts. Im Stadtkreis

Tabelle 5.1-5: Überschreitungen von Belastungswerten zum Schutz von Futterpflanzen an Sonderkulturstandorten

Kreis Standortname [Projekt_Standort-Nr.]	Bemerkung
S Weinbau Münster [2/37_1067]	Bei einer Untersuchung im Jahr 1991 wurde mit 2.930 µg/kg mobiles Kupfer und 670 mg/kg Kupfer-Gesamtgehalt in der Tiefe 0-20 cm der Belastungswert für Kupfer überschritten. Wenn in seltenen Fällen Grasaufwuchs zur Verfütterung an Schafe verwendet wird, sind weitere Untersuchungen zu empfehlen. Bei einer Nachuntersuchung sollten auch Arsen und DDT einbezogen werden.
S Weinbau Wangen [2/37_1117]	Bei einer Untersuchung im Jahr 1991 wurde mit 3.300 µg/kg mobiles Kupfer und 526 mg/kg Kupfer-Gesamtgehalt in der Tiefe 0-20 cm der Belastungswert für Kupfer überschritten. Wenn Grasaufwuchs zur Verfütterung an Schafe verwendet wird, sind weitere Untersuchungen zu empfehlen. Bei einer Nachuntersuchung sollten auch Arsen und DDT einbezogen werden.

Stuttgart sind vergleichbare Untersuchungen bereits vorgesehen (s. Kap. 6). Darüber hinaus ist zu empfehlen:

Die Auenbereiche bei denen aufgrund älterer Untersuchungsergebnisse mit erhöhten Schadstoffgehalten gerechnet werden muss, sollten nachuntersucht werden. Bei der Abgrenzung der Probenahmeflächen und -tiefen sollte das in Auen häufig kleinräumig wechselnde Bodenmuster und das Alter der Sedimente berücksichtigt werden.

Im Großraum Stuttgart treten Belastungswertüberschreitungen bei DDT auf. Neben Haus- und Kleingärten sowie Acker- und Grünlandstandorten weisen vermutlich auch Sonderkulturstandorte - hier liegen bislang erst drei Ergebnisse vor - erhöhte DDT-Gehalte auf.

Es ist deshalb zu empfehlen, DDT-Gehalte weiterer Sonderkulturstandorte zu erheben. Eine bessere, schutzgutbezogene Bewertung von DDT in Böden

ist erst möglich, wenn weitere Basisdaten zum Transfer von DDT aus Böden in Pflanzen und Tieren vorliegen.

Angesichts des bedeutenden Flächenanteils des Weinbaus in dem Erhebungsraum und des andauernden Einsatzes kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel sollten die Kupfergehalte ausgewählter Standorte anhand turnusmäßiger Wiederholuntersuchungen überwacht werden.

Bei der Umnutzung ehemaliger Weinbaustandorte sollten grundsätzlich Arsen, Kupfer und DDT untersucht werden. Im Sinne eines vorsorgenden Bodenschutzes sollte der Einsatz kupferhaltiger Präparate im Pflanzenschutz künftig nach Möglichkeit minimiert werden.

5.1.3 Schutzgut Wasser

In Siedlungsräumen mit hohem Anteil an Industrie- und Gewerbegebieten tragen punktuelle Quellen, wie Altstandorte und Altablagerungen, defekte Kanäle und Unfälle wesentlich zur Verunreinigung des oberflächennahen Sickerwassers und des Grundwassers bei. Hierbei sind häufig Mineralöle und Lösemittel relevant. Solche lokalen Bodenbelastungen werden im Rahmen der Altlastenerkundung durch die Stadt- und Landkreise erfasst, untersucht und ggf. überwacht.

Aus dem vorliegenden Bericht zur Beschaffenheit der Oberböden sind hinsichtlich des Schutzgutes Wasser folgende Aspekte hervorzuheben.

Im Großraum Stuttgart weisen Oberböden von Forststandorten in 50% der Flächen einen Boden-pH unterhalb pH 3,9 auf (Kapitel 4.0). In solchen

sauren Böden werden anorganische Stoffe wie Aluminium, Cadmium, Blei und Zink zunehmend mobilisiert und verlagert.

In die Beurteilung des Schadstoffpfades Boden-Grundwasser müssen die Eigenschaften der gesamten ungesättigten Zone einbezogen werden. In Kapitel 4.0 wurden ausgewählte Boden-pH-Profile mit einer Tiefe bis zu 2 m dargestellt.

In vielen Fällen steht das Grundwasser allerdings erst in beträchtlich größerer Tiefe an. Dennoch können in tiefergründig versauerten Böden Schwermetalle auch bis in den Untergrund ausgewaschen werden.

Neben den flächenmäßig bedeutenden Böden über *km⁴ Stubensandstein* weisen im Großraum Stuttgart auch Böden über *km² Schilfsandstein-* und *km³s Kieselsandsteinflächen* tiefgründig sehr saure pH-Werte auf.

Es wird empfohlen Böden von *Stuben-, Schilf- und Kieselsandsteinflächen*, die tiefgründig sehr saure Boden-pH-Werte aufweisen, auf die o.g. Inhaltsstoffe zu untersuchen. Dabei sollten mehrere Paralleluntersuchungen für statistische Auswertungen vorgesehen werden. Die Flächen sollten nach 5 bis 10 Jahre erneut beprobt werden, um das Fortschreiten der Bodenversauerung und der Stoffverlagerung und ggf. die Effizienz von Kalkungsmaßnahmen prüfen zu können.

Die **Nitrat**gehalte in Trinkwasserschutzgebieten des Großraumes Stuttgart sind seit den Jahren 1991/92 zwar deutlich gesunken, jedoch sind auch heute noch in Trinkwasserschutzgebieten mit hohem Anteil an Gemüsebauflächen wie „Esslingen-Weil“

und „Neuhausen a.d.F.“ erhöhte Nitratgehalte vorhanden.

Organische Schadstoffe

In den Siedlungsräumen des Großraums Stuttgart überschreiten 36% (22 von 61) der auf Benzo[a]pyren und 39% (13 von 33) der auf DDT untersuchten Oberböden die Prüfwerte für das Sickerwasser hinsichtlich des Schutzguts Grundwasser. Im Durchschnitt aller untersuchten Flächen der Siedlungs- und Außenbereiche wird an 27% der Standorte der Benzo[a]pyren-Prüfwert (n = 328) und an 20 % der Standorte der DDT-Prüfwert zum Schutz des Sickerwassers überschritten (n = 260).

Damit wird deutlich, dass Benzo[a]pyren und DDT in den Oberböden von Siedlungsgebieten angereichert sind gegenüber Böden des ländlichen Raums. Über die Frage, inwieweit die im Siedlungsraum erhöhten PAK- und DDT-Gehalte problematisch für die Sickerwasserqualität sein können, ist wenig bekannt.

Angesichts der Überschreitung von Sickerwasserprüfwerten bei Benzo[a]pyren und DDT wird empfohlen, an ausgewählten Standorten Tiefenprofile auf Benzo[a]pyren bzw. DDT zu untersuchen.

5.2 Nutzungsänderungen und Grundsätze des Umgangs mit Bodenaushub

Bei Nutzungsänderungen und der Prüfung der Verwertbarkeit von Bodenaushub sind die Schadstoffgehalte der Böden ein maßgebliches Entscheidungskriterium.

Im Zuge von Baumaßnahmen fällt weit mehr Material von **Unterböden** (meist 30-100 cm Tiefe) und des **Untergrundes** (größer 100 cm Tiefe) als **Oberbodenmaterial** (0-30 cm) zur Verwertung an. Schadstoffgehalte der Unterböden des Erhebungsraumes liegen jedoch erst anhand weniger Stichproben vor. Deshalb können für Unterböden in dem Erhebungsraum noch keine statistischen Kenndaten hergeleitet werden.

Insbesondere wenn Flächen künftig empfindlicher als bisher genutzt werden sollen (z.B. Einrichtung eines Spielplatzes in einer Parkanlage) ist es wichtig, dass die für die künftige Nutzung gültigen Prüfwerte eingehalten werden.

Bei Überschreitung eines Prüfwerts in Bodenaushub ist keine freie Verwertung des Materials möglich. Weitere Hinweise zur Verwertbarkeit von Bodenaushub sind im „Leitfaden zum Schutz der Böden beim Auftrag von kultivierbarem Bodenaushub“ [UM 1994] sowie in der Broschüre „Boden nützen und schützen“ [UVM in Vorbereitung] enthalten.

Eine erste über das gesamte Stadtgebiet Stuttgart verteilte, jedoch für den Stadtkreis nicht repräsentative Probennahme und Untersuchung der Böden wurde im Jahr 1992 (Projekt 2/37) durchgeführt. Die Böden wurden auf Schadstoffe nach der 3. und 4. VwV untersucht (außer PCDD/F und Pestizide). Mit dieser Erhebung lässt sich im Hinblick auf die Verwertbarkeit von Oberboden-Aushub annähernd die Wahrscheinlichkeit für das Auffinden von Prüfwertüberschreitungen abschätzen. Da vielfach Verdachtsflächen ausgesucht wurden, liegt die tatsächliche Häufigkeit von Prüfwertüberschreitungen vermutlich unterhalb der vorgefundenen Häufigkeit.

An 66% (78 von 118) der untersuchten Oberböden wurde für zumindest eine Komponente eine Prüf- wertüberschreitung festgestellt.

Der entsprechende Wert liegt im Großraum Mannheim/Heidelberg bei 65%, also in einer vergleichbaren Größenordnung.

Tabelle 5.2-1 gibt die festgestellten Häufigkeiten von Prüfwertüberschreitungen differenziert nach Schadstoffen wieder.

Demnach wird bei PCDD/F in 39% der Fälle gefolgt von Benzofalpyren in 27% der Fälle und bei DDT in 20% der Fälle ein Prüfwert überschritten. Die Parameter mobiles Cadmium, Zink-Gesamtgehalt, PAK16 und PCB6 folgen mit der Häufigkeit 10-20% und die übrigen Komponenten mit < 10%.

5.3 Böden des Großraums Stuttgart im Vergleich

Beim Vergleich der 50. und 90. Perzentilwerte der Böden des Großraums Stuttgart mit den Werten anderer Siedlungsräume muss berücksichtigt werden, dass insbesondere die früher erhobenen Daten auf unterschiedliche thematische Untersuchungsvorhaben zurückgehen, in denen auch Flächen mit mutmaßlichen

Bodenverunreinigungen untersucht wurden (s. auch Kapitel 3.1). In manchen dieser Untersuchungen hat sich der Verdacht von Bodenkontaminationen bestätigt, so dass insbesondere die Daten aus den zurückliegenden Vorhaben ein sehr heterogenes Kollektiv bilden.

Die in den folgenden Tabellen 5.3-1 bis 5.3-13 nebeneinandergestellten 50. und 90. Perzentilwerte [vgl. UM 1995a, UM 1995b, UM 1995c, UVM 1998] bilden eine Momentaufnahme anhand des

Tabelle 5.2-1: Häufigkeit der Überschreitung von Prüfwerten für Schadstoffgehalte in Böden des Großraumes Stuttgart

Komponente	Prüfwert	Gesamt	Überschreitung	%
Arsen-ges	20 mg/kg	575	11	2%
Arsen-mob	140 µg/kg	251	0	0%
Cadmium-ges	1,5 mg/kg	2660	121	5%
Cadmium-mob	25 µg/kg	286	33	12%
Chrom-ges	100 mg/kg	2538	67	3%
Chrom-mob	60 µg/kg	258	3	1%
Kupfer-ges	60 mg/kg	2569	220	9%
Kupfer-mob	1000 µg/kg	278	8	3%
Quecksilber-ges	1 mg/kg	2339	26	1%
Quecksilber-mob	7 µg/kg	258	0	0%
Nickel-ges	50 mg/kg	2611	1	0%
Nickel-mob	1200 µg/kg	286	2	1%
Blei-ges	100 mg/kg	2512	120	5%
Blei-mob	400 µg/kg	294	27	9%
Thallium-ges	1 mg/kg	382	0	0%
Thallium-mob	40 µg/kg	181	0	0%
Zink-ges	150 mg/kg	2604	304	12%
Zink-mob	5000 µg/kg	286	12	4%
PAK16	5 mg/kg	345	43	12%
BaP	0,2 mg/kg	328	88	27%
PCB6	100 µg/kg	365	48	13%
PCDD/F	5 ng/kg I-TEq	192	75	39%
HCB	20 µg/kg	291	1	0%
Alpha-HCH	20 µg/kg	212	0	0%
Beta-HCH	20 µg/kg	147	0	0%
Gamma-HCH	20 µg/kg	269	1	0%
Heptachlor	20 µg/kg	71	0	0%
Dieldrin	20 µg/kg	106	0	0%
Endrin	20 µg/kg	99	0	0%
Chlordan	20 µg/kg	42	0	0%
DDT	20 µg/kg	260	51	20%

derzeitigen Datenbestandes, die sich aufgrund eines vergrößerten und verbesserten Datenkollektives, insbesondere bei einigen organischen Schadstoffen, noch ändern kann. Andererseits zeigen die Nebeneinanderstellungen auch, in welchen Teilbereichen Problemfelder liegen.

Unter den **anorganischen Schadstoffen** sind im Großraum Stuttgart die Cadmium- und Zinkgehalte gegenüber den Räumen Mannheim/Heidelberg, Karlsruhe und Kehl erhöht. Lediglich in Pforzheim sind bedingt durch frühere gewerbliche Einträge höhere Cadmiumgehalte vorhanden. Die Cadmium- und Zinkbelastungen im Großraum Stuttgart werden größtenteils auf Klärschlammanwendungen vor mehr als 10 Jahren zurückgeführt.

Die Bleigehalte der Stuttgarter Böden sind ebenfalls gegenüber den anderen untersuchten Siedlungsräumen erhöht. Ob dabei verkehrsbedingte Einträge eine Rolle spielen, konnte im Rahmen dieser Erhebung nicht geklärt werden.

Darüber hinaus sind in Stuttgart und Umgebung erhöhte Kupfergehalte u.a. bedingt durch den flächenmäßig bedeutenden Weinbau vorhanden.

Bezüglich der **organischen Schadstoffe** ergibt sich, dass die bislang ermittelten PCB-Gehalte in Stuttgart über dem Durchschnitt anderer Siedlungsräume liegen, während die PAK- und PCDD/F-Gehalte darunter liegen. Eine weitere Verdichtung der bisherigen stichprobenartigen Messungen würde hier besser abgesicherte Aussagen ermöglichen.

Tabelle 5.3-1: Arsengehalte in Böden von Siedlungsräumen in Baden-Württemberg

	Außenber.			Siedlungsber.		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
Arsen-ges [mg/kg]						
Stuttgart '98	116	9	14	114	9	12
Esslingen '98	104	10	14	26	10	17
Böblingen '98	53	6	11	2	5	-
Ludwigsburg '98	71	9	13	27	9	11
Rems-Murr '98	62	7	11	0	-	-
Mannheim '98	34	7	12	75	9	19
Heidelberg '98	29	14	24	31	13	19
Rhein-Neckar '98	78	9	32	22	8	20
Karlsruhe '93	44	6	15	32	7	16
Pforzheim '93	13	9	20	25	14	29
Kehl '94	6	5	-	19	7	15
Arsen-mob [µg/kg]						
Stuttgart '98	97	10	30	81	18	36
Esslingen '98	30	3	10	0	-	-
Böblingen '98	9	8	-	0	-	-
Ludwigsburg '98	15	4	17	9	14	34
Rems-Murr '98	10	<2	10	0	-	-
Mannheim '98	25	7	34	46	34	97
Heidelberg '98	29	30	87	31	36	70
Rhein-Neckar '98	77	17	68	21	18	61
Karlsruhe '93	39	19	46	23	17	37
Pforzheim '93	13	26	-	25	28	49

Tabelle 5.3-2: Cadmiumgehalte in Böden von Siedlungsräumen in Baden-Württemberg

	Außenber.			Siedlungsber.		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
Cadmium-ges [mg/kg]						
Stuttgart '98	267	0,2	1,3	231	0,6	3,2
Esslingen '98	821	0,2	0,4	44	0,2	0,6
Böblingen '98	194	0,2	0,5	10	0,1	1,2
Ludwigsburg '98	483	0,2	0,9	47	0,7	2,6
Rems-Murr '98	559	0,2	0,6	4	0,1	-
Mannheim '98	151	0,2	0,6	144	0,3	1,0
Heidelberg '98	99	0,2	1,0	71	0,5	1,0
Rhein-Neckar '98	250	0,2	0,7	44	0,2	0,8
Karlsruhe '93	129	0,2	0,6	162	0,4	1,0
Pforzheim '93	22	0,4	2,2	108	0,6	7,2
Kehl '94	80	<0,1	0,3	54	0,3	1,0
Cadmium-mob [µg/kg]						
Stuttgart '98	104	6	46	82	5	22
Esslingen '98	31	6	18	0	-	-
Böblingen '98	9	15	-	0	-	-
Ludwigsburg '98	33	3	14	17	<2	4
Rems-Murr '98	10	3	20	0	-	-
Mannheim '98	25	11	27	46	10	17
Heidelberg '98	29	9	65	31	8	16
Rhein-Neckar '98	77	5	59	21	4	37
Karlsruhe '93	39	10	43	23	8	62
Pforzheim '93	13	49	360	25	15	220
Kehl '94	29	6	19	18	3	-

Tabelle 5.3-3: Chromgehalte in Böden von Siedlungsräumen in Baden-Württemberg

	Außenber.			Siedlungsber.		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
Chrom-ges [mg/kg]						
Stuttgart '98	249	38	81	208	49	141
Esslingen '98	776	32	46	34	30	42
Böblingen '98	190	34	57	5	31	-
Ludwigsburg '98	489	37	59	37	39	71
Rems-Murr '98	546	33	50	4	68	-
Mannheim '98	148	30	57	143	37	65
Heidelberg '98	99	35	63	68	37	72
Rhein-Neckar '98	268	33	98	44	33	108
Karlsruhe '93	82	30	55	90	24	70
Pforzheim '93	19	57	-	101	31	100
Kehl '94	66	54	86	45	48	69
Chrom-mob [µg/kg]						
Stuttgart '98	98	5	21	81	7	23
Esslingen '98	30	<5	20	0	-	-
Böblingen '98	9	4	-	0	-	-
Ludwigsburg '98	21	2	20	9	<10	14
Rems-Murr '98	10	<5	-	0	-	-
Mannheim '98	25	10	37	46	12	42
Heidelberg '98	29	4	19	31	13	19
Rhein-Neckar '98	77	10	28	21	8	38
Karlsruhe '93	39	14	38	23	13	24
Pforzheim '93	13	31	-	25	36	51

Tabelle 5.3-4: Kupfergehalte in Böden von Siedlungsräumen in Baden-Württemberg

	Außenber.			Siedlungsber.		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
Kupfer-ges [mg/kg]						
Stuttgart '98	252	27	172	209	52	162
Esslingen '98	777	18	25	34	22	42
Böblingen '98	194	20	31	10	26	-
Ludwigsburg '98	490	21	36	37	35	94
Rems-Murr '98	562	19	33	4	9	-
Mannheim '98	151	22	45	149	27	63
Heidelberg '98	99	16	41	68	25	64
Rhein-Neckar '98	250	16	27	44	19	34
Karlsruhe '93	79	9	29	91	25	59
Pforzheim '93	18	19	76	101	61	290
Kehl '94	103	20	32	49	27	59
Kupfer-mob [µg/kg]						
Stuttgart '98	98	108	341	81	214	552
Esslingen '98	30	84	405	0	-	-
Böblingen '98	9	101	-	0	-	-
Ludwigsburg '98	33	105	561	17	299	766
Rems-Murr '98	10	56	154	0	-	-
Mannheim '98	25	66	281	46	152	279
Heidelberg '98	29	67	458	31	193	387
Rhein-Neckar '98	77	98	413	21	85	236
Karlsruhe '93	39	-	<400	23	-	<400
Pforzheim '93	13	<400	-	25	<400	720

Tabelle 5.3-5: Quecksilbergehalte in Böden von Siedlungsräumen in Baden-Württemberg

	Außenber.			Siedlungsber.		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
Quecksilber-ges [mg/kg]						
Stuttgart '98	219	0,10	0,48	200	0,22	0,66
Esslingen '98	754	0,10	0,20	35	0,11	0,34
Böblingen '98	159	0,10	0,15	5	0,06	-
Ludwigsburg '98	434	0,10	0,20	29	0,20	0,53
Rems-Murr '98	500	0,08	0,27	4	0,04	-
Mannheim '98	141	0,12	0,41	137	0,23	0,75
Heidelberg '98	99	0,12	0,34	71	0,18	0,73
Rhein-Neckar '98	266	0,08	0,21	44	0,07	0,31
Karlsruhe '93	49	0,06	0,29	81	0,09	0,50
Pforzheim '93	14	0,06	-	88	0,23	0,90
Kehl '94	66	0,14	0,28	45	0,20	0,94
Quecksilber-mob [µg/kg]						
Stuttgart '98	78	0,2	1,3	61	0,3	1,5
Esslingen '98	7	0,4	-	-	-	-
Böblingen '98	6	0,2	-	-	-	-
Ludwigsburg '98	6	0,3	-	-	-	-
Rems-Murr '98	2	0,2	-	-	-	-
Mannheim '98	15	<0,1	0,3	73	<0,1	0,3
Heidelberg '98	16	<0,1	0,1	45	<0,1	0,1
Rhein-Neckar '98	16	<0,1	<0,1	26	<0,1	-
Karlsruhe '93	39	-	<1,0	23	-	<1,0
Pforzheim '93	13	-	<1,0	25	-	<1,0

Tabelle 5.3-6: Nickelgehalte in Böden von Siedlungsräumen in Baden-Württemberg

	Außenber.			Siedlungsber.		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
Nickel-ges [mg/kg]						
Stuttgart '98	283	27	41	210	33	54
Esslingen '98	804	25	35	40	21	28
Böblingen '98	190	28	40	5	26	-
Ludwigsburg '98	491	29	40	37	26	62
Rems-Murr '98	547	25	34	4	25	-
Mannheim '98	148	22	39	143	22	34
Heidelberg '98	99	20	29	68	21	28
Rhein-Neckar '98	268	19	36	44	19	30
Karlsruhe '93	79	9	31	55	16	28
Pforzheim '93	18	31	78	101	27	47
Kehl '94	62	21	29	45	20	25
Nickel-mob [µg/kg]						
Stuttgart '98	105	95	654	81	88	186
Esslingen '98	30	61	292	0	-	-
Böblingen '98	9	134	-	0	-	-
Ludwigsburg '98	34	23	101	17	<50	-
Rems-Murr '98	10	36	166	0	-	-
Mannheim '98	25	<100	424	46	-	<100
Heidelberg '98	29	29	258	31	-	<100
Rhein-Neckar '98	77	146	413	21	69	340
Karlsruhe '93	39	210	510	23	80	260
Pforzheim '93	13	210	-	25	170	790

Tabelle 5.3-7: Bleigehalte in Böden von Siedlungsräumen in Baden-Württemberg

	Außenber.			Siedlungsber.		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
Blei-ges [mg/kg]						
Stuttgart '98	260	30	72	234	70	194
Esslingen '98	783	28	40	44	35	107
Böblingen '98	164	24	35	10	55	232
Ludwigsburg '98	448	24	43	47	45	164
Rems-Murr '98	518	27	39	4	25	-
Mannheim '98	151	32	75	150	54	127
Heidelberg '98	99	42	95	71	56	130
Rhein-Neckar '98	250	32	64	44	41	91
Karlsruhe '93	129	30	60	174	47	140
Pforzheim '93	19	34	60	104	51	180
Kehl '94	104	41	93	58	62	140
Blei-mob [µg/kg]						
Stuttgart '98	111	<20	927	82	<20	12
Esslingen '98	31	<20	469	0	-	-
Böblingen '98	9	<20	-	0	-	-
Ludwigsburg '98	34	<20	0	17	<20	-
Rems-Murr '98	10	<20	-	0	-	-
Mannheim '98	25	<20	360	46	<20	17
Heidelberg '98	29	<20	22839	31	<20	54
Rhein-Neckar '98	77	<20	1454	21	<20	98
Karlsruhe '93	39	140	2500	23	<20	1100
Pforzheim '93	13	<20	-	25	<20	86

Tabelle 5.3-9 Zinkgehalte in Böden von Siedlungsräumen in Baden-Württemberg

	Außenber.			Siedlungsber.		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
Zink-ges [mg/kg]						
Stuttgart '98	268	76	294	208	211	650
Esslingen '98	794	64	105	35	81	148
Böblingen '98	194	64	100	10	95	420
Ludwigsburg '98	491	64	110	37	130	263
Rems-Murr '98	563	60	108	4	71	-
Mannheim '98	151	74	186	149	136	367
Heidelberg '98	99	81	183	68	125	257
Rhein-Neckar '98	267	71	138	44	95	181
Karlsruhe '93	82	38	130	89	71	200
Pforzheim '93	19	69	-	101	110	400
Kehl '94	85	83	130	54	160	450
Zink-mob [µg/kg]						
Stuttgart '98	105	152	3900	81	130	575
Esslingen '98	30	97	3789	0	-	-
Böblingen '98	9	1294	8507	0	-	-
Ludwigsburg '98	34	35	247	17	160	604
Rems-Murr '98	10	<100	-	0	-	-
Mannheim '98	25	282	2022	46	223	1024
Heidelberg '98	29	147	14310	31	122	693
Rhein-Neckar '98	77	48	3861	21	61	1776
Karlsruhe '93	39	<100	4800	23	<100	6900
Pforzheim '93	13	930	-	25	110	5300

Tabelle 5.3-8: Thalliumgehalte in Böden von Siedlungsräumen in Baden-Württemberg

	Außenber.			Siedlungsber.		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
Thallium-ges [mg/kg]						
Stuttgart '98	133	0,2	0,3	73	0,2	0,4
Esslingen '98	83	0,2	0,3	28	0,2	0,2
Böblingen '98	23	0,0	0,2	5	0,1	-
Ludwigsburg '98	18	0,2	0,3	4	0,2	-
Rems-Murr '98	13	0,2	0,3	2	0,0	-
Mannheim '98	56	0,2	0,4	90	0,2	0,3
Heidelberg '98	29	0,3	1,0	31	0,2	0,4
Rhein-Neckar '98	105	0,2	0,7	22	0,2	0,9
Karlsruhe '93	48	0,2	0,4	48	0,1	0,3
Pforzheim '93	13	0,4	0,8	25	0,4	0,6
Thallium-mob [µg/kg]						
Stuttgart '98	85	3	7	61	6	12
Esslingen '98	14	4	-	0	-	-
Böblingen '98	9	3	-	0	-	-
Ludwigsburg '98	9	3	-	0	-	-
Rems-Murr '98	3	1	-	0	-	-
Mannheim '98	17	6	19	46	8	18
Heidelberg '98	29	14	151	31	16	39
Rhein-Neckar '98	72	6	34	21	7	25
Karlsruhe '93	39	3	8	23	4	12
Pforzheim '93	13	4	-	25	5	6

Tabelle 5.3-10: PAK-Gehalte in Böden von Siedlungsräumen in Baden-Württemberg

	Außenber.			Siedlungsber.		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
PAK-16 [mg/kg]						
Stuttgart '98	55	0,9	3,7	29	2,0	5,8
Esslingen '98	76	0,6	4,0	6	1,2	-
Böblingen '98	46	0,9	6,7	4	1,4	-
Ludwigsburg '98	52	0,9	9,1	22	1,0	6,9
Rems-Murr '98	53	1,0	7,1	2	3,7	-
Mannheim '98	20	1,5	6,7	52	2,7	15,8
Heidelberg '98	16	0,3	-	26	2,6	7,8
Rhein-Neckar '98	16	0,6	-	2	1,0	-
Karlsruhe '93	44	0,9	2,6	32	3,5	15,0
Pforzheim '93	13	1,1	-	35	1,8	17,0
Benzo[a]pyren [mg/kg]						
Stuttgart '98	55	0,08	0,38	29	0,13	0,62
Esslingen '98	76	0,06	0,33	6	0,11	-
Böblingen '98	31	0,10	0,81	2	0,91	-
Ludwigsburg '98	52	0,09	0,83	22	0,09	0,56
Rems-Murr '98	53	0,08	0,58	2	0,43	-
Mannheim '98	20	0,14	0,79	52	0,32	1,22
Heidelberg '98	16	<0,10	-	26	0,29	0,80
Rhein-Neckar '98	16	0,07	-	2	0,08	-
Karlsruhe '93	44	0,07	0,30	32	0,15	1,60
Pforzheim '93	13	0,10	-	35	0,30	1,90
Kehl '94	10	0,05	-	7	0,10	-

Tabelle 5.3-11: PCB-Gehalte in Böden von Siedlungsräumen in Baden-Württemberg

	Außenber.			Siedlungsber.		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
PCB-6 [µg/kg]						
Stuttgart '98	88	14	94	56	60	237
Esslingen '98	48	12	60	3	392	-
Böblingen '98	38	13	104	0	-	-
Ludwigsburg '98	79	21	110	15	6	24
Rems-Murr '98	37	14	38	0	-	-
Mannheim '98	19	8	-	46	19	195
Heidelberg '98	32	3	17	32	14	58
Rhein-Neckar '98	116	2	28	34	10	56
Karlsruhe '93	45	4	14	31	8	110
Pforzheim '93	13	7	-	25	9	160
Kehl '94	10	-	<30	8	<30	-

Tabelle 5.3-12: PCDD/F-Gehalte in Böden von Siedlungsräumen in Baden-Württemberg

	Außenber.			Siedlungsber.		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
PCDD/F [ng/kg] I-TEq						
Stuttgart '98	39	5,1	10,2	30	7,4	13,8
Esslingen '98	11	0,8	-	4	37,4	-
Böblingen '98	20	1,1	5,0	6	2,6	-
Ludwigsburg '98	39	3,6	19,2	15	7,6	-
Rems-Murr '98	22	0,8	2,5	5	3,3	-
Mannheim '98	24	6,6	37,8	88	9,5	26,1
Heidelberg '98	63	2,4	9,7	46	2,5	9,2
Rhein-Neckar '98	10	4,8	-	4	1,6	-
Karlsruhe '93	15	0,5	-	75	3,0	20,0
Pforzheim '93	0	-	-	17	4,2	-
Kehl '94	15	1,6	-	35	2,6	31,0

Tabelle 5.3-13: Pestizidgehalte in Böden von Siedlungsräumen in Baden-Württemberg

	Außenber.			Siedlungsber.		
	n	50.P	90.P	n	50.P	90.P
HCB [µg/kg]						
Stuttgart '98	61	<1,0	4,3	21	1,0	3,4
Esslingen '98	71	<1,0	6,2	3	6,0	-
Böblingen '98	38	<1,0	6,8	0	-	-
Ludwigsburg '98	47	1,0	4,4	9	-	<1,0
Rems-Murr '98	40	<1,0	3,5	0	-	-
Mannheim '98	24	<1,0	5,0	45	<1,0	4,1
Heidelberg '98	22	<1,0	3,0	28	<1,0	2,5
Rhein-Neckar '98	94	<1,0	6,7	19	<1,0	-
Karlsruhe '93	39	0,7	1,8	23	0,7	3,8
Pforzheim '93	13	0,6	-	25	1,0	17,0
HCH-Summe [µg/kg]						
Stuttgart '98	60	<1,0	3,7	20	-	<1,0
Esslingen '98	63	<1,0	4,3	0	-	-
Böblingen '98	30	1,1	6,9	0	-	-
Ludwigsburg '98	47	1,2	4,1	9	-	<1,0
Rems-Murr '98	39	1,3	5,0	0	-	-
Mannheim '98	15	<1,0	-	45	<1,0	2,6
Heidelberg '98	20	<1,0	4,0	28	<1,0	1,5
Rhein-Neckar '98	82	1,2	4,3	19	3,3	-
DDT-Summe [µg/kg]						
Stuttgart '98	55	5,4	94,0	21	13,0	54,0
Esslingen '98	67	1,4	40,6	3	<1,0	-
Böblingen '98	22	3,3	31,2	0	-	-
Ludwigsburg '98	43	5,1	19,1	9	40,0	-
Rems-Murr '98	39	3,5	41,5	0	-	-
Mannheim '98	15	7,0	-	45	6,4	55,6
Heidelberg '98	20	13,4	155,9	28	9,9	79,9
Rhein-Neckar '98	82	8,6	62,3	19	20,0	-

6 HANDLUNGSBEDARF UND MASSNAHMEN BEI FLÄCHEN MIT ERHÖHTEN SCHADSTOFFGEHALTEN IM BODEN IM STADTKREIS STUTTGART

6.1 Untersuchte Flächen

Eine Vielzahl von Bodenuntersuchungen in Stuttgart stammt aus den Jahren vor 1993. Die Flächen-dokumentation entsprach damals bei weitem nicht den heutigen Standards. Gleiches gilt für die Qualität der Probennahme und Analytik. Da der Bericht Auskunft über den aktuellen Bodenzustand geben soll und die Beurteilung der Befunde direkt von der jeweiligen Flächennutzung abhängt, war es zunächst erforderlich, jede einzelne Fläche und deren heutige Nutzung zuverlässig zu identifizieren. Parallel hierzu wurde aus Gründen der Ursachen-erforschung versucht, die historische Vornutzung der auffälligen Flächen nachzuvollziehen. Dies ist in Ballungsräumen von besonderer Bedeutung, weil sich hier die Nutzung ein und derselben Fläche im Laufe der Zeit gewöhnlich mehrfach ändert. Daher wurden im Vorfeld dieser Arbeit seitens der Stadt Stuttgart die Aktualität der Flächennutzungen und die Brauchbarkeit der verwendeten Untersuchungsergebnisse intensiv geprüft. Eingang in den vorliegenden Bericht fanden nur solche Flächen, die zweifelsfrei identifiziert werden konnten und deren Ergebnisse nicht a priori unplausibel waren. Hierbei wurde nicht berücksichtigt, dass ältere Ergebnisse aus den Jahren vor 1993 nicht ohne weiteres einer Auswertung nach heutigen Gesichtspunkten unterzogen werden sollten. Dies gilt speziell für auffällige Befunde, die vor Einleitung erforderlicher Maßnahmen zunächst einer Bestätigung durch moderne und repräsentative Untersuchungen bedürfen.

6.2 Befunde

6.2.1 Wirkungspfad Boden - Mensch

6.2.1.1 Kinderspielflächen

In einer vorgezogenen Kampagne wurden in Stuttgart 4 von 5 Kinderspielflächen, die durch Überschreitungen bei den Prüfwerten für die Gesamtgehalte auffielen, näher auf magen-darm-resorbierbare Anteile (Blei, Arsen; DIN-EN 71) untersucht. In allen Fällen konnte eine Gesundheitsgefährdung der spielenden Kinder ausgeschlossen werden. Gleiches gilt für die 5. Fläche („Ziegelklinge“), bei der der fragliche Bereich für Kinder unzugänglich ist und die dortigen Spielflächen ohne Beanstandungen waren.

6.2.1.2 Siedlungs- und Gewerbeflächen

Für keine der jeweiligen Nutzungsart liegen konfliktäre Ergebnisse vor, die auf eine Beeinträchtigung der gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse schließen lassen.

6.2.2 Wirkungspfad Boden-Pflanzen

Im Stadtgebiet Stuttgart wurden 69 Flächen mit nutzungsrelevanten Prüfwertüberschreitungen sowie 6 weitere Flächen mit Überschreitungen von Belastungswerten hinsichtlich des Schutzguts Pflanzen registriert. Mehrheitlich handelt es sich hierbei um Untersuchungen aus Zeiten, in denen noch keine repräsentativen Beprobungs- und Analyseverfahren verbindlich waren.

6.2.3 Wirkungspfad Boden-Wasser

Im Zusammenhang mit älteren Untersuchungen, fielen besonders Weinbauflächen durch entsprechende Prüfwertüberschreitungen bei Kupfer auf. Das Grundwasser ist hier konkret jedoch nicht gefährdet, da der Grundwasser-Flur-Abstand in den fraglichen Bereichen mehrere Meter bis Zehnermeter beträgt, und weil die Unterböden bzw. die bodenbildenden Keupergesteine infolge ihrer hohen Tonanteile die Schadstoffe immobilisieren.

6.3 Kontaminationsursachen

Aufgrund der Variabilität der Schadstoffe und der Konzentrationen können die einzelnen Auffälligkeiten auf unterschiedliche Ursachen und Einwirkungen zurückgeführt werden. Dies wird auch aus der Nutzungsgeschichte einzelner Flächen (z.B. ehemals Industriebetrieb, heute Wohngebiet) und aus Ereignissen (Unfälle, Brände, Kriegseinwirkungen) oder den Entwicklungen im näheren Umfeld (z.B. Verkehr, Abfallablagerung) deutlich. Im allgemeinen zeichnen sich folgende Zusammenhänge ab:

Erhöhte Schadstoffgehalte im Bereich der Stuttgarter Kinderspielflächen sind in aller Regel auf künstliche Auffüllungen zurückzuführen, über deren Herkunft nichts näheres bekannt ist. Ein ähnliches Bild ergibt sich für das gesamte besiedelte Stadtgebiet, wobei sich hier die mit der Stadtentwicklung einhergehende Siedlungsgeschichte und besonders die z.T. flächenhaften Kriegseinwirkungen widerspiegeln.

Im Bereich der Kleingärten tritt neben den Auffüllungen besonders die Bodenbehandlung mit Asche, Klärschlamm und sonstigen „Bodenstoffen“

in den Vordergrund. Hier liegen auch die durch sorglosen Umgang mit Pflanzen- und Schädlingsbekämpfungsmittel verursachten Schwerpunkte.

Selbst in Industriegebieten stehen flächige Schadstoffeinträge über den Luftpfad nicht in ursächlichem Zusammenhang mit den vorgefundenen Kontaminationen. Vielmehr ausschlaggebend sind im Stadtkreis neben jüngeren Auffüllungen die zahlreichen Altlasten (Altablagerungen, Altstandorte), die, zeitweilig in Vergessenheit geraten, heute nicht selten einer sensiblen Flächen- bzw. Bodennutzung unterliegen.

6.4 Repräsentanz der Daten im Stadtkreis Stuttgart

Die Untersuchungen in Stuttgart besitzen in ihrer räumlichen Verteilung keine Repräsentanz über die gesamte Fläche des Stadtkreises. Vielmehr stammt die Mehrzahl der in Stuttgart vorhandenen Daten zum Bodenzustand aus gezielten Untersuchungskampagnen, die sich speziell auf Flächen mit Verdacht auf Bodenbelastungen konzentrieren. Gerade in Anbetracht des Umstands, dass die Untersuchungen in Stuttgart überproportional den Bodenzustand auf potentiellen Kontaminations-schwerpunkten beschreiben, ist positiv zu bewerten, dass unter diesen Voraussetzungen nur eine vergleichsweise geringe Anzahl an Flächen stofflich auffällt. Darüberhinaus entsprechen die landwirtschaftlich genutzten Böden sowie die Flächen in den Randbereichen des Stadtkreises in ihrem Zustand denen des ländlichen Raumes.

Die Stuttgarter Befunde belegen sehr deutlich einen direkten Zusammenhang zwischen dem Kontaminationsgrad des Bodens und der örtlichen

Flächengeschichte bzw. der aktuellen Nutzung. Dieses entspricht auch den im weniger dicht besiedelten Raum häufig anzutreffenden Verhältnissen. Die in Stuttgart registrierten Auffälligkeiten sind demnach nicht auf großflächig wirksame Schadstoffeinträge aus der Luft, sondern vielmehr auf lokale anthropogene Veränderungen oder Einwirkungen zurückzuführen.

6.5 Vorsorge

6.5.1 Schutz vor schädlichen Auswirkungen vorhandener Bodenkontaminationen

In Stuttgart liegt seit Ende 1997 ein Konzept zur Kennzeichnung von Bodenverunreinigungen in der Bauleitplanung vor. Dadurch wird gewährleistet, dass vorhandene Bodenbelastungen bereits in frühen Phasen der kommunalen Planung Rechnung getragen wird. Wichtige Voraussetzung hierfür ist die in Stuttgart seit Jahren gezielt im Hinblick auf sensible Bodennutzungen durchgeführte Prüfung von Altlasten- und Schadensfällen. Deren Ergebnisse sind für den Stadtkreis über das EDV-System ISAS (Informationssystem Altlasten Stuttgart) abrufbar. Neben der Bearbeitung einzelner Problemfälle sollen damit in Stuttgart künftig flächendeckend gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse gewährleistet werden.

Aus den Ergebnissen länger zurückliegender Bodenuntersuchungen, können zum jetzigen Zeitpunkt nicht ohne weiteres Maßnahmen abgeleitet werden. Es ist deshalb beabsichtigt, die entsprechenden Flächen nach den heutigen Standards nachzuuntersuchen. Hierfür wird derzeit ein Konzept erarbeitet. Anhand der Befunde aus den erneuten Untersuchungen kann dann der aktuelle flächenspezifische Handlungsbedarf rechtlich und

fachlich gesichert festgelegt werden. Die von dieser Aktion betroffenen Grundstückseigentümer und -nutzer werden vorab informiert werden.

6.5.2 Schutz des Bodens vor künftigen Kontaminationen

Parallel zu den allgemeinen Bestrebungen zur Vermeidung bzw. Verminderung von Schadstoffeinträgen in bzw. über die Luft, durch Pflanzenbehandlung und Düngung, ist es wichtig, die für die festgestellten Anomalien verantwortlichen Schadstoffeinträge gezielt zu unterbinden. Ein besonderes Augenmerk gilt hierbei, insbesondere in Ballungsräumen, den nutzungsbedingten Geländeauffüllungen mit Material unterschiedlicher Qualität und Herkunft (Bodenaushub, Recyclingmaterial usw.). Zum Schutz des Bodens vor Schadstoffbelastungen wurde eigens ein Wiedereinbaukonzept („Merkblatt Wiedereinbau“) entwickelt, das den Einsatz in Frage kommender Materialien und deren stoffliche Mindestanforderungen innerhalb des Stadtkreises regelt und sich seit 1996 in der Praxis bewährt.

Bereits 1988 wurden von der Stadt Stuttgart Empfehlungen zur Behandlung von Böden in Kleingärten herausgegeben. Ziel war es, möglichen nutzungsbedingten Schadstoffeinträgen entgegenzuwirken. In die geplanten Nachuntersuchungen werden darüber hinaus neue fachliche Erkenntnisse, insbesondere zum Transfer von Schadstoffen aus dem Boden in Pflanzen, einbezogen.

7 ABKÜRZUNGEN

50.P	50. Perzentil (Median)	PCB 180	2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl
90.P	90. Perzentil	PCDD	Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine
AbfKlärV	Klärschlammverordnung	PCDD/F	Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane
As	Arsen	PCDF	Polychlorierte Dibenzofurane
BaP	Benzol[<i>a</i>]pyren	pH(CaCl ₂)	Boden-pH in CaCl ₂ -Lösung
Be	Beryllium	Pt	Platin
BMU	Bundes-Umweltministerium	Pu	Plutonium
BodSchG	Bodenschutzgesetz Baden-Württemberg	Sb	Antimon
Bq	Becquerel	SchAlVo	Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung
Cd	Cadmium	SM	Sozialministerium
Cr	Chrom	SO ₂	Schwefeldioxid
Cs	Cäsium	ges	Gesamtgehalt eines Elementes im Boden (Königswasseraufschluss)
Cu	Kupfer	T1...T6	Tongehaltsgruppen nach 3.VwV (mit der Fingerprobe zu ermitteln)
DDT	1,1,1-Trichlor-2.2-bis-(4-chlorphenyl)-ethan	T1	0-8 % Ton
EPA	US-Amerikanische Umweltbehörde	T2	>8 - 17 % Ton
FVA	Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt	T3	>17 - 27 % Ton
HCB	Hexachlorbenzol	T4	>27 - 45 % Ton
HCH	Hexachlorcyclohexan	T5	>45 - 65 % Ton
Hg	Quecksilber	T6	>65 % Ton
I-TEq	Internationale Toxizitätsäquivalente nach NATO/CCMS	TCDD	2,3,7,8-Tetrachlordibenzodioxin
KfK	Kernforschungszentrum	Tl	Thallium
LABfG	Landesabfallgesetz	TrinkwV	Trinkwasserverordnung
LfU	Landesanstalt für Umweltschutz	UVM	Umwelt- und Verkehrsministerium
LUFA	Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt	V	Vanadium
mob	mobiler Anteil eines Elementes im Boden (Ammoniumnitrat-Extraktion)	VwV	Verwaltungsvorschrift (zum BodSchG)
mg/kg	10 ⁻⁶	WBA	Amt für Wasserw. und Bodenschutz
n	Anzahl	Zn	Zink
ng/kg	10 ⁻¹²	µg/kg	10 ⁻⁹
Ni	Nickel		
NO ₃	Nitrat		
NO _x	Stickstoffoxide		
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe		
PAK ₁₆	Summe 16 PAK nach EPA		
Pb	Blei		
PCB	Polychlorierte Biphenyle		
PCB ₆	Summe folgender 6 PCB:		
PCB 28	2,4,4'-Trichlorbiphenyl		
PCB 52	2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl		
PCB 101	2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl		
PCB 138	2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl		
PCB 153	2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl		

8 LITERATURVERZEICHNIS

- BLUME H.-P. (Hrsg.) (1992): Handbuch des Bodenschutzes - Bodenökologie und -belastung
Vorbeugende und abwehrende Schutzmaßnahmen.- Ecomed-Verlag, 2. Auflage: 794 S.; Landsberg.
- BMU [BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT] (1998): Ressortabgestimmte, fachliche Inhalte einer Verordnung zur Durchführung des Bundesbodenschutzgesetzes (Bodenschutz und Altlastenverordnung, BodSchV).- Bonn.
- HOLLAND K. (1995): Die Böden Stuttgarts - Erläuterungen zur Bodenkarte 1 : 20.000.- Landeshauptstadt Stuttgart, Schriftenreihe des Amtes für Umweltschutz, Heft 3/1995: 240 S.; Stuttgart.
- HUMMLER M & P. KRAUß (1993): Untersuchung von Böden aus dem Großraum Stuttgart auf ausgewählte organische Schadstoffe. Analysen im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz. 64 S., Tübingen.
- JARONI & TRENCK (1996): Prüfwerte zum Schutz von Menschen auf kontaminierten Böden - fachliche Begründung der Ableitung der Prüfwerte Baden-Württemberg.- In: Rosenkranz, Bachmann, Einsele & Harreß [Hrsg.], Bodenschutz.- E.Schmidt Verlag, Ergänzbare Handbuch; Kennziffer 3560: 36 S.; Berlin.
- LITZ N. (1992): Kontamination von Böden - Organische Verbindungen.- In: Blume (Ed.), : 353-399; Kiel.
- LUGIBIHL A. (1992): Studie zur Bodenbelastung der Stadt Stuttgart.- Studie im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg und der Stadt Stuttgart, [unveröffentlicht]: 110 S. + Anhang; Stuttgart.
- LUFA [Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt Augustenberg] (1997): Auszug aus dem Schwermetallkataster und dem Nitratkataster der LUFA vom 25.7.1997.- Karlsruhe.
- GEYER O.F. & GWINNER M.P. (1986): Geologie von Baden-Württemberg.- E.Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, : 471; Stuttgart.
- GLA [GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG HRSG.] (1959): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Stuttgart und Umgebung 1 : 50.000.- Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, : 184 S.; Stuttgart.
- PRÜEB A. (1994): Einstufung mobiler Spurenelemente in Böden.- In: Rosenkranz, Bachmann, Einsele & Harreß [Hrsg.], Bodenschutz.- E.Schmidt Verlag, Ergänzbare Handbuch; Kennziffer 3600: 59 S.; Berlin.
- SCHACHTSCHABEL P., BLUME H.-P., BRÜMMER G., HARTGE K.-H., SCHWERTMANN U., FISCHER W.R., RENGER M. & O. STREBEL (1992): Lehrbuch der Bodenkunde.- Ferdinand Enke Verlag, 13. Auflage: 491 S.; Stuttgart.
- UM [Umweltministerium Baden-Württemberg Hrsg.] (1991): Luftreinhalteplan Großraum Stuttgart 1991, Teil 1 - Emissionen, Immissionen, Wirkungen.- Umweltschutz in Baden-Württemberg, UM-20-91: 225 S.; Stuttgart.
- UM [Umweltministerium Baden-Württemberg Hrsg.] (1993a): Zweite Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums zum Bodenschutzgesetz über die Probennahme und -aufbereitung (VwV

- Bodenproben).- Gemeinsames Amtsblatt des Landes Baden-Württemberg (GABL), Heft 30: 1017-1028; Stuttgart.
- UM [Umweltministerium Baden-Württemberg Hrsg.] (1993b): Dritte Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums zum Bodenschutzgesetz über die Ermittlung und Einstufung von Gehalten anorganischer Schadstoffe im Boden (VwV Anorganische Schadstoffe).- Gemeinsames Amtsblatt des Landes Baden-Württemberg (GABL), Heft 30: 1029-1036; Stuttgart.
- UM [Umweltministerium Baden-Württemberg Hrsg.] (1994): Leitfaden zum Schutz der Böden beim Auftrag von kultivierbarem Bodenaushub.- Luft, Boden, Abfall, Heft 28: 29 S.; Stuttgart.
- UM [Umweltministerium Baden-Württemberg Hrsg.] (1995a): Bodenzustandsbericht Karlsruhe.- Reihe Umweltschutz in Baden-Württemberg, Heft UM-14-95: 68 S., Stuttgart.
- UM [Umweltministerium Baden-Württemberg Hrsg.] (1995b): Bodenzustandsbericht Pforzheim.- Reihe Umweltschutz in Baden-Württemberg, Heft UM-15-95: 61 S., Stuttgart.
- UM [Umweltministerium Baden-Württemberg Hrsg.] (1995c): Bodenzustandsbericht Kehl.- Reihe Umweltschutz in Baden-Württemberg, Heft UM-16-95: 59 S., Stuttgart.
- UM [Umweltministerium Baden-Württemberg Hrsg.] (1995d): Luftreinhalteplan Großraum Stuttgart 1995.- Umweltschutz in Baden-Württemberg, UM-8-95: 199 S; Stuttgart.
- UM [Umweltministerium Baden-Württemberg Hrsg.] (1996): Vierte Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums zum Bodenschutzgesetz über die Ermittlung und Einstufung von Gehalten organischer Schadstoffe im Boden (VwV Organische Schadstoffe).- Gemeinsames Amtsblatt des Landes Baden-Württemberg (GABL) vom 14. Februar 1996, Nr. 2: 87-94; Stuttgart.
- UVM [Ministerium Für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg Hrsg.] (1997): Immissions- und Wirkungsuntersuchungen Großraum Stuttgart 1996.- Luftreinhalteplan, UMEG Bericht Nr 31-14/96: 175 + 66 S.; Stuttgart.
- UVM [Umwelt- und Verkehrsministerium Baden-Württemberg Hrsg.] (1998a): Bodenzustandsbericht Großraum Mannheim/Heidelberg.- 109 S., Stuttgart.
- UVM [Ministerium Für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg Hrsg.] (1998b): Luftschadstoffemissionskataster Großraum Stuttgart 1996.- Luftreinhalteplan, UMEG Bericht Nr 12-1/98: 63 S.; Stuttgart.
- VEIT-MEYA R. (1990): Geogene und anthropogene Schwermetallgehalte der Böden im Mittleren Neckarraum.- Studie im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz, unveröffentlicht.