

Dioxinfall Crailsheim - Maulach



Dioxinfall Crailsheim - Maulach



Herausgegeben von der
Landesanstalt für Umweltschutz
Baden-Württemberg
1. Auflage

Karlsruhe 2001

IMPRESSUM

Herausgeber	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg 76185 Karlsruhe - Postfach 210752, http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de
ISSN	0949 – 0256 (Bd. 10, 2001)
Bearbeitung	Regierungspräsidium Stuttgart Abteilung Umweltschutz und Wasserwirtschaft Referat 52 Dipl.-Ing. agr. Margit Sennert-Götz
Bildnachweis	Regierungspräsidium Stuttgart Amann Infotec Consult AG, Crailsheim
Druck	Hausdruck bei der Landesanstalt für Umweltschutz
Umwelthinweis	gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier
Bezug über	Verlagsauslieferung der LfU bei JVA Mannheim Druckerei, Herzogenriedstr. 111, 68169 Mannheim Telefax 0621/398-370

Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit Zustimmung des Herausgebers unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

ZUSAMMENFASSUNG	5
STRUKTUR DER DIOXINE	8
BÖDEN IN CRAILSHEIM-MAULACH	9
BODENUNTERSUCHUNGEN IN CRAILSHEIM-MAULACH	10
VERSUCHE AUF DEN LANDWIRTSCHAFTLICH GENUTZTEN FLÄCHEN IN CRAILSHEIM-MAULACH	10
Meliorations- u. Erntetechnikversuche	10
Meliorationsversuche	11
Erntetechnische Versuche	11
Nachuntersuchungen	12
TRANSFER VON DIOXINEN AUS UNTERSCHIEDLICH STARK DIOXINBELASTETEN BÖDEN IN NAHRUNGS- UND FUTTERPFLANZEN	13
MAßNAHMEN, KONSEQUENZEN UND SANIERUNG	16
Maßnahmen gemäß ehemaliger 4. VwV zum BodSchG (VwV Organische Schadstoffe)	16
Konsequenzen für Maulach.....	17
Ausnahmeregelung für Maulacher-Flächen über 40 bis 100 ng I-TEq/kg TS.....	18
Aufkauf der über 100 ng I-TEq/kg TS belasteten Flurstücke	19
Sanierung Flurstück Nr. 360, ehemaliges Versuchsgelände der Uni Hohenheim....	20
Reinigung, Abbau und Übernahme des Laborcontainers sowie Rückbau von Leitungen.....	20
Sanierungsmaßnahmen auf dem Flurstück Nr. 360	20
Durchführung der Sanierungsmaßnahme	23
KOSTEN FÜR DIE IN CRAILSHEIM-MAULACH DURCHGEFÜHRTEN MAßNAHMEN	25
Kosten für die Sanierung des Betriebsgeländes und die Einrichtung einer Monodeponie	25
Kosten für Aufwand im Bodenschutz	25
HISTORISCHE ENTWICKLUNG DES DIOXINFALLES MAULACH	26

Anhang

- Anhang 1: Karten zum Stand der Sanierung – Flst Nr. 360**
Karten zum Stand der Sanierung - Betriebsgrundstück
- Anhang 2: Dioxin Untersuchungsergebnisse Crailsheim-Maulach**
- Anhang 3: Dioxinbelastungsgebiet Crailsheim Maulach; Bodenkarte 1:2500**
- Anhang 4: Dioxingehalte von Böden in Crailsheim-Maulach kleiner 5 ng I – TEq/kg TS,**
(Tabelle 1)
Dioxingehalte von Böden in Crailsheim-Maulach 5 - 40 ng I – TEq/kg TS,
(Tabelle 2)
Dioxingehalte von Böden in Crailsheim-Maulach 40 – 100 ng I – TEq/kg TS,
(Tabelle 3)
Dioxingehalte von Böden in Crailsheim-Maulach 100 – 1000 ng I – TEq/kg TS,
(Tabelle 4)
Dioxingehalte von Böden in Crailsheim-Maulach 1.000 – 10.000 ng I – TEq/kg TS,
(Tabelle 5)
Dioxingehalte von Böden in Crailsheim-Maulach größer 10.000 ng I – TEq/kg TS,
(Tabelle 6)
Schwermetalluntersuchungsergebnisse (Bodenproben Maulach, Probeneingang
09.06.89; RP Stg Ref. 34),
(Tabelle 7)
PCB- Untersuchungsergebnisse (berechnet als Clophen A 60) 1989,
Crailsheim-Maulach
(Tabelle 8)
- Anhang 5: [Bild 1] Bodenzustandskataster Baden – Württemberg, Dioxingehalte in Böden vor**
der Sanierung in Crailsheim - Maulach
[Bild 2] Bodenzustandskataster Baden – Württemberg, Dioxingehalte in Böden
nach der Sanierung in Crailsheim - Maulach
- Anhang 6: Übersicht über Lage und PCDD/PCDF-Belastung des Versuchsfeldes**
Crailsheim Maulach
- Anhang 7: [1] Lage der Feld-, Gefäß- und Bioindikationsversuche auf dem Versuchsfeld**
Maulach
[2] Tabelle 4: PCDD/PCDF – Konzentrationen (ng I – TEq/kg Boden) der Böden des
Feldversuchs
- Anhang 8: Vorschlag der Länder-Arbeitsgruppe Dioxin-Belastungen der Nahrungsmittel der**
AMK [Agrarministerkonferenz in Otzenhausen vom 17./18. März 1994]
- Anhang 9: Flurstücksliste, Gemarkung: 080494 Roßfeld, Gemeinde Crailsheim, Schwäbisch**
Hall, Staatliches Vermögens- und Hochbauamt Heilbronn, 20.11.1997
- Anhang 10: [Bild 1] Bodenzustandskataster Baden-Württemberg; Erwerb der über**
100 ng I – TE/kg TS belasteter Flächen in Crailsheim Maulach durch das
Land Baden-Württemberg (1977)
[Bild 2] Bodenzustandskataster Baden-Württemberg – Dioxinbelastungszonen –
Dioxingehalte in Böden nach der Sanierung (Betriebsgelände, Flurstück Nr. 360) in
Crailsheim - Maulach
- Anhang 11: Crailsheim – Maulach; Versuchsgelände der Uni Hohenheim, Maßstab ca. 1: 450**
- Anhang 12: Sanierung von Flurstück Nr. 360 in Crailsheim-Maulach Baustelleneinrichtung**
- Anhang 13: Sanierung von Flurstück Nr. 360 in Crailsheim – Maulach Probenahmestellen zur**
Abgrenzung der Sanierungsfläche nach Süden
- Anhang 14: Sanierung von Flurstück Nr. 360 in Crailsheim – Maulach, Lageplan**
Sanierungsgelände

Dioxinfall Crailsheim Maulach

Zusammenfassung

In Crailsheim-Maulach verursachte eine metallverarbeitende Firma durch ihre Kabelverschmelzungsanlage zur Kupferrückgewinnung eine hohe Dioxinbelastung des Betriebsgeländes und der umliegenden Flächen. In einer Gemeinschaftsaktion des Landes Baden-Württemberg, der Stadt Crailsheim und des Landkreises Schwäbisch Hall wurde im Jahre 1991 das mit Höchstwerten von 30.000 ng I-TEq/kg TS kontaminierte Betriebsgelände sowie der nördliche Teil des angrenzenden Grundstücks saniert.



Ein öffentlich-rechtlicher Vertrag zwischen dem Land und dem Grundstückseigentümer regelte die Kostenfrage und übertrug die Sanierung auf die Behörden.

Das mit Dioxinen und Schwermetallen belastete Bodenmaterial wurde auf die eigens hierfür eingerichtete Monodeponie im nahe gelegenen Burgbergwald verbracht.

Die ehemalige Firma verkaufte im Jahre 1986 das Gebäude samt Grundstück an eine andere Firma, die seither einen Schrott- und Altmaterialienhandel darauf betreibt.

Auf den angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzflächen wurden nach der Sanierung des Betriebsgeländes wissenschaftliche Versuche durchgeführt, die z.T. mit als Grundlagen für

die Erarbeitung von Bodenrichtwerten und Handlungsempfehlungen des Landes/ Bundes dienen.

Um das Betriebsgelände herum und im Ortskern von Maulach wurden rastermäßig Bodenuntersuchungen durchgeführt, an einzelnen Standorten Tiefenprofile angelegt. Die landwirtschaftlichen Flächen konnten so in unterschiedliche Belastungsbereiche eingeteilt werden.

Für Flächen, die über 40 ng I-TEq/kg TS belastet waren und nicht landwirtschaftlich genutzt wurden, zahlte das Land Baden-Württemberg von 1989 bis 1996 an die betroffenen Landwirte eine freiwillige Nutzungsausfallentschädigung von 1.400 DM/ha/a.

Um weitere Erkenntnisse über die zukünftige Nutzbarkeit dieser Flächen zu gewinnen, wurden auf den belasteten Flächen unterschiedliche **Versuche** durchgeführt:

- **Meliorations- und Erntetechnikversuche**
 - Weder das Pflügen noch eine Überdeckung (20 bzw. 35 cm) belasteter Flächen führte zu dauerhaft niedrigen Dioxingehalten im Boden.
 - Bei praxisüblicher Heuwerbung kommt es zu keiner Erhöhung der Dioxingehalte der Pflanzen. Der vom BGA (Bundesgesundheitsamt) empfohlene Wert von 1 ng I-TEq/kg TS im Heu ist bei einer Nutzung der Flächen bis 100 ng I-TEq/kg TS einhaltbar.
- **Transferversuche zur Verlagerung von Dioxin aus stark belasteten Böden in Nahrungs- und Futterpflanzen**

Die umfangreichen Gefäß- und Feldversuche der Uni Hohenheim (1990 bis 1994) wurden als Feldversuche mit unterschiedlich stark belasteten Böden (2 bis 12.800 ng I-TEq/kg TS), mit unterschiedlichen Pflanzen (Kartoffeln, Möhren, Salat, Zucchini, Getreide, Futterpflanzen etc.) und als Gefäßversuche mit Böden aus Maulach, Eppingen und Rastatt durchgeführt. Folgende Ergebnisse wurden festgestellt:

 - eine Kontamination oberirdischer Pflanzenteile erfolgt durch dioxinhaltige Stäube aus der Luft,
 - ein Transfer von Dioxinen vom Boden in die Pflanze spielt nur bei im Boden wachsenden Speicherorganen wie Möhrenwurzeln und Kartoffelknollen eine Rolle (Einwachsen in die Schale),
 - lediglich Zucchini und Kürbis nehmen Dioxine über die Wurzeln messbar auf,
 - unabhängig von der Bodenbelastung ist der atmogene Eintrag sowie die Verschmutzung ein wichtiger Kontaminationspfad,
 - ab Dioxingehalten über 6000 ng I-TEq/kg TS steigt der Dioxingehalt in den meisten Pflanzenarten merklich an.

Maßnahmen

Die Umsetzung der Untersuchungsergebnisse nach dem Dioxinerlass des UVM vom 21.01.1992 und nach der 4. VwV zum BodSchG (1995) hatten für die landwirtschaftlichen Flächen in Maulach folgende Konsequenzen:

- Eine Heu- und Silagegewinnung auf Flächen von 40 bis 100 ng I-TEq/kg TS ist bei spezieller Beratung der Landwirte durch das zuständige Amt für Landwirtschaft,

Landschafts- und Bodenkultur über eine verschmutzungsarme Erntetechnik zulässig. Davon betroffen sind ca. 14 ha landwirtschaftliche Nutzfläche.

- Die Flächen über 100 ng I-TEq/kg TS dürfen nicht mehr für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion herangezogen werden.
- Eine Sanierung der belasteten landwirtschaftlichen Flächen kommt aus fachlichen und wirtschaftlichen Gründen nicht in Betracht.
- Das Land Baden-Württemberg erwarb 1997 die über 100 ng I-TEq/kg TS belasteten Flächen (15,5 ha). Die Kosten wurden zu 50 % auf das Land und zu je 25 % auf den Landkreis Schwäbisch Hall und auf die Stadt Crailsheim aufgeteilt.
- Das ehemalige Versuchsgelände der Universität Hohenheim wurde in den Jahren 1998 und 1999 saniert. Die Versuchsgegenstände wurden entfernt und der belastete Boden bis auf 6000 ng I-TEq/kg TS abgetragen. Anschließend wurde das Gelände rekultiviert.



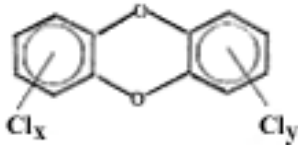
Bild: Ehemaliges Versuchsgelände der Universität Hohenheim während der Sanierung

Kosten

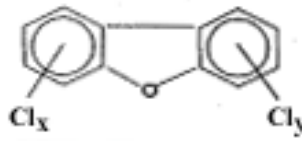
Die Kosten für die Sanierung des Betriebsgeländes, des ehemaligen Versuchsgeländes der Uni Hohenheim, die Einrichtung einer Monodeponie und die Aufwendungen im Bereich des Bodenschutzes (wissenschaftliche Versuche, Ausgleichsleistungen etc.) belaufen sich auf knapp 10 Millionen DM. 50 % der Kosten für Entschädigungen und Sanierungsmaßnahmen wurden über den Landeshaushalt abgedeckt. Die restlichen 50 % teilten sich der Landkreis Schwäbisch Hall und die Stadt Crailsheim.

Im Folgenden sind Einzelbeiträge zusammengestellt, die für die Sanierung des Dioxinfalles Maulach bedeutsam waren.

Struktur der "Dioxine"



polychlorierte
Dibenzo-p-Dioxine



polychlorierte
Dibenzofurane

Anzahl der Chloratome	Dioxin Isomere	Furan Isomere
1	2	4
2	10	16
3	14	28
4	22	38
5	14	28
6	10	16
7	2	4
8	1	1
Kongenere	75	135

Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane umfassen insgesamt 210 verschiedene Verbindungen, die jeweils ein unterschiedliches Gefährdungspotential haben. Bei der Auswertung der Messergebnisse werden die unterschiedlichen Dioxin- und Furanverbindungen mit Hilfe sog. Toxizitätsäquivalente (I-TEq) gewichtet. Das Ermittlungsverfahren beruht auf einem international anerkannten Bewertungsmodus, der sich an dem 2,3,7,8- Tetrachlordibenzodioxin, dem sog. "Seveso-Dioxin", als giftigste Verbindung orientiert.

Dioxine und Furane entstehen ausschließlich als unerwünschte Nebenprodukte. Sie können überall dort entstehen, wo organische Verbindungen in Gegenwart von Chlor (z.B. PVC) bei Temperaturen zwischen 250° und 500° C verbrannt werden.

Dioxine sind so gut wie nicht abbaubar und reichern sich in der Umwelt an.

Böden in Crailsheim-Maulach

Das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (LGRB) in Freiburg hat im Jahre 1989 die Böden in Maulach mittels Bohrstocksondierungen bis in 1 m Tiefe kartiert. Nach dem Gutachten des LGRB vom 25.07.1989 werden die Böden wie folgt beschrieben:

Das Untersuchungsgebiet liegt etwa 5 km westlich von Crailsheim im Gipskeuperhügelland auf einer Meereshöhe zwischen ca. 427 und 440 m. Für Crailsheim wird ein mittlerer Jahresniederschlag von 820 mm bei einer Jahresdurchschnittstemperatur von 8,0° C angegeben (1931-1960).

Der Kern des Gebietes wird von den Talauen der Maulach und eines von Norden zufließenden Seitenbachs eingenommen. Im Randbereich steigt das Gebiet bei Hangneigungen von meist unter 10 % zur Hügellandschaft des Gipskeupers an.

Die Flächen des Gebietes werden überwiegend als Grünland genutzt und zwar ausschließlich als Mähwiese. Viehweiden gibt es nicht. Ackerflächen beschränken sich auf die höheren Lagen im Randbereich.

Die Böden sind aus Verwitterungs- und Umlagerungsbildungen der tonigen Gipskeupersteine entstanden. Ein Lößeinfluss fehlt vollständig; es liegt eine reine "Tonlandschaft" vor. Die vorherrschenden Bodentypen sind

1. in höheren Lagen: Pararendzina-Pelosol
Dies sind bröckelige, kalkhaltige Tonböden. Die Krume ist flach. Die Böden sind ausreichend wasserdurchlässig und daher als Acker nutzbar.
2. Hangfußlagen: Pseudogley-Pelosol
Dies sind plastische Tonböden mit einem extrem tonreichen Unterboden, die durch einen starken Wechsel zwischen Austrocknung und Vernässung gekennzeichnet sind. Sie sind ackerbaulich kaum nutzbar und sind natürliche Grünlandstandorte, die jedoch in längeren Trockenperioden unter Wassermangel leiden.
3. Tallagen: Pelosol-Gley und Pelosol-Nassgley
Die Böden der Talauen sind ebenfalls extrem tonreich und stehen zusätzlich unter Grundwassereinfluss. Die Wasserdurchlässigkeit ist äußerst gering, die Vernässungsgefahr ist gegenüber den Pseudogley-Pelosolen noch deutlich höher.

Die Pelosol-Gleye beziehen sich überwiegend auf Flächen, die eine Dioxinbelastung über 100 ng I-TEq/kg TS aufweisen.

Auf der Bodenkarte (Anhang 3) im Maßstab 1 : 2500 des LGRB Freiburg (Gutachten Nr. 1210-01/89-4765 vom 25.7.89) werden die Bodeneinheiten auf den am stärksten belasteten Flächen dargestellt.

Bodenuntersuchungen in Crailsheim-Maulach

Auf der Grundlage rastermäßiger Bodenuntersuchungen aus den Jahren 1985 bis 1990 konnten die Flächen um das Betriebsgelände und um Maulach in verschiedene Dioxin-/Furan-Belastungsbereiche eingeteilt werden:

Die Untersuchungen ergaben

510,0	ha	zwischen	5	-	40	ng	I-TEq/kg TS	(90 Bodenproben)
17,0	ha	zwischen	40	-	100	ng	I-TEq/kg TS	(22 Bodenproben)
12,0	ha	zwischen	100	-	1000	ng	I-TEq/kg TS	(37 Bodenproben)
1,4	ha	über			1000	ng	I-TEq/kg TS	(27 Bodenproben)

Die Tabellen (1 bis 8) im Anhang 4 enthalten alle Standorte mit den entsprechenden Untersuchungsergebnissen vor der Sanierung des Betriebsgeländes und des ehemaligen Versuchsgeländes der Universität Hohenheim. Insgesamt liegen 193 Dioxinuntersuchungsergebnisse (Boden) vor. Untersucht wurden in erster Linie die Schadstoffe Dioxine und Furane, in zweiter Linie Schwermetalle (18 Standorte) und an einigen wenigen Standorten der Schadstoff PCB (8 Standorte). Vor allem im Nahbereich der ehemaligen Kabelverschmelungsanlage gab es Blei- und Kupfergrenzwertüberschreitungen. Der höchste Pb-Wert betrug 885 mg Pb/kg (damaliger Grenzwert 100 mg/kg), der höchste Kupferwert 2070 mg Kupfer/kg TS (damaliger Grenzwert 100 mg/kg). Die Dioxingehalte in der Tabelle über 10.000 ng I-TEq/kg TS existieren nicht mehr, da diese Flächen 1998/99 saniert wurden.

Anhang 5 (Karte "Bodenzustandskataster Baden-Württemberg, Dioxingehalt in Böden vor der Sanierung in Crailsheim-Maulach) zeigt mit verschiedenfarbigen Symbolen die Standorte mit den entsprechenden Dioxin- und Furanbelastungen.

Generell gilt, dass in den obersten 10 Zentimetern die höchsten Belastungen zu finden waren. Zwar fanden sich in den tieferen Bodenschichten noch z.T. höhere Dioxinkonzentrationen wieder, was jedoch auf Trockenrissbildungen zurückzuführen war.

Versuche auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen in Crailsheim-Maulach

Meliorations- und Erntetechnikversuche

Das Regierungspräsidium Stuttgart hat in den Jahren von 1990 bis 1994 auf den dioxinbelasteten landwirtschaftlichen Flächen in Maulach durch das ehemalige Amt für Wasserwirtschaft und Bodenschutz Ellwangen verschiedene Versuche - Meliorationsversuche und Versuche zur Gewinnung gering belasteten Futters - durchführen lassen, um weitere Erkenntnisse über die zukünftige Nutzbarkeit dieser Flächen zu gewinnen. Insbesondere sollte versucht werden, die im Dioxinerlass des Umweltministeriums vom 21.01.92 zur Minimierung des Dioxintransfers in die Nahrungskette geforderten "geeigneten Erntetechniken" für die dortigen Verhältnisse zu konkretisieren.

Alle Boden- und Pflanzenanalysen auf PCDD/PCDF wurden von ein - und demselben, qualifizierten Analyse-Institut (vgl. auch S. 12) durchgeführt. Die Untersuchungskosten übernahm das Land Baden-Württemberg.

Meliorationsversuche

Umbruchversuch (Pflügen)

Auf unterschiedlich stark dioxinbelasteten Flächen (17 - 106 ng I-TEq/kg TS und ca. 150 - 250 ng I-TEq/kg TS) wurde 15 cm tief gepflügt und eine Grassaatmischung eingesät, anschließend wurden die Flächen beprobt. Die Untersuchungsergebnisse (14, 21, 100, 152, 162, 175 ng I-TEq/kg TS) zeigten, dass das Pflügen keine geeignete Abhilfemaßnahme für die Flächen in Maulach darstellt. Folgende ungünstige Voraussetzungen trugen hierzu bei: die gleichmäßige Dioxinverteilung im Boden zur Tiefe hin hat u.E. verhindert, dass unbelasteter Boden mit dem Pflug an die Oberfläche heraufgearbeitet werden konnte. Tieferes Pflügen war nicht möglich, da der Pflug aufgrund des schweren Bodens nicht tiefer einzog und sich in diesem Fall auch die Wendung des Bodens verschlechtert hätte.

Überdeckungsversuch

Verschieden hoch belastete Flächen wurden mit ca. 20 cm bzw. 35 cm mächtigem unbelastetem Oberbodenmaterial aus Ilshofen überdeckt. Eine Beprobung nach 1 Jahr bzw. 2 Jahren ergab Dioxingehalte von 3,2 ng I-TEq/kg TS bzw. 3267 ng I-TEq/kg TS (Maulwurfhaufen).

Das Überdecken und Austauschen des belasteten Bodens führte zu einem - zumindest kurzfristig - geringeren Dioxingehalt des Bodens. Es ist jedoch zu befürchten, dass durch die Eigendynamik des Bodens (Quellen und Schrumpfen infolge hoher Tongehalte) und durch bodenwühlende Tiere (Maulwürfe, Regenwürmer) belasteter Boden, der überdeckt oder untergepflügt wurde, wieder nach oben gearbeitet wird.

Erntetechnische Versuche

Ziel dieser Untersuchungen war es, zu prüfen,

- ob auf belasteten Flächen höhere Dioxingehalte im Futter (Gras, Öhmd) zu finden sind, wie möglicherweise diese höheren Dioxingehalte mit der Verschmutzung des Futters zusammenhängen und
- ob sie durch geeignete Erntetechniken verringert werden können.

Ergebnisse der Erntetechnikversuche

- Die Schnitthöhe hat keinen Einfluss auf den Dioxingehalt im Gras:
Bei einer Schnitthöhe von 4 cm (übliche Schnitthöhe) wurde auf einer hoch belasteten Fläche (3380 ng I-TEq/kg) ein Dioxingehalt im Gras von 0,24 ng I-TEq/kg TS gemessen.
- Der Schnittzeitpunkt wirkt sich auf den Dioxingehalt der Pflanzen aus:
Der Dioxingehalt des 1. Aufwuchses war um den Faktor 2,5 größer als derjenige

des 2. Aufwuchses. Dies kann auf die längere Aufwuchs- und Expositionszeit zurückgeführt werden.

- Die betriebsübliche Futterwerbung (praxisübliche maschinelle Heuwerbung) führt nicht zu einer Erhöhung des Dioxingehaltes in den Pflanzen. Unter sehr ungünstigen Bedingungen gemähter Aufwuchs (überständiger, nach Regen gemähter Aufwuchs) zeigte jedoch hohe Dioxingehalte (42 ng I-TEq/kg TS, Dioxingehalte im Boden zwischen 600 und 10.000 ng I-TEq/kg TS).

Mit den in Maulach unternommenen Erntetechnikversuchen sollte als Ergänzung zu den Versuchen der Universität Hohenheim vor allem geprüft werden, inwieweit auch von den dortigen höher mit Dioxinen kontaminierten Böden durch geeignete Erntetechnik unbelastetes Futter gewonnen werden kann. Die gewonnenen Erkenntnisse können insofern auch nur für Böden wie in Maulach gelten.

Nachuntersuchungen

Auf Vorschlag von Dr. A. Hülster, ehemals Universität Hohenheim, wurden im Jahr 1995 in Absprache mit dem UVM (Umwelt- und Verkehrsministerium) einige Nachuntersuchungen mit niedrigeren Nachweisgrenzen und modifizierter Berechnung der TE durchgeführt. Dabei wurden auf unterschiedlich mit Dioxinen belasteten Flächen je 5 Heu- und Bodenproben durch das ehemalige Amt für Wasserwirtschaft und Bodenschutz Ellwangen gemäß der VwV Bodenproben entnommen und parallel an die Uni Tübingen und die CLUA (Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt) Freiburg zur Untersuchung versandt.

Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen bestätigten im wesentlichen die bisher für die jeweiligen Entnahmeflächen bekannten Größenordnungen. Es traten jedoch analytisch bedingte Unterschiede zwischen den untersuchenden Labors mit dem Faktor 2 auf.

Die Ergebnisse der Heuuntersuchungen ergaben in 9 von 10 Fällen z.T. sehr deutliche Überschreitungen des vom Bundesgesundheitsamt empfohlenen Richtwertes von 1 ng I-TEq/kg TS. Die meisten Proben kamen allerdings aus Bereichen mit deutlich höheren Bodenkontaminationen als 100 ng I-TEq/kg TS. Auch bei den Heuproben war eine Streuung der Werte um den Faktor 2 zu beobachten.

Bewertung der Nachuntersuchungen

Anhand mathematisch-statistischer Methoden wurde ein Boden - Dioxingehalt von 90 ng I-TEq/kg TS errechnet, ab welchem unter den vorliegenden Bedingungen eine Überschreitung des BGA (Bundesgesundheitsamt) - Richtwertes von 1 ng I-TEq/kg TS im Heu auftrat. Bei Nichtberücksichtigung der kaum relevanten Werte aus dem landwirtschaftlich nicht genutzten, hochkontaminierten Flurstück Nr. 360 wurde im Mittel bei 211 ng I-TEq/kg der BGA-Wert von 1 ng I-TEq/kg überschritten. Da eine Aufnahme von Dioxinen in die Pflanze bei diesen Boden - Dioxinkonzentrationen in nennenswertem Umfang nicht stattfand (Dissertation von Hülster) war die Verschmutzung des Heus mit kontaminierten Boden - hier zwischen 0,5 % bis knapp über 1 % - für dessen Dioxingehalte verantwortlich.

Grundsätzlich war gemäß ehemaliger VwV Organische Schadstoffe vom 10.12.1995 eine Futternutzung ab Bodengehalten von 40 ng I-TEq/kg Boden einzustellen. Aufgrund vorliegender Ergebnisse konnte jedoch der BGA-Empfehlungswert von 1 ng I-TEq/kg im Heu und in der Silage bei einer Nutzung der Flächen bis 100 ng I-TEq/kg eingehalten werden. Eine Futternutzung der Flächen mit Dioxinbelastungen zwischen 40 und 100 ng I-TEq/kg Boden konnte deshalb unter den vorliegenden Verhältnissen und unter intensiver Beratung durch das Amt für Landwirtschaft, Landschafts- und Bodenkultur bezüglich verschmutzungs- armer Erntetechnik als vertretbar angesehen werden.

Transfer von Dioxinen aus unterschiedlich stark dioxinbelasteten Böden in Nahrungs- und Futterpflanzen

Die Universität Hohenheim, Institut Pflanzenernährung hat in den Jahren 1990 bis 1994 auf dem Flurstück Nr. 360 in unmittelbarer Nähe zur Kabelverschmelungsanlage der ehemals metallverarbeitenden Firma Untersuchungen über den Transfer von PCDD/PCDF aus "Dioxin"- belasteten Böden in Nahrungs- und Futterpflanzen durchgeführt. Die exakte Versuchsdurchführung und die Untersuchungsergebnisse wurden in der Dissertation von Dr. A. Hülster mit dem Titel "Transfer von polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen und Dibenzofuranen (PCDD/PCDF) aus unterschiedlich stark belasteten Böden in Nahrungs- und Futterpflanzen", Verlag Ulrich E. Grauer, Stuttgart, 1994, zusammengefasst.

In umfangreichen Feld- und Gefäßversuchen sollten folgende Fragen beantwortet werden:

- In welchem Umfang erfolgt ein PCDD/PCDF-Transfer aus verschiedenen, unterschiedlich stark dioxinbelasteten Böden in Nahrungs- und Futterpflanzen?
- Unterscheiden sich die Pflanzen in ihrer Dioxinaufnahme?
- Welche Rolle spielen Bodenbelastung und Bodeneigenschaften (insbesondere der Gehalt an organischer Substanz)?
- Wie ist der Einfluss der Aufbereitung der pflanzlichen Nahrungsmittel zum Verzehr hinsichtlich der PCDD/PCDF-Gehalte zu beurteilen ?
- Welche Maßnahmen sind geeignet, den Transfer Boden - Pflanze (-Tier) zu vermindern?

Die Versuche wurden als Feldversuche mit unterschiedlich stark belasteten Bodenflächen (2 bis 12.800 ng I-TEq/kg Boden), mit unterschiedlichen Pflanzen (Kartoffeln, Möhren, Kopfsalat, Erbsen, Zucchini, Gurken, Kürbis, Getreide, Futterpflanzen) und als Gefäßversuche mit Böden aus Maulach, Eppingen und Rastatt durchgeführt.

Anhang 6, Abbildung 3 der Dissertation von Dr. A. Hülster zeigt eine Übersicht über die Lage und PCDD/PCDF-Belastung des Versuchsfeldes in Crailsheim-Maulach vor Versuchsan- legung, Anhang 7, Abbildung 4 die Lage der Feld- und Gefäßversuche.

Ergebnisse der Hohenheimer Versuche:

- Eine Kontamination oberirdischer Pflanzenteile erfolgt durch dioxinhaltige Stäube aus der Luft.
- Ein Transfer Boden - Pflanze von Dioxinen und Furanen spielt nur bei im Boden wachsenden Speicherorganen wie Möhrenwurzeln und Kartoffelknollen eine Rolle (weitgehend Transfer nur in die Schale).
Bei einer Bodenbelastung von 5752 ng I-TEq/kg TS wiesen Möhrenschaln die höchsten Gehalte aller untersuchten Pflanzenproben auf (40 ng I-TEq/kg TS). Die Dioxinbelastung von Sprossorganen (Blätter, Früchte, Samen) stehen in keiner Beziehung zu den Dioxingehalten der Böden und sind selbst bei sehr hohen Bodenbelastungen auf atmogene Dioxineinträge zurückzuführen.
Ausnahmen sind Zucchini und Kürbis (Pflanzen der Gattung Cucurbita):
Bei Zucchini konnte indirekt eine Aufnahme von Dioxinen über die Wurzeln in den Spross nachgewiesen werden. Bei einem Dioxingehalt des Bodens von 154 ng I-TEq/kg TS fanden sich in Zucchini 34 ng I-TEq/kg TS, d.h. schon bei niedrigen Dioxingehalten im Boden wurden kritische Mengen in den Pflanzen gemessen.
- Wichtige Kontaminationspfade sind unabhängig von der Bodenbelastung der atmogene Eintrag sowie die Verschmutzung mit Bodenpartikeln.
- Ab Dioxingehalten > 6000 ng I-TEq/kg Boden steigt der Dioxingehalt in den meisten Pflanzenarten merklich über 1 ng I-TEq/kg TS an (BGA- Richtwert für Futterpflanzen: 1 ng I-TEq/kg TS).

Die Abbildungen 6, 16 und 17 aus der Dissertation von Dr. A. Hülster zeigen die bisher zusammengefassten Ergebnisse auf:

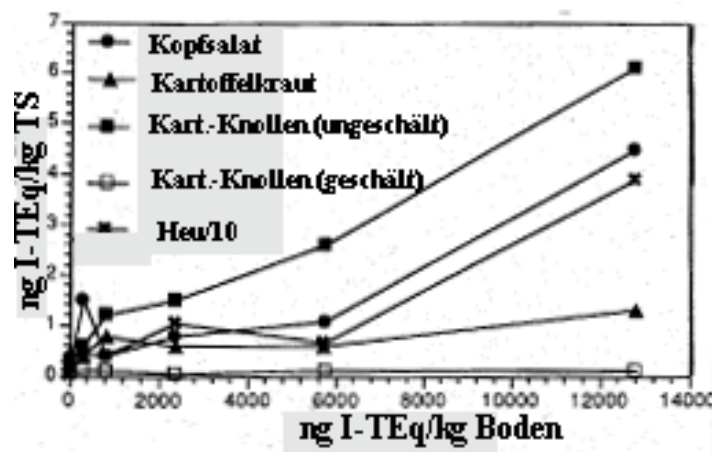


Abb. 6 der Dissertation von Dr. A. Hülster:
PCDD/PCDF- Konzentrationen in verschiedenen Pflanzenproben in Abhängigkeit von der Bodenbelastung, Feldversuch Maulach, 1990 (für Heu sind die Werte mit 10 zu multiplizieren)

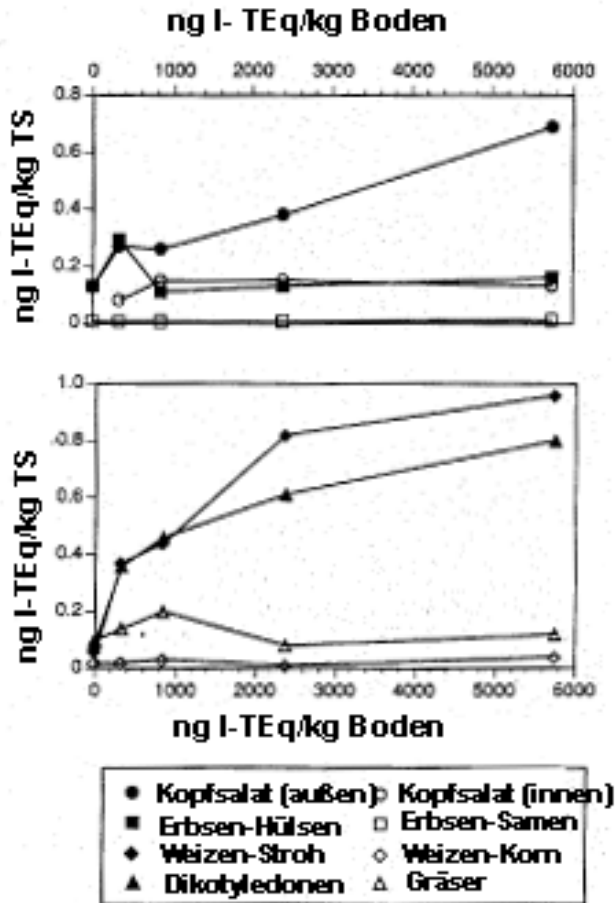


Abb. 16 der Dissertation von Dr. A. Hülster
PCDD/PCDF-Konzentrationen in oberirdischen Pflanzenteilen in Abhängigkeit von der Bodenbelastung; Feldversuch Maulach 1991 (Erbsen: Vegetationsperiode 1992)

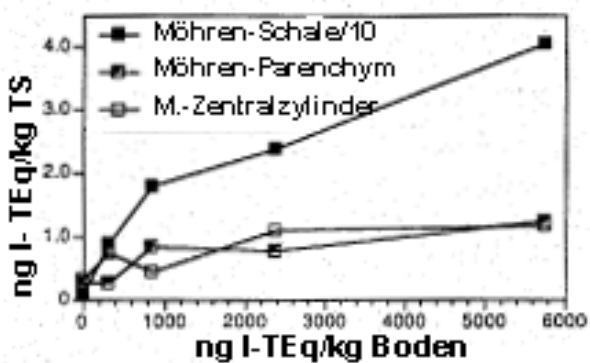


Abb. 17 der Dissertation von Dr. A. Hülster
PCDD/PCDF-Konzentrationen in Möhrenfraktionen in Abhängigkeit von der Bodenbelastung, Feldversuch Maulach, 1991

- Je höher der Humusgehalt des Bodens um so geringer ist der Dioxintransfer vom Boden in die Pflanze.

Folgende Maßnahmen minimieren den Dioxineintrag in die Nahrungs- und Futterpflanzen bei Dioxingehalten im Boden über 5 ng I-TEq/kg TS:

- kein Anbau von Zucchini und Kürbis
- Schälen (Kartoffeln) oder gründliches Putzen (Karotten) von bodennah wachsenden Pflanzenteilen
- verschmutzungsarme Ernte von Futterpflanzen (siehe Anhang 8 "Maßnahmen zur Verminderung der Verschmutzung des Futters mit Boden bei der Aufnahme von Grünland- und Ackerfutter", Vorschlag der Länder-Arbeitsgruppe Dioxin-Belastungen der Nahrungsmittel der AMK (Agrarministerkonferenz), Anlage zum Abschluss-Bericht vom 18.02.1994).

Maßnahmen, Konsequenzen und Sanierung

Um zunächst sicherzustellen, dass die über 40 ng I-TEq/kg belasteten Flächen nicht landwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzt werden, gewährte das Land Baden-Württemberg den betroffenen Landwirten ab dem Jahre 1989 bis 1996 eine freiwillige Nutzungsausfallentschädigung von 1.400 DM/ha/a.

Maßnahmen gemäß ehemaliger 4. VwV zum Bodenschutzgesetz (BodSchG) (VwV Organische Schadstoffe)

Die Untersuchungen der Universität Hohenheim dienten mit als Grundlage für die Erarbeitung von Bodenrichtwerten und Handlungsempfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgruppe Dioxine. Eine verbindliche Umsetzung von Richtwerten für dioxinbelastete Böden erfolgte bereits mit dem Erlass des Ministeriums für Umwelt Baden-Württemberg vom 21.1.1992. Mit In-Kraft-Treten der 4. Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums zum Bodenschutzgesetz über die Ermittlung und Einstufung von Gehalten organischer Schadstoffe im Boden (VwV Organische Schadstoffe) im Jahre 1995 wurden die bodenbezogenen Maßnahmen bzw. Empfehlungen/Richtwerte rechtsverbindlich.

Für die Schadstoffe Dioxine/Furane wurden folgende Einstufungen/Bewertungen vorgegeben:

Einstufung Dioxine/Furane	Maßnahmen bei Überschreitungen
Hintergrundwert 2 ng I-TEq/kg	Prüfen, ob aus Vorsorgegründen Handlungsempfehlungen ausgesprochen werden müssen, um Anreicherung zu minimieren
Prüfwert für Boden <u>Schutzgut Pflanzen/Tiere</u> 5 ng I-TEq/kg	Ursache eruieren, Untersuchung von Pflanzen u. Tieren, ob erhöhte Dioxinaufnahme erfolgt, ggf. emissionsmindernde Maßnahmen veranlassen, Empfehlungen zur Minimierung des Schadstofftransfers aussprechen*
Belastungswert <u>Schutzgut Mensch</u> Kinderspielfläche 100 ng I-TEq/kg Siedlungsfläche 1.000 ng I-TEq/kg sonst. Flächen 10.000 ng I-TEq/kg <u>Schutzgut Pflanzen und Tiere</u> 40 ng I-TEq/kg	Anordnen von Sicherungs- od. Sanierungsmaßnahmen, zusätzl. Anordnung von Überwachungsmaßnahmen und Umgebungsuntersuchungen Nutzungsbeschränkungen: kein Anbau bodennah wachsender Nahrungs- und Futterpflanzen, kein Anbau von Obst- und Gemüsepflanzen, deren bodennah oder im Boden wachsende Teile genutzt werden, keine Freilandhaltung von Nutztieren, Ausnahmen möglich, wenn minimaler Schadstofftransfer (z.B. Getreide, Obstbäume) nachgewiesen wird

* Als geeignete Maßnahmen zur Minimierung des Schadstofftransfers sind z. B. zu empfehlen:
 Gründliches Waschen angebaute Nahrungspflanzen vor dem Verzehr.
 Entfernen bodennah gewachsener und am Boden liegender Blätter von Blattgemüse.
 Entfernen von Bodenpartikeln von bestimmten Futterpflanzen (Rüben, Kartoffeln).

Konsequenzen für Maulach

Da ca. 30 ha landwirtschaftliche Nutzflächen eine Dioxinbelastung über **40 ng I-TEq/kg TS** aufweisen, bedeutete die Umsetzung dieser VwV zum BodSchG für die landwirtschaftlichen und gärtnerischen Flächen eine Einschränkung in der Nutzung.

Danach sind folgende Nutzungen nicht mehr zulässig:

- Anbau von Obst- und Gemüsepflanzen, deren bodennah oder im Boden wachsende Teile genutzt werden sollen.
- Anbau von Futterpflanzen, deren bodennah wachsende Teile genutzt werden sollen.
- Freilandhaltung von Nutztieren.

Der Anbau von Pflanzen mit bekanntermaßen minimalem Dioxintransfer (z.B. Getreide, Obstbäume) ist je nach Lage des Einzelfalls grundsätzlich möglich.

Die 4. VwV zum BodSchG ist inzwischen von der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) abgelöst worden. Die BBodSchV regelt für den Schadstoff Dioxine/Furane jedoch nur den Wirkungspfad Boden-Mensch.

Zur Ableitung von Werten für den Wirkungspfad Boden-Pflanze sind in der BBodSchV derzeit keine Methoden und Maßstäbe definiert.

Aufgrund bestehender Pflichten zur Gefahrenabwehr gelten für diese Schadstoff/Wirkungspfad-Konstellation daher die Regelungen der 4. VwV solange fort, bis vom Bundesgesetzgeber Werte oder Regelungen zur Ableitung entsprechender Werte vorgegeben werden.

Ausnahmeregelung für Maulacher-Flächen über 40 bis 100 ng I-TEq/kg TS

Mit Zustimmung des Ministeriums für Umwelt und Verkehr hat das Regierungspräsidium Stuttgart im Jahre 1996 aufgrund von Untersuchungsergebnissen und statistischen Berechnungen die **Heu- und Silagegewinnung** auf den mit über 40 bis 100 ng I-TEq/kg TS belasteten Flächen (ca. 17 ha) bei spezieller Beratung der Landwirte über eine verschmutzungsarme Erntetechnik für zulässig erklärt, jedoch nicht die Weide- und Frischfütterung. Bei einem Verschmutzungsgrad von 1 % wird der BGA-Empfehlungswert von 1 ng I-TEq/kg TS auf diesen Belastungsbereichen eingehalten. Die Beratung der Landwirte bzw. eine stichprobenhafte Überprüfung der Einhaltung der Maßnahmen erfolgt durch das zuständige Amt für Landwirtschaft, Landschafts- und Bodenkultur.

Um eine verschmutzungsarme Heu- bzw. Silagegewinnung zu gewährleisten, müssen von den Landwirten folgende Maßnahmen ergriffen werden:

- Walzen der Wiesen im Frühjahr
- Vermeiden von Lager des Bestandes durch zu hohe Düngung oder zu späten Schnitt
- hoher Schnitt (mindestens 5 cm)
- abgetrockneter Bestand zur Mahd (möglichst nachmittags mähen)
- bei hohen Futtermengen zusätzlicher Zett-Arbeitsgang zur gleichmäßigen Trocknung des gesamten Mähgutes

- sehr flache (hoch gestellte) Einstellung der Arbeitsgeräte
- Anwelkgrad mindestens 45 % Trockensubstanz bei Silagegewinnung.

Weiterhin sind die Vorschläge der Länderarbeitsgruppe Dioxin-Belastungen der Nahrungsmittel der AMK (Arbeitsministerkonferenz) (Anhang 8, Anlage zum Abschluss-Bericht vom 18.02.1994) zu beachten.

Aufkauf der über 100 ng I-TEq/kg TS belasteten Flurstücke

Eine planimetrische Abgrenzung der belasteten Bereiche durch das Amt für Flurneuordnung und Landentwicklung Crailsheim wies 13,5 ha landwirtschaftliche Nutzflächen mit einer Dioxinbelastung über 100 ng I-TEq/kg TS aus. Eine landwirtschaftliche Nutzung auf diesen Flächen war nach der VwV Organische Schadstoffe nicht mehr möglich. Um den Landwirten jedoch diese Flächen weitestgehend zur Nutzung zu erhalten, wurden im Jahre 1996 bei Besprechungen im Regierungspräsidium, beim Landratsamt Schwäbisch Hall und vor Ort verschiedene Sanierungsalternativen diskutiert:

- Vorortdeponie (1,5 ha)
Abtrag von 30 ha (15 cm), Bau einer Deponie auf belasteter Fläche mit 11 m Höhe, Kosten ca. **1,8 Millionen DM**
- Vorortdeponie (8 ha)
Abtrag von 22 ha (15 cm), Aufbringung auf 8 ha, Höhe ca. 0,5 m, Verlegung der Maulach auf 900 m, Kosten ca. **2,6 Millionen DM**
- Erdeponie in der Umgebung
Abtrag von 30 ha (15 cm), Transport zur Erddeponie, Kosten ca. **1,8 Millionen DM**
- Aufkauf der belasteten Flächen über 100 ng I-TEq/kg TS
Kosten ca. **500.000 DM**

Bei der Abwägung der verschiedenen Varianten hat sich das Regierungspräsidium Stuttgart aus wirtschaftlichen und fachlichen Gründen für die 4. Variante - Aufkauf der belasteten Flächen über 100 ng I-TEq/kg TS - entschieden.

Auf einer Informationsveranstaltung des Regierungspräsidiums Stuttgart in Crailsheim-Roßfeld am 15.01.1997 wurden die Eigentümer der betroffenen Flurstücke über das Vorhaben des Landes informiert. Im Auftrag des Landes erwarb **1997** das Staatliche Vermögens- und Bauamt Heilbronn **15 ha 53 ar 52 qm**, die zu 98 % als Wiesen genutzt wurden, zu einem Preis von 3 DM/m². Eine Flurstücksliste vom Staatlichen Vermögens- und Bauamt Heilbronn (Anhang 9) und eine Karte (Anhang 10) geben einen Überblick über die erworbenen Flächen.

Die Flurstücke Nr. 84 und 354, die sich ebenfalls im über 100 ng I-TEq/kg -Bereich befinden, wurden nicht aufgekauft, da diese sich bereits im Eigentum der Stadt Crailsheim befanden. An den Grunderwerbskosten beteiligte sich das Land mit 50 %, der Landkreis Schwäbisch Hall und die Stadt Crailsheim mit jeweils 25 %. Vom Staatlichen Vermögens- und Bauamt Heilbronn wurden Mittel in Höhe von 502.214,00 DM ausbezahlt. Davon entfielen 467.664,50 DM auf den Grunderwerb, 25.254,00 DM auf die Grunderwerbssteuer und 9.295,50 DM auf Nebenkosten (Gebühren für den Notar und Vermessungskosten).

Die Pflege der in Landeseigentum überführten landwirtschaftlichen Flächen obliegt dem Vermögens- und Bauamt Heilbronn.

Sanierung Flurstück Nr. 360, ehemaliges Versuchsgelände der Uni Hohenheim

Nachdem die Versuche der Universität Hohenheim abgeschlossen waren, wurde das Regierungspräsidium Stuttgart vom UVM mit dem Rückbau und der Sanierung des Flurstücks Nr. 360 in Crailsheim-Maulach (Anhang 11, Versuchsgelände der Uni Hohenheim, Umweltwirtschaft GmbH, 1996) beauftragt. Die Umweltwirtschaft GmbH, Stuttgart, erstellte daraufhin im Auftrag des Regierungspräsidiums Stuttgart 1996 eine erste Sanierungs- und Rückbaukonzeption. Auf der Grundlage dieses Konzeptes erfolgten im Jahre 1997 öffentliche Ausschreibungen für die vorgesehenen Ingenieur- und Bauleistungen.

Reinigung, Abbau und Übernahme des Laborcontainers sowie Rückbau von Leitungen

Die Reinigung des Laborcontainers mit Dioxinanalyse zum Nachweis der Kontaminationsfreiheit, der Rückbau und die Übernahme des Laborcontainers, der Transport des Trockengefriergerätes an die Universität Hohenheim, der Rückbau der Versorgungs- und Entsorgungsleitungen des Containers sowie des Schachts wurden an die Fa. Georg Wieser, Container-Papierverwertung, Crailsheim-Beuerlbach vergeben. Das Landratsamt Schwäbisch Hall überwachte die Arbeiten.

Sanierungsmaßnahmen auf dem Flurstück Nr. 360

Vor Beginn der Sanierungsarbeiten wurde das Versuchsgelände zunächst gemulcht.

Die **Sanierung des Versuchsgeländes** umfasste folgende Positionen (Anhang 12, Plan-Nr. 1/5 Amann Infutec Consult AG 1999) :

- Rückbau der Umzäunung
- Rückbau des Randdammes
- Abtrag des kontaminierten Bodenmaterials unter Arbeitsschutzmaßnahmen
Der humose Oberboden mit Dioxinwerten über 6.000 ng I-TEq/kg TS sollte 15 cm tief abgetragen und entsorgt werden. Der maximale Dioxingehalt betrug 12.800 ng I-TEq/kg TS, der maximale mobile Kupfergehalt 5.535 µg/kg TS, der maximale mobile Zinkgehalt 635 µg/kg TS. Die auszukoffernde Fläche hatte ursprünglich die Form eines Dreiecks mit einer Fläche von 465 m² und einer Kubatur von ca. 70 m³ Bodenmaterial.
- Entsorgung des dioxinbelasteten Bodenmaterials mit Deklarationsanalyse
- Rekultivierung des Geländes
Nach erfolgtem Abtrag des Oberbodens sollten die ausgekofferten Bereiche wieder 15 cm hoch mit unbelastetem Oberbodenmaterial verfüllt und rekultiviert werden.
- Dokumentation des Sanierungserfolges
Vor Beginn der Auskofferungsarbeiten sollte durch 3 Mischproben südlich der

Sanierungsfläche die 6.000 ng I-TEq/kg - Grenze nachgewiesen werden. Zum Nachweis der Erreichung des Sanierungszieles im ausgekofferten Bereich sollten vor der Rekultivierung 3 Mischproben entnommen und auf PCDD/PCDF analysiert werden.

Nach einer beschränkten Ausschreibung der Ingenieurarbeiten wurde die Fa. Amann Infutec Consult AG, Crailsheim mit folgenden Leistungen beauftragt:

- Ermittlung konkreter Entsorgungsmöglichkeiten und Entsorgungspreise im Inland und europäischen Ausland für das kontaminierte Bodenmaterial
- Probennahmen von 8 Proben
- Gestellung von Probennahmegefäßen, Transport der Proben, Lagerung von Rückstellproben
- Analytik von 7 Bodenproben auf Dioxine und Furane
- Vorbereitung der Vergabe nach VOB (Verdingungsordnung für Bauleistungen) inklusiv der Erstellung eines Arbeitsschutz-, Emissionsschutz- und Immissionsschutzkonzeptes
- Mitwirkung bei der Vergabe
- Bauleitung/Bauoberleitung
- Dokumentation des Sanierungserfolges/Sanierungsabschlussbericht

Zur genaueren Abgrenzung der auszukoffernden Sanierungsfläche nach Süden wurden am 03.02.98 drei Mischproben am südlichen Rand der ursprünglich vom RPS festgelegten Sanierungsfläche vom Ingenieurbüro entnommen und durch die DAP akkreditierten Prüflaboratorium der Umwelt Control Lünen GmbH analysiert. Die Untersuchung ergab Dioxinwerte von 4.120, 4.940 und 7.030 ng I-TEq/kg TS. Aufgrund des 7.030 ng I-TEq/kg TS-Wertes wurde die abzutragende Fläche auf 580 m² erweitert (Anhänge 13 und 14, Plan - Nr. 1/3 und 1/4, Amann Infutec Consult AG 1999).



Bild: Ehemaliges Versuchsgelände der Universität Hohenheim, Bodenabtrag von 15 cm auf einer Fläche von 580 m²

Im Auftrag des Regierungspräsidiums Stuttgart (RP S) holte das Ingenieurbüro Amann Infutech Consult AG bei 6 Anbietern Angebote über verschiedene **Entsorgungsmöglichkeiten** (Transport und Entsorgung, Thermische Verwertung und Deponierung) und Entsorgungspreise ein. Es wurde ein Preisspiegel mit genauer Leistungsbeschreibung erstellt und dem RPS vorgelegt.

Die Ausarbeitung der Ausschreibungsunterlagen für die Sanierungsmaßnahmen (Transport und Entsorgung von 200 t verunreinigtem Erdaushub sowie Bauleistung = Bauarbeiten) inklusiv die Erstellung eines Arbeits-, Emissions- und Immissionsschutzkonzeptes (mit Schwarz-Weiss-Anlage) geschah in Absprache mit dem Regierungspräsidium Stuttgart, dem Landratsamt Schwäbisch hall, dem Gewerbeaufsichtsamt Heilbronn und der Stadtverwaltung Crailsheim. Es erfolgte für den Transport und die Entsorgung sowie für die Bauarbeiten eine beschränkte Ausschreibung gemäß VOB § 3, Absatz 2. Verschiedene Unternehmen (9) wurden zur Einreichung von Angeboten aufgefordert, 2 gültige Angebote wurden am 31.07.98 abgegeben.

Nach Prüfung aller Angebote auf ihre Wirtschaftlichkeit (preiswerteste Angebote und fachlich unbedenklich) beauftragte das RPS am 15.09.98 die Firma **Leonhard Weiß GmbH & Co**, Crailsheim mit den **Sanierungsarbeiten (Bauarbeiten)** und der **Rekultivierung** des Geländes sowie die Firma **Trienekens GmbH**, Viersen mit dem **Transport und der Entsorgung** des dioxinbelasteten Bodenmaterials auf die Sonderabfalldeponie nach Grevenbroich Nordrhein-Westfalen (NRW)

Durchführung der Sanierungsmaßnahme

Baustelleneinrichtung

Die Baustelleneinrichtung auf dem Sanierungsgelände erfolgte am 26./27.10. 98. Der Bereich mit dem auszukoffernden Boden wurde als Schwarz-Bereich mittels Band und Pfosten vom restlichen Gelände (Weiß-Bereich) abgegrenzt. Aufgrund des stark aufgeweichten Bodens wurde die Schwarz-Weiß-Anlage abweichend vom Sanierungsplan an der Geländegrenze am Weg eingerichtet. An der Grenze zum Schwarz-Bereich wurde eine Stiefelwaschanlage aufgestellt.

Rückbau der Umzäunung und des unbelasteten Randdammes

Die vorhandene Umzäunung wurde am 26.10.98 zurückgebaut. Eine Beprobung des Randdammes am 03.02.98 ergab einen Dioxingehalt von 23 ng I-TEq/kg TS. Der gesamte Randdamm galt daher als unbelastet. Der Randdamm im Weißbereich (Material ca. 13,8 m³ bzw. 24,84 t) wurde auf einer Länge von 80 m abgetragen und ist in das Eigentum des Auftragnehmers übergegangen.

Abtrag des kontaminierten Bodens unter Arbeitsschutzmaßnahmen

Am 27.10.98 wurde der kontaminierte Boden im Schwarz-Bereich um 15 cm sowie der komplette Randdamm im Schwarzbereich von der Fa. Leonhard Weiß GmbH & Co, Crailsheim unter Arbeitsschutzmaßnahmen mittels eines Teleskopbaggers abgetragen und an der Grenze zum Nachbargelände auf Halde gelegt. Starke Regenfälle führten zu einer Stauwasserbildung auf dem Gelände, sodass das Material nicht über das Gelände abgefahren werden konnte. In Absprache mit dem Regierungspräsidium Stuttgart erfolgte deshalb das Beladen des kontaminierten Bodenaushubs über eine ca. 2,5 m hohe Begrenzungsmauer zum Nachbargelände hinweg. Der Abtransport wurde ebenfalls über das befestigte Nachbargelände abgewickelt.

Transport und Entsorgung

Den Transport und die Entsorgung führte am 09. und 11.11.98 die Fa. Trienekens GmbH, Viersen durch. Insgesamt wurden 186,56 t verunreinigtes Bodenmaterial zur Sonderabfalldeponie (SAD) nach Grevenbroich als Gefahrguttransport mit abdeckbaren Sattel-LKW transportiert. Um Stillstandszeiten zwischen dem Auskoffern und dem Abtransport des kontaminierten Bodens zu umgehen, erfolgte die Probenahme für die Deklarationsanalyse (9.020 ng I-TEq/kg TS) nicht aus dem Haufwerk des Bereitstellungslagers, sondern schon vor Beginn der Sanierungsmaßnahme direkt aus der belasteten Fläche. Die Annahmebedingungen der SAD in Grevenbroich - Dioxingehalte unter 100.000 ng I-TEq/kg TS - wurden erfüllt.

Kontrolle des Sanierungsziels

Zur Überprüfung des Sanierungserfolges wurden am 11.11. 98 vom Institut Amann Infutec Consult nach erfolgtem Abtragen des kontaminierten Bodens vor der Rekultivierung im ausgekofferten Bereich drei Mischproben entnommen und auf PCDD/PCDF, die Schwermetalle Blei, Kupfer und Zink untersucht.

Das Sanierungsziel (unter 6.000 ng I-TEq/kg TS) wurde mit 224, 230 und 266 ng I-TEq/kg TS deutlich erreicht. Aufgrund der sehr geringen Schwermetallgesamtgehalte und z.T. nicht nachweisbarer mobiler Schwermetallgehalte war das Schutzgut Bodensickerwasser im ausgekofferten Bereich nicht beeinträchtigt.

Rekultivierung des Geländes

Aufgrund der starken Stauwasserbildung auf dem Gelände wurde die Rekultivierung nicht mehr im November bzw. Dezember 1998 in Angriff genommen, sondern auf das Jahr 1999 verschoben.

Mitte Juli bis Anfang August 1999 wurde das ehemalige Versuchsgelände der Uni Hohenheim rekultiviert. Auf den ausgekofferten Bereich wurde zunächst Unter- und anschließend Oberbodenmaterial aufgebracht. Nach Herrichtung eines Saatbettes wurde die Fläche eingesät.



Bild: Ehemaliges Versuchsgelände der Universität Hohenheim nach der Sanierung und Rekultivierung (Aman Infutec Consult AG, Crailsheim)

Kosten für die in Crailsheim-Maulach durchgeführten Maßnahmen

Kosten für die Sanierung des Betriebsgeländes und die Einrichtung einer Monodeponie

Für die Sanierung des Betriebsgeländes und die Einrichtung einer Monodeponie im Burgbergwald sind Gesamtkosten von

8.940.753,30 DM

entstanden. Auf die Sanierung des Betriebsgeländes entfielen 3.820.147,82 DM, auf die Einrichtung der Monodeponie 5.120.605,48 DM.

Gemäß dem Ministerratsbeschluss vom 26.06.1989 wurden die Kosten zu 50 % auf das Land und zu je 25 % auf den Landkreis Schwäbisch Hall und die Stadt Crailsheim aufgeteilt.

Kosten für Aufwendungen im Bodenschutz

Für Aufwendungen im Bodenschutz wurden

939.791,72 DM

verausgibt.

Diese Summe wurde für verschiedene Versuche/Programme und Sanierungsmaßnahmen ausgegeben:

- 122.416,44 DM für Meliorationsversuche, Erntetechnikversuche und wissenschaftliche Begleitprogramme
- 16.750,00 DM für die Sanierung von Hausgärten
- 162.861,88 DM für Nutzungsausfallentschädigung für die Jahre 1989 bis 1996
- 124.379,37 DM für Sanierung von Flurstück Nr. 360 (Abbau des Containers, Ingenieur- und Baukosten, Transport- und Entsorgungskosten)
- 11.170,03 DM für sonstige Kosten (Mulchkosten, Pacht etc.)
- 502.214,00 DM für Aufkauf der über 100 ng I-TEq/kg TS belasteten landwirtschaftl. Flächen (Übernahme der Kosten zu 50 % Land, zu je 25 % Landkreis Schwäbisch Hall und Stadt Crailsheim)

Für die Sanierung des Betriebsgeländes, die Einrichtung einer Monodeponie und für Aufwendungen im Bodenschutz wurden insgesamt ausgegeben:

9.880.545,02 DM

Historische Entwicklung des Dioxinfall es Maulach

50-er Jahre:

Eine metallverarbeitende Firma betreibt auf Flurst. Nr. 358, Gemarkung Crailsheim-Maulach eine Anlage zur Wiederverwertung von in Kabeln enthaltenem Kupfer (Kabelabbrennöfen, Lagerung blei- u. kupferhaltiger Verbrennungsrückstände auf dem Gelände, Zerlegung von Kleintrafos, Motoren, Autowracks und Metallschrott)

April 1985

vorläufige Untersagung der Kabelverschmelzung durch LRA SHA, nachdem Untersuchungen im Rahmen des Forschungs- u. Entwicklungsvorhabens "Belastung der Umwelt mit Dioxinen" im Filterstaub sehr hohe Dioxinwerte (zwischen 22.000 u. 50.000 ng TE/kg) ergeben haben

Nov. 1985/Jan. 1986 Entnahme von 7 Bodenproben

maximal 16 ng "Seveso-Dioxin" (2,3,7,8 TCDD)/kg, Messung einzelner Isomere, jedoch keine Umrechnung der Dioxine u. Furane zu einem Gesamtergebnis

Juni 1986

Metallverarbeitende Firma stellt Betrieb endgültig ein und verkauft das Grundstück samt Gebäude an einen Betrieb, der eine Schrott- und Altmaterialienhandel darauf betreibt

ab Nov 86

Vermietung der Wohngebäude an Stadt Crailsheim zur Unterbringung von Asylbewerbern

1987

erneutes Aufgreifen des Falles aus wissenschaftl. Gründen, Umrechnung der Analyseergebnisse von 1985 in TE ergibt Dioxinwert von 1.596 ng TE/kg

Feb. 1988

UVM erteilt RPS Auftrag mit erneuter Beprobung zur Abgrenzung

Okt. 1988

Dioxinergebnisse zwischen 5 - 1094 ng TE/kg

Febr. 1989

UVM-Besprechung: Beprobung verschiedener Medien:

Untersuchungsergebnisse:

29.039 ng TE/kg im Boden

30.300 ng TE/kg im Schlacke-Asche-Gemisch

3.228 ng TE/kg im Flusssediment d. Maulach

651 ng TE/kg in einer Dachstaubprobe

35 ng TE/kg im Heugrasaufwuchs

Einstufung des Geländes als Altlast samt Umgebung: Kabelverbrennung führte zu dioxin- u. schwermetallhaltigen Immissionen über den Luftpfad, sodass Betriebsgelände, landwirtschaftliche/kleingärtnerische Flächen, Gewässer Maulach, Pflanzen, Tiere, Bevölkerung betroffen waren

April 1989

UVM überträgt RPS die Federführung u. Koordination aller zukünftigen Maßnahmen

ab 1989

Nutzungsbeschränkungen auf Flächen über 40 ng TE/kg, ein Teil der Flächen > 40 ng TE/kg wird stillgelegt (Nutzungsausfallenschädigung 1.400 DM/ha/a, insgesamt ca. 20.000 DM Nutzungsausfallentschädigung/Jahr)

Nov.1990-1991

Sanierung des Betriebsgeländes u. Einrichtung einer Monodeponie im nahe gelegenen Burgbergwald, nachdem zuständiger Landkreis Entsorgung auf landkreiseigenen Deponien abgelehnt hatte;

auch Sanierung nördl. Teil von Flurst. Nr. 360 (teilw. 10 cm Bodenabtrag u. 30 bzw. 20 cm Bodenauftrag), da Belastungen bis zu 29.039 ng TE/kg vorlagen;

Siehe Anhang 1 (Plan Nr. 4) und Anhang 2 (Karte RPS "Dioxin, Untersuchungsergebnisse")

1990-1994

Dioxintransferversuche (Boden-Pflanze) der Uni Hohenheim auf Flurst. Nr. 360 (Dissertation von Frau Hülster):

Feld- u. Gefäßversuche (Böden aus Rastatt, Eppingen u. Maulach)

1990-1995

Meliorations- u. Erntetechnikversuche durch ehemaliges WBA Ellwangen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen

1996

erste Sanierungsplanung und Kostenschätzung für ehem. Versuchsgelände der Uni Hohenheim, Flurst. Nr. 360, durch Umweltwirtschaft GmbH, Stuttgart

1996/1997

genaue Abgrenzung der unterschiedlich stark dioxinbelasteten Flächen auf Grundlage der vorhandenen Daten

1997

Aufkauf der Flächen über 100 ng I-TEq/kg durch das Vermögens- und Bauamt Heilbronn im Auftrag des Landes Baden-Württemberg (15 ha 53 ar 52 qm),

Kostenträger:

50 % Land

25 % Stadt Crailsheim

25 % Landkreis SHA

1998

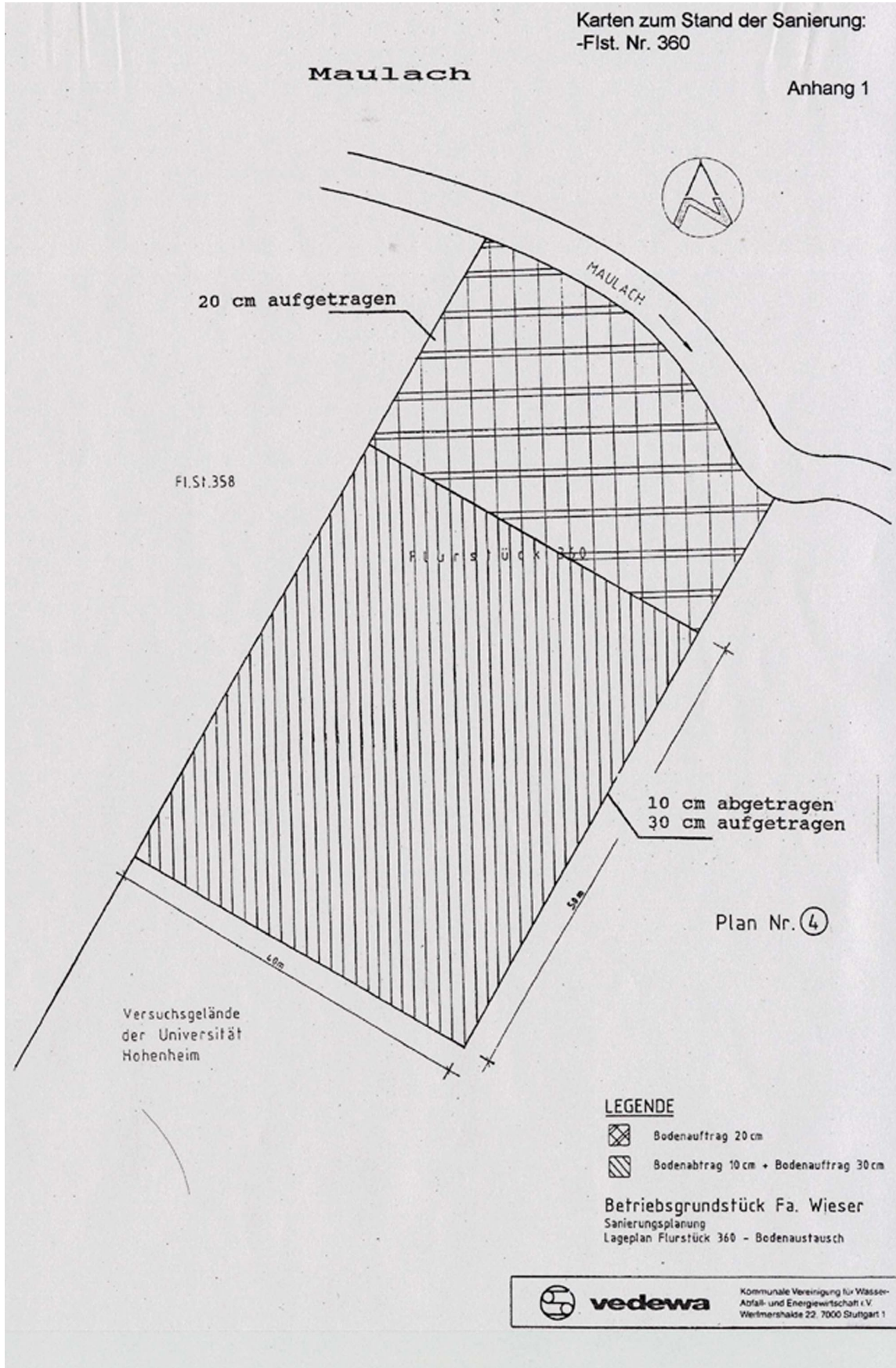
Beginn der Sanierung von Flurst. Nr. 360

1999

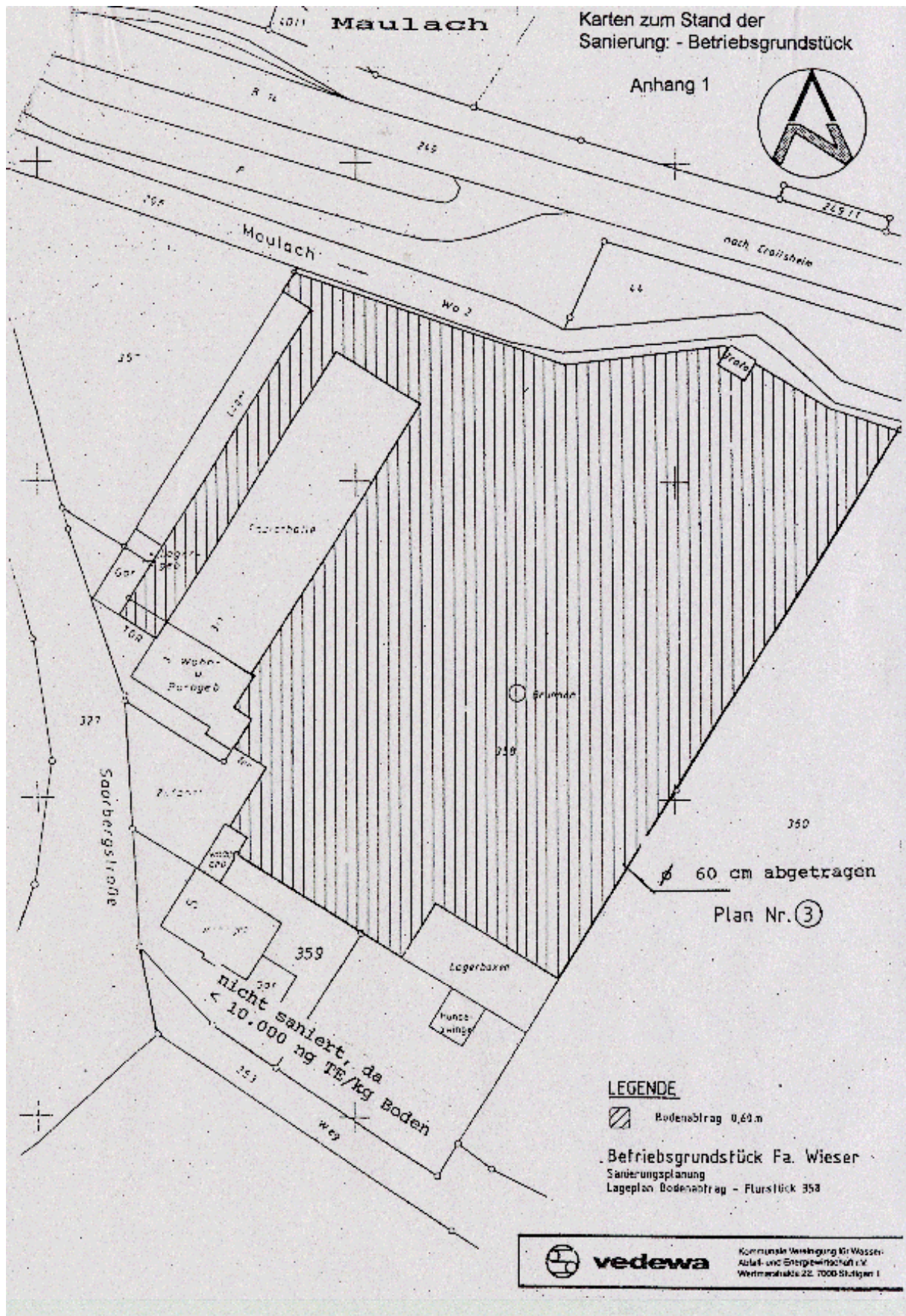
Abschluss der Sanierung und Rekultivierung von Flurst. Nr. 360

Anhang

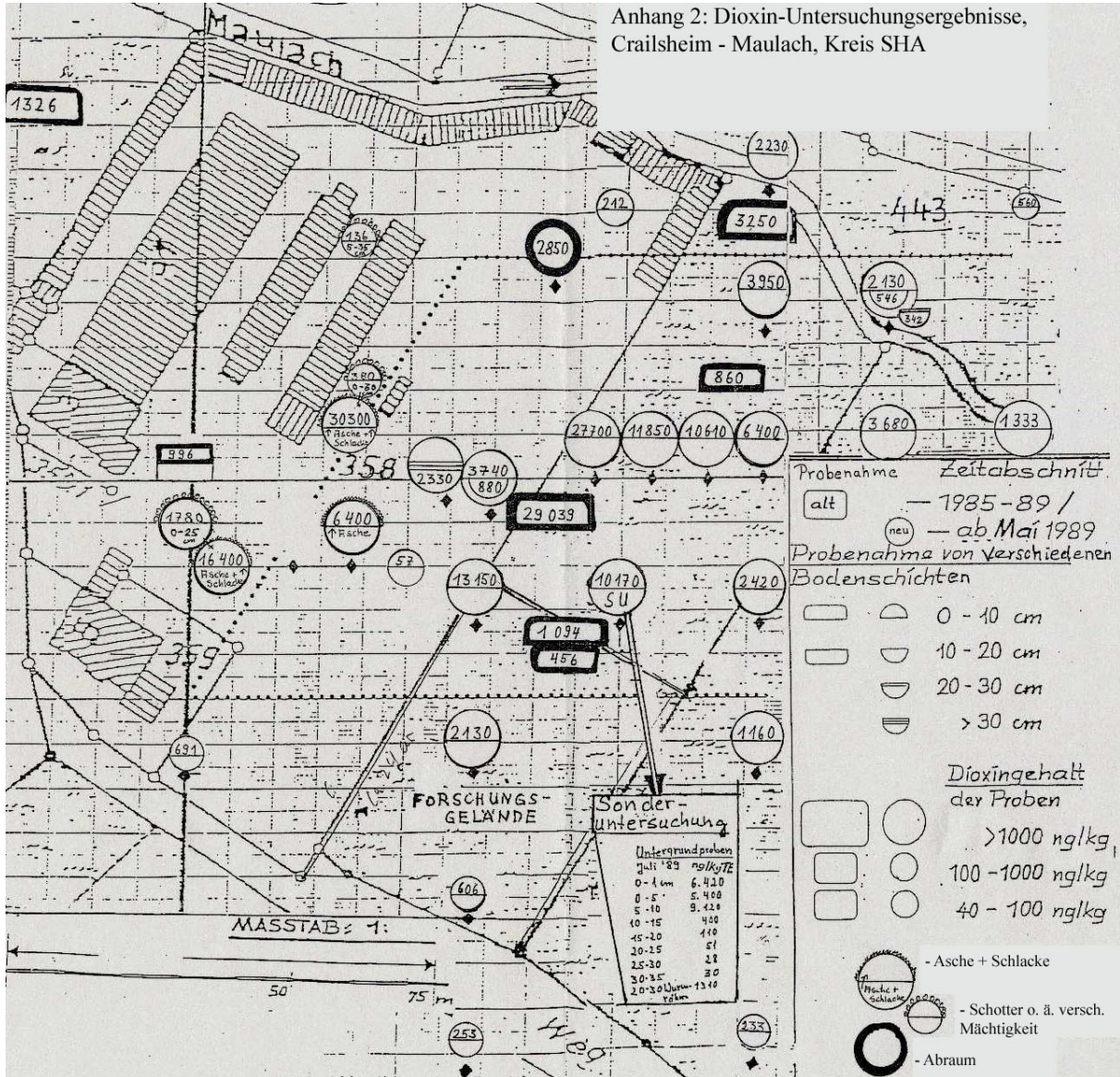
Anhang 1: Karten zum Stand der Sanierung – Flst Nr. 360



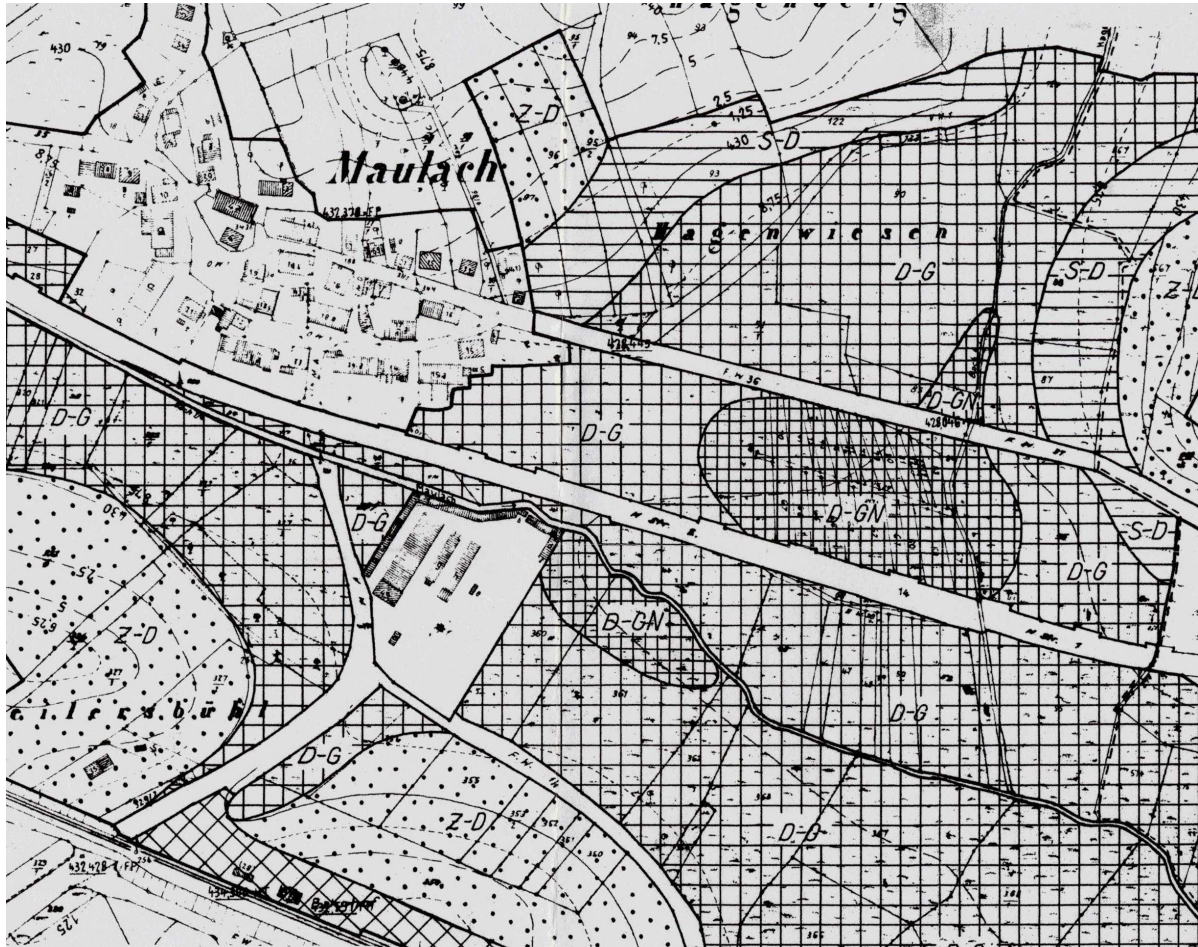
Anhang 1: Karten zum Stand der Sanierung - Betriebsgrundstück

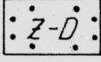
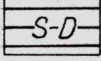
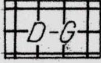
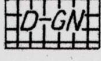
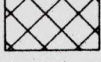


Anhang 2: Dioxin Untersuchungsergebnisse Crailsheim-Maulach



Anhang 3: Dioxinbelastungsgebiet Crailsheim Maulach; Bodenkarte 1:2500



Bodeneinheit	Bodenartenaufbau	Konsistenz am 20.6.1989		Trockenrißtiefe am 20.6.1989
	Pararendsina-Pelosoil aus Tonmergeln des Gipskeupers (höhere Lagen) Tl,h'-h,k'-k 1-1,5 dm T,gr'-gr,k 3->10 dm T gr.k-Tonmergel	halbfest		> 5 dm
	Pseudogley-Pelosoil aus umgelagerten Tonen über Tonmergeln des Gipskeupers (Hangfußlagen) Lt-Tl,h-h,ko 1,5-2 dm T,ko 8-10 dm T gr-Tonmergel	0-4 (6) dm: halbfest	4(6)-10 dm: steifplastisch	4 - 6 dm
	Pelosoil-Gley aus tonreichen Bachabsätzen (Tallagen) Lt-Tl,h-h,ko 1,5-2 dm T(h),ko	0-3 (6) dm: halbfest	3(6)-7(10) dm: steifplastisch	3 - 6 dm
	Pelosoil-Naßgley aus tonreichen Bachabsätzen (Tallagen) Lt-Tl,h,ko 1,5-2,5 dm T(h),ko 7 -> 10 dm (T gr.k)	0 - 2 dm: halbfest	2-3(5) dm: steifplastisch	0 - 2 dm
	Aufschüttungen und Abgrabungen (Bahngelände, landwirtschaftlich nicht genutzt)			

L.l = Lehm, lehmig	k = kalkhaltig
T.t = Ton, tonig	ko = kalkfrei
gr = grusig	' = schwach
h = humos	- = stark
	() = stellenweise

GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG Zeichn. <i>Hollenweger</i> Bearb. <i>Dr. Zwölfer</i>	Anlage 1
	Gutachten Nr. 1210-01/89-4765
	Freiburg, den 25.7.89

Anhang 4: Dioxingehalte von Böden in Crailsheim-Maulach kleiner 5 ng l – TEq/kg TS, Tabelle 1

Standort Nr.	Rechtsw.	Hochw.	Gem. Nr.	Gemarkung	Gemeinde	Flst. Nr.	Datum	Nutzung	Horiz.	Schicht	Von	Bis	TE01	TE02
1045	3574730	5443630	493	Onolzheim	Crailsheim	2889	05.07.1989	Grünanlage	Ah	Oberboden	0	10	0,00	0,00
1163	3574940	5444885	494	Roßfeld	Crailsheim	919	01.05.1989	Oedland		Oberboden	0	10	0,30	0,32
1166	3574400	5445185	494	Roßfeld	Crailsheim	473	01.05.1989	Grünland		Oberboden	0	10	0,30	0,29
1168	3574070	5444755	494	Roßfeld	Crailsheim	741	01.05.1989	Grünland		Oberboden	0	10	1,20	1,07
1044	3575610	5444140	494	Roßfeld	Crailsheim	32918	08.08.1990	Grünland	Ah	Oberboden	0	10	1,60	1,29
1089	3578180	5444040	490	Crailsheim	Crailsheim	-	01.07.1989	Haus-/Kleingarten	A	Oberboden	0	10	1,70	1,97
1164	3574790	5444885	494	Roßfeld	Crailsheim	816/6	01.05.1989	Grünland		Oberboden	0	10	1,70	1,04
1231	3573845	5445565	494	Roßfeld	Crailsheim	181	04.07.1989	Ackerland		Oberboden	0	10	2,00	1,46
1086	3578000	5444340	490	Crailsheim	Crailsheim	-	01.07.1989	Haus-/Kleingarten		Oberboden	0	20	2,10	1,40
1167	3574390	5445415	494	Roßfeld	Crailsheim	435	01.05.1989	Grünland		Oberboden	0	10	2,70	3,57
1085	3577880	5444500	490	Crailsheim	Crailsheim	-	01.07.1989	Haus-/Kleingarten		Oberboden	0	20	2,90	2,89
1046	3574845	5444240	494	Roßfeld	Crailsheim	1232/1	08.08.1990	Grünland	Ah	Oberboden	0	10	3,00	2,57
1088	3578250	5444030	490	Crailsheim	Crailsheim	-	01.07.1989	Haus-/Kleingarten		Oberboden	0	20	3,10	2,81
1171	3571350	5445455	494	Roßfeld	Crailsheim	552	04.07.1989	Grünland		Oberboden	0	10	4,00	4,06
1162	3573340	5444785	494	Roßfeld	Crailsheim	21	01.05.1989	Oedland		Oberboden	0	10	4,20	4,89
1069	3573463	5444794	494	Roßfeld	Crailsheim	327/2	25.10.1989	Grünanlage	A	Oberboden	0	10	4,70	4,00
1067	3571200	5445800	494	Roßfeld	Crailsheim	473/1	20.03.90	Grünland	Ap	Oberboden	0	10	4,80	4,90
Anzahl	der Proben													17

Regierungspräsidium Stuttgart, April 2000, TE 01 = Toxizitätseinheiten Dioxin nach BGA ng/kg, TE 02 = Toxizitätseinheiten Dioxin nach Nato ng/kg

Anhang 4: Dioxingehalte von Böden in Crailsheim-Maulach 5 - 40 ng I – TEq/kg TS, Tabelle 2

Standort Nr.	Projekt Nr.	Rechtswert	Hochwert	Gem. Nr.	Gemarkung	Gemeinde	Fist. Nr.	Datum	Nutzung	Schicht	Tiefe von	Tiefe bis	TE01	TE02
1225	2/27	3573545	5445765	494	Roßfeld	Crailsheim	195	04.07.89	Grünland	Oberboden	0	10	5,20	4,82
1223	2/27	3573845	5445965	494	Roßfeld	Crailsheim	45	04.07.89	Grünland	Oberboden	0	10	6,00	6,61
1186	2/27	3572625	5445625	494	Roßfeld	Crailsheim	19	01.03.89	Ackerland	Oberboden	*	*	6,30	5,90
1066	2/27	3572540	5444785	494	Roßfeld	Crailsheim	340	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	6,30	6,64
1060	2/27	3572740	5444785	494	Roßfeld	Crailsheim	334	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	630	7,02
1165	2/27	3574480	5445065	494	Roßfeld	Crailsheim	789	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	6,40	6,56
2822	2/27	3575145	5443165	493	Onolzheim	Crailsheim	2565	06.12.89	Andere Nutzung	Oberboden	0	100	6,60	6,29
1215	2/27	3572555	5445760	494	Roßfeld	Crailsheim	227	04.07.89	Grünland	Oberboden	0	10	6,90	6,63
1171	2/19	3578100	5444340	490	Crailsheim	Crailsheim	2678/18	23.02.90	Gemüsegarten	Oberboden	0	22	7,00	5,86
1172	2/27	3571350	5445960	494	Roßfeld	Crailsheim	463/1	04.07.89	Grünland	Oberboden	0	10	7,10	6,75
1170	2/27	3572110	5444970	494	Roßfeld	Crailsheim-	381/5	04.07.89	Grünland	Oberboden	0	10	7,90	7,91
1087	2/19	3578090	5444340	490	Crailsheim	Crailsheim	-	01.07.89	Haus/Kleingarten	Oberboden	0	20	8,30	7,92
1212	2/27	3572527	5444992	494	Roßfeld	Crailsheim	308/1	09.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	8,40	7,86
1058	2/27	3572840	5444785	494	Roßfeld	Crailsheim	332	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	8,50	8,53
1121	2/27	3573540	5445685	494	Roßfeld	Crailsheim	194	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	8,80	8,67
1093	2/27	3572640	5445685	494	Roßfeld	Crailsheim	227	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	8,90	8,19
1092	2/27	3572540	5445685	494	Roßfeld	Crailsheim	229	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	8,90	8,38
1090	2/27	3572440	5445685	494	Roßfeld	Crailsheim	222/4	01.05.89	Lagerplatz	Oberboden	0	10	9,20	7,95
1183	2/27	3573105	5444775	494	Roßfeld	Crailsheim	344	01.03.89	Grünland	Oberboden	*	*	9,30	9,01

Standort Nr.	Projekt Nr.	Rechtswert	Hochwert	Gem. Nr.	Gemarkung	Gemeinde	Flst. Nr.	Datum	Nutzung	Schicht	Tiefe von	Tiefe bis	TE01	TE02
1219	2/27	3573140	5445760	494	Roßfeld	Crailsheim	116	04.07.89	Grünland	Oberboden	0	10	9,40	8,32
1254	2/27	3573160	5444660	494	Roßfeld	Crailsheim	373	05.07.89	Grünanlage	Oberboden	0	10	9,40	9,00
1095	2/27	3572840	5445685	494	Roßfeld	Crailsheim	101	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	9,40	9,75
1217	2/27	3572550	5446205	494	Roßfeld	Crailsheim	194/2	04.07.89	Grünland	Oberboden	0	10	9,40	10,26
1181	2/27	3572890	5444895	494	Roßfeld	Crailsheim	344/2 348	01.03.89	Ackerland	Oberboden	*	*	9,40	10,32
1175	2/27	3571850	5445960	494	Roßfeld	Crailsheim	2679	04.07.89	Grünland	Oberboden	0	10	9,50	8,59
1108	2/27	3572840	5445535	494	Roßfeld	Crailsheim	98/1	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	9,50	9,62
1256	2/27	3573555	5444660	494	Roßfeld	Crailsheim	691	05.07.89	Grünland	Oberboden	0	20	9,90	9,14
1211	2/27	3572685	5445143	494	Roßfeld	Crailsheim	327/4	09.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	10,20	9,80
1159	2/27	3573141	5444905	494	Roßfeld	Crailsheim	369	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	10,40	9,63
1094	2/27	3572740	5445685	494	Roßfeld	Crailsheim	103	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	10,40	10,51
1097	2/27	3573040	5445685	494	Roßfeld	Crailsheim	117	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	10,50	10,19
1187	2/27	3572880	5445471	494	Roßfeld	Crailsheim	13/3 98/1	01.03.89	Grünland	Oberboden	*	*	10,70	11,20
1096	2/27	3572930	5445685	494	Roßfeld	Crailsheim	102	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	11,40	10,22
1214	2/27	3572150	5445750	494	Roßfeld	Crailsheim	242/3	04.07.89	Grünland	Oberboden	0	10	12,10	11,14
1160	2/27	3573240	5444820	494	Roßfeld	Crailsheim	370/6	01.05.89	Forst	Oberboden	0	10	12,60	12,98
1078	2/27	3572340	5445185	494	Roßfeld	Crailsheim	308/1	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	12,70	11,47
1172	2/19	3578080	5444480	490	Crailsheim	Crailsheim	2700/5	23.02.90	Gemüsegarten	Oberboden	0	22	12,70	12,19
1109	2/27	3572840	5445585	494	Roßfeld	Crailsheim	99	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	13,50	12,12
1115	2/27	3572740	5445485	494	Roßfeld	Crailsheim	98	01.05.89	Ziergarten	Oberboden	0	10	13,60	13,56
1194	2/27	3573080	5445570	494	Roßfeld	Crailsheim	119	01.03.89	Ackerland	Oberboden	*	*	13,60	13,59

Standort Nr.	Projekt Nr.	Rechtswert	Hochwert	Gem. Nr.	Gemarkung	Gemeinde	Flst. Nr.	Datum	Nutzung	Schicht	Tiefe von	Tiefe bis	TE01	TE02
1169	2/27	3572600	5444660	494	Roßfeld	Crailsheim	342	04.07.89	Grünland	Oberboden	0	10	13,80	12,28
1126	2/27	3573640	5445285	494	Roßfeld	Crailsheim	558	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	13,90	13,34
1173	2/27	3571850	5445455	494	Roßfeld	Crailsheim	396/1	04.07.89	Grünland	Oberboden	0	10	14,30	11,77
1247	2/27	3573855	5444220	494	Roßfeld	Crailsheim	1313	05.07.89	Grünland	Oberboden	0	20	16,10	16,37
1124	2/27	3573540	5445385	494	Roßfeld	Crailsheim	560	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	16,30	13,18
1100	2/27	3573340	5445685	494	Roßfeld	Crailsheim	199	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	16,30	14,44
1257	2/27	3573850	5444860	494	Roßfeld	Crailsheim	641	05.07.89	Grünland	Oberboden	*	*	16,40	15,12
1099	2/27	3573240	5445685	494	Roßfeld	Crailsheim	125	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	16,60	15,41
1082	2/27	3572340	5445085	494	Roßfeld	Crailsheim	381/1	01.05.89	Forst	Oberboden	0	10	16,70	15,95
1120	2/27	3573440	5445485	494	Roßfeld	Crailsheim	566	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	16,80	15,68
1158	2/27	3573040	5444985	494	Roßfeld	Crailsheim	366	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	16,90	15,55
1123	2/27	3573540	5445485	494	Roßfeld	Crailsheim	567/1	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	16,90	16,52
1154	2/27	3573440	5444985	494	Roßfeld	Crailsheim	652	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	17,50	17,82
1076	2/27	3572640	5444985	494	Roßfeld	Crailsheim	334	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	17,60	15,86
1146	2/27	3573545	5444785	494	Roßfeld	Crailsheim	659	01.05.89	Grünland	Oberboden	*	*	17,90	18,00
1189	2/27	3572975	5445555	494	Roßfeld	Crailsheim	94	01.03.89	Grünland	Oberboden	*	*	18,10	18,29
1193	2/27	3572345	5445360	494	Roßfeld	Crailsheim	313	01.03.89	Grünland	Unterboden	10	20	18,50	18,60
1182	2/27	3572415	5445120	494	Roßfeld	Crailsheim	308/1	01.03.89	Grünland	Oberboden	*	*	18,80	18,88
1088	2/27	3572240	5445585	494	Roßfeld	Crailsheim	241	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	19,80	19,09
1205	2/27	3572775	5445550	494	Roßfeld	Crailsheim	98	01.02.88	Grünland	Oberboden	0	10	19,80	21,12
1150	2/27	3573240	5444985	494	Roßfeld	Crailsheim	368/2	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	19,90	19,24

Standort Nr.	Projekt Nr.	Rechtswert	Hochwert	Gem. Nr.	Gemarkung	Gemeinde	Flst. Nr.	Datum	Nutzung	Schicht	Tiefe von	Tiefe bis	TE01	TE02
1089	2/27	3572340	5445685	494	Roßfeld	Crailsheim	220	01.05.89	Oedland	Oberboden	0	10	20,10	19,98
1103	2/27	3573340	5445585	494	Roßfeld	Crailsheim	568	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	20,50	18,76
1112	2/27	3572640	5445585	494	Roßfeld	Crailsheim	19	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	20,70	22,99
1204	2/27	3572575	5445520	494	Roßfeld	Crailsheim	26. Jan	01.02.88	Grünland	Unterboden	10	20	20,80	22,88
1068	2/27	3572540	5445085	494	Roßfeld	Crailsheim	328	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	21,60	20,05
1140	2/27	3573540	5445085	494	Roßfeld	Crailsheim	579	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	22,00	21,51
1127	2/27	3573440	5445385	494	Roßfeld	Crailsheim	566	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	22,50	21,38
1192	2/27	3572345	5445360	494	Roßfeld	Crailsheim	313	01.03.89	Grünland	Oberboden	*	*	22,50	22,71
1195	2/27	3572540	5445215	494	Roßfeld	Crailsheim	325	01.03.89	Ackerland	Oberboden	0	10	23,10	23,52
1138	2/19	3578150	5444140	490	Crailsheim	Crailsheim	2718/2/1	01.05.89	Lagerplatz	Oberboden	*	*	23,40	27,73
1155	2/27	3573340	5445085	494	Roßfeld	Crailsheim	576	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	24,70	22,33
1116	2/27	3572840	5445485	494	Roßfeld	Crailsheim	11. Jul	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	25,60	23,73
1047	2/27	3572540	5445235	494	Roßfeld	Crailsheim	325	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	26,60	25,71
1148	2/27	3573340	5444880	494	Roßfeld	Crailsheim	370/1	01.05.89	Grünland	Oberboden	*	*	27,00	27,24
1134	2/27	3572920	5445215	494	Roßfeld	Crailsheim	360	01.05.89	Grünland	Unterboden	25	30	28,00	27,08
1185	2/27	3572665	5445535	494	Roßfeld	Crailsheim	36	01.03.89	Haus-/Kleingarten	Oberboden	*	*	29,10	26,95
1087	2/27	3572340	5445585	494	Roßfeld	Crailsheim	238	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	30,50	27,90
1203	2/27	3572575	5445520	494	Roßfeld	Crailsheim	26. Jan	01.02.88	Grünland	Oberboden	0	10	30,80	30,28
1228	2/27	3573850	5445225	494	Roßfeld	Crailsheim	549	04.07.89	Grünanlage	Oberboden	0	10	30,90	27,97
1079	2/27	3572340	5445285	494	Roßfeld	Crailsheim	310	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	33,10	30,23
1251	2/27	3571850	544Z875	494	Roßfeld	Crailsheim	600	04.07.89	Mischwald	Oberboden	0	3	34,10	32,11

Standort Nr.	Projekt Nr.	Rechtswert	Hochwert	Gem. Nr.	Gemarkung	Gemeinde	Fist. Nr.	Datum	Nutzung	Schicht	Tiefe von	Tiefe bis	TE01	TE02
1174	2/27	3572160	5445455	494	Roßfeld	Crailsheim	276	04.07.89	Grünland	Oberboden	0	10	35,80	34,97
1091	2/27	3572540	5445595	494	Roßfeld	Crailsheim	230	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	36,80	27,43
1137	2/27	3573440	5445285	494	Roßfeld	Crailsheim	564	11.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	36,80	34,12
1113	2/27	3572540	5445485	494	Roßfeld	Crailsheim	31812	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	36,80	36,09
1252	2/27	3571850	5444875	494	Roßfeld	Crailsheim	600	05.07.89	Mischwald	Oberboden	3	10	37,70	38,28
1081	2/27	3572440	5445285	494	Roßfeld	Crailsheim	314/1	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	38,40	35,70
1118	2/27	3573240	5445485	494	Roßfeld	Crailsheim	88	01.05.89	Grünland	Oberboden	0	10	38,50	35,37
Anzahl der	Proben													90

Regierungspräsidium Stuttgart, April 2000, * = nicht bekannt, TE 01 = Toxizitätseinheiten Dioxin nach BGA ng/kg, TE 02 = Toxizitätseinheiten Dioxin nach Nato ng/kg

Anhang 4: Dioxingehalte von Böden in Crailsheim-Maulach 40 – 100 ng l – TEq/kg TS, Tabelle 3

Standort Nr.	Projekt Nr.	Rechtsw.	Hochw.	Gem. Nr.	Gemarkung	Gemeinde	Flst. Nr.	Datum	Nutzung	Horiz	Schicht	Von	Bis	TE01	TE02
1191	2/27	3573270	5445165	494	Roßfeld	Crailsheim	55	01.03.89	Grünland		Unterboden	10	20	41,00	40,60
1029	2/27	3572940	5445485	494	Roßfeld	Crailsheim	96	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	45,60	46,62
1114	2/27	3572640	5445485	494	Roßfeld	Crailsheim	30	01.05.89	Ziergarten		Oberboden	0	10	47,00	45,33
1184	2/27	3572750	5445450	494	Roßfeld	Crailsheim	1	01.03.89	Haus-/kleingarten		Oberboden	*	*	48,80	48,85
1032	2/27	3572832	5445380	494	Roßfeld	Crailsheim	17	01.05.89	Ziergarten		Oberboden	0	10	50,70	49,45
1133	2/27	3572920	5445215	494	Roßfeld	Crailsheim	360	01.05.89	Grünland	Ap	Unterboden	20	25	50,70	48,25
1030	2/27	3573040	5445485	494	Roßfeld	Crailsheim	93	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	51,40	54,02
1213	2/27	3573240	5445385	494	Roßfeld	Crailsheim	87	11.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	51,50	49,66
1202	2/27	3573105	5445345	494	Roßfeld	Crailsheim	74/75	01.02.88	Gemüsegarten		Unterboden	10	20	57,00	61,77
1025	2/27	3572864	5445222	494	Roßfeld	Crailsheim	358	01.08.89	Andere Nutzung		Oberboden	0	90	57,10	53,91
1085	2/27	3572440	5445485	494	Roßfeld	Crailsheim	232	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	58,00	55,14
1033	2/27	3572710	5445395	494	Roßfeld	Crailsheim	17	01.05.89	Ziergarten		Oberboden	0	10	58,50	49,61
1086	2/27	3572340	5445485	494	Roßfeld	Crailsheim	231	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	59,70	56,65
1042	2/27	3572640	5445235	494	Roßfeld	Crailsheim	326/2	01.05.89	Ackerland		Oberboden	0	10	62,50	63,53
1210	2/27	3572940	5445085	494	Roßfeld	Crailsheim	350	09.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	64,00	62,30
1084	2/27	3572440	5445385	494	Roßfeld	Crailsheim	314/3	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	65,10	61,15
1046	2/27	3572540	5445285	494	Roßfeld	Crailsheim	322/3	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	65,20	65,56
1177	2/27	3572600	5445265	494	Roßfeld	Crailsheim	322/3	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	67,80	65,70
1190	2/27	3573270	5445165	494	Roßfeld	Crailsheim	55	01.03.89	Grünland		Oberboden	*	*	68,70	70,30

Standort Nr.	Projekt Nr.	Rechtsw.	Hochw.	Gem. Nr.	Gemarkung	Gemeinde	Flst. Nr.	Datum	Nutzung	Horiz	Schicht	Von	Bis	TE01	TE02
1209	2/27	3573240	5445290	494	Roßfeld	Crailsheim	56	11.05.89	Grünland	.	Oberboden	0	10	77,40	74,12
1208	2/27	3572640	5445385	494	Roßfeld	Crailsheim	35	09.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	92,10	86,58
1200	2/27	3572686	5445230	494	Roßfeld	Crailsheim	327/3	01.02.88	Ackerland		Oberboden	0	10	94,20	93,01
Anzahl	der	Proben													22

Regierungspräsidium Stuttgart, April 2000, * = nicht bekannt, TE 01 = Toxizitätseinheiten Dioxin nach BGA ng/kg, TE 02 = Toxizitätseinheiten Dioxin nach Nato ng/kg

Anhang 4: Dioxingehalte von Böden in Crailsheim-Maulach 100 – 1000 ng l – TEq/kg TS, Tabelle 4

Standort Nr.	Projekt Nr.	Rechtsw.	Hochw.	Gem. Nr.	Gemarkung	Gemeinde	Flst. Nr.	Datum	Nutzung	Horiz.	Schicht	Von	Bis	TE01	TE02
1207	2/27	3572840	5445035	494	Roßfeld	Crailsheim	34911	01.05.89	Gewerbefläche		Oberboden	0	10	100,80	99,91
1206	2/27	3573140	5445185	494	Roßfeld	Crailsheim	50	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	101,50	96,74
1028	2/27	3572940	5445385	494	Roßfeld	Crailsheim	14	01.05.89	Ziergarten		Oberboden	0	10	102,10	104,14
1044	2/27	3573130	5445055	494	Roßfeld	Crailsheim	367/366	01.11.85	Grünland		Oberboden	0	10	106,50	106,54
1132	2/27	3572920	5445215	494	Roßfeld	Crailsheim	360	01.05.89	Grünland	Ap	Unterboden	15	20	107,90	105,60
1188	2/27	3572873	5445368	494	Roßfeld	Crailsheim	14.Jan	01.03.89	Grünland		Oberboden	*	*	121,00	124,85
1038	2/27	3572740	5445135	494	Roßfeld	Crailsheim	356	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	134,10	131,38
1056	2/27	3573306	5445420	494	Roßfeld	Crailsheim	567/1	01.01.86	Grünland		Oberboden	0	10	136,40	126,09
1201	2/27	3573105	5445345	494	Roßfeld	Crailsheim	74/75	01.02.88	Gemüsegarten		Oberboden	0	10	139,00	146,19
1043	2/27	3572640	5445285	494	Roßfeld	Crailsheim	322/3	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	147,70	141,00
1055	2/27	3572552	5445376	494	Roßfeld	Crailsheim	319	01.01.86	Grünland		Oberboden	0	10	178,00	161,92
1019	2/27	3572990	5445135	494	Roßfeld	Crailsheim	361	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	185,70	192,87
1026	2/27	3572903	5445283	494	Roßfeld	Crailsheim	358	01.08.89	Andere Nutzung		Oberboden	0	90	211,80	209,34
1045	2/27	3573118	5445095	494	Roßfeld	Crailsheim	367	01.01.86	Grünland		Oberboden	0	10	218,40	201,11
1018	2/27	3572940	5445135	494	Roßfeld	Crailsheim	361	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	232,50	232,21
1017	2/27	3572890	5445135	494	Roßfeld	Crailsheim	355	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	252,90	246,47
1037	2/27	3572790	5445135	494	Roßfeld	Crailsheim	356	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	259,80	265,88
1041	2/27	3573003	5445121	494	Roßfeld	Crailsheim	362	01.11.85	Grünland		Oberboden	0	10	262,70	247,08
1039	2/27	3572740	5445185	494	Roßfeld	Crailsheim	327/2	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	283,90	305,76

Standort Nr.	Projekt Nr.	Rechtsw.	Hochw.	Gem. Nr.	Gemarkung	Gemeinde	Flst. Nr.	Datum	Nutzung	Horiz.	Schicht	Von	Bis	TE01	TE02
1016	2/27	3572840	5445135	494	Roßfeld	Crailsheim	356	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	290,40	292,98
1199	2/27	3573000	5445162	494	Roßfeld	Crailsheim	361	01.02.88	Grünland		Oberboden	0	10	336,90	371,11
1071	2/27	3572767	5444235	494	Roßfeld	Crailsheim	327/3	25.10.89	Grünanlage	A	Oberboden	0	10	341,10	317,25
1023	2/27	3572965	5445260	494	Roßfeld	Crailsheim	44	01.05.89	Grünland	A	Oberboden	20	30	341,70	335,90
1009	2/27	3573042	5445185	494	Roßfeld	Crailsheim	362	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	344,30	339,18
1070	2/27	3572785	5445212	494	Roßfeld	Crailsheim	327/3	25.10.90	Grünanlage	A	Oberboden	0	10	359,00	340,30
1131	2/27	3572920	5445215	494	Roßfeld	Crailsheim	360	01.05.89	Grünland	Ap	Oberboden	10	15	400,80	382,62
1048	2/27	3572656	5445330	494	Roßfeld	Crailsheim	322/1	01.01.86	Grünland		Oberboden	0	10	425,10	385,94
1022	2/27	3572965	5445260	494	Roßfeld	Crailsheim	44	01.05.89	Grünland	A	Oberboden	10	20	545,90	561,69
1027	2/27	3572940	5445335	494	Roßfeld	Crailsheim	14	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	554,00	563,11
1014	2/27	3572990	5445285	494	Roßfeld	Crailsheim	44	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	559,70	594,35
1180	2/27	3572890	5445163	494	Roßfeld	Crailsheim	360	01.07.89	Grünland		Oberboden	0	10	605,60	574,88
1010	2/27	3572990	5445185	494	Roßfeld	Crailsheim	361	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	649,50	634,40
1013	2/27	3573042	5445283	494	Roßfeld	Crailsheim	14	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	671,20	657,26
1006	2/27	3573042	5445232	494	Roßfeld	Crailsheim	44	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	678,70	672,98
1024	2/27	3572840	5445185	494	Roßfeld	Crailsheim	359	01.05.89	Ziergarten		Oberboden	0	10	691,30	738,19
1021	2/27	3572915	5445210	494	Roßfeld	Crailsheim	360	01.05.89	Grünland	A	Oberboden	20	30	718,40	681,56
1036	2/27	3572740	5445235	494	Roßfeld	Crailsheim	327/3	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	729,50	754,56
Anzahl	der	Proben													37

Regierungspräsidium Stuttgart, April 2000, * = nicht bekannt, TE 01 = Toxizitätseinheiten Dioxin nach BGA ng/kg, TE 02 = Toxizitätseinheiten Dioxin nach Nato ng/kg

Anhang 4: Dioxingehalte von Böden in Crailsheim-Maulach 1000 – 10.000 ng I – TEq/kg TS, Tabelle 5

Standort Nr.	Projekt Nr.	Rechtsw.	Hochw.	Gem. Nr.	Gemarkung	Gemeinde	Flst. Nr.	Datum	Nutzung	Horiz.	Schicht	Von	Bis	TE01	TE02
1008	2/27	3572850	5445195	494	Roßfeld	Crailsheim	358	01.08.89	Andere Nutzung		Oberboden	0	40	1132,70	1090,08
1011	2/27	3572940	5445185	494	Roßfeld	Crailsheim	361	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	1160,50	1168,60
1034	2/27	3572740	5445285	494	Roßfeld	Crailsheim	327/3	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	1241,70	1221,90
1136	2/27	3572920	5445215	494	Roßfeld	Crailsheim	360	01.05.89	Grünland	Ap	Oberboden	20	30	1313,30	1261,20
1104	2/27	3573240	5445585	494	Roßfeld	Crailsheim	357	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	1326,00	1348,65
1005	2/27	3572990	5445235	494	Roßfeld	Crailsheim	361	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	1332,60	1342,77
1020	2/27	3572915	5445210	494	Roßfeld	Crailsheim	360	01.05.89	Grünland	A	Oberboden	10	20	1376,00	1213,76
1040	2/27	3573015	5445242	494	Roßfeld	Crailsheim	443	01.11.85	Grünland		Oberboden	0	10	1596,20	1549,51
1072	2/27	3572910	5445180	494	Roßfeld	Crailsheim	360/361	01.10.89	Grünanlage	A	Oberboden	0	10	1722,40	1601,15
1053	2/27	3572965	5445260	494	Roßfeld	Crailsheim	44	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	2127,10	1993,50
1012	2/27	3572890	5445185	494	Roßfeld	Crailsheim	360	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	2132,80	2052,50
1015	2/27	3572940	5445285	494	Roßfeld	Crailsheim	36	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	2236,30	2145,90
1051	2/27	3572940	5445210	494	Roßfeld	Crailsheim	361	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	2418,00	2462,50
1052	2/27	3572965	5445235	494	Roßfeld	Crailsheim	361	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	3674,50	3559,50
1035	2/27	3572790	5445235	494	Roßfeld	Crailsheim	327/3	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	3858,20	4068,70
1054	2/27	3572940	5445260	494	Roßfeld	Crailsheim	360	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	3947,50	3776,10
1175	2/19	3578095	5444130	490	Crailsheim	Crailsheim	2600	12.04.90	Oedland		Oberboden	25	45	4981,50	4264,84
1129	2/27	3572920	5445215	494	Roßfeld	Crailsheim	360	01.05.89	Grünland	A	Oberboden	0	5	5398,10	5092,26
1004	2/27	3572940	5445235	494	Roßfeld	Crailsheim	360	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	6405,10	6137,30
1128	2/27	3572920	5445215	494	Roßfeld	Crailsheim	360	01.05.89	Grünland	A	Oberboden	0	1	6424,40	6110,34

Standort Nr.	Projekt Nr.	Rechtsw.	Hochw.	Gem. Nr.	Gemarkung	Gemeinde	Flst. Nr.	Datum	Nutzung	Horiz.	Schicht	Von	Bis	TE01	TE02
1174	2/19	3578100	5444110	490	Crailsheim	Crailsheim	2600	12.04.90	Oedland		Oberboden	25	45	8015,60	7082,26
1130	2/27	3572920	5445215	494	Roßfeld	Crailsheim	360	01.05.89	Grünland	A	Oberboden	5	10	9119,10	8470,57
Anzahl	der	Proben													22

Regierungspräsidium Stuttgart, April 2000, TE 01 = Toxizitätseinheiten Dioxin nach BGA ng/kg, TE 02 = Toxizitätseinheiten Dioxin nach Nato ng/kg

Anhang 4: Dioxingehalte von Böden in Crailsheim-Maulach größer 10.000 ng l – TEq/kg TS, Tabelle 6

Standort Nr.	Projekt Nr.	Rechtsw.	Hochw.	Gem. Nr.	Gemarkung	Gemeinde	Fist. Nr.	Datum	Nutzung	Horiz.	Schicht	Von	Bis	TE01	TE02
1050	2/27	3572915	5445210	494	Roßfeld	Crailsheim	360	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	10207,90	9820,40
1003	2/27	3572930	5445235	494	Roßfeld	Crailsheim	360	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	10611,40	10507,00
1002	2/27	3572915	5445235	494	Roßfeld	Crailsheim	360	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	11846,10	12671,90
1049	12/27	3572890	5445210	494	Roßfeld	Crailsheim	360	01.05.89	Grünland		Oberboden	0	10	13151,60	13014,40
1001	12/27	3572902	5445235	494	Roßfeld	Crailsheim	360	15.05.89	Grünland	A	Oberboden	0	10	27766,70	28077,60
Anzahl	der	Proben													5

Regierungspräsidium Stuttgart, April 2000, TE 01 = Toxizitätseinheiten Dioxin nach BGA ng/kg, TE 02 = Toxizitätseinheiten Dioxin nach Nato ng/kg

Anhang 4: Schwermetalluntersuchungsergebnisse (Bodenproben Maulach, Probeneingang 09.06.89; RP Stg Ref. 34), Tabelle 7

Bodenproben Tgb.-Nr.:	Bodenproben Lfd. Nr./Bezeichnung (Schlag, Gewinn, usw.)	Bodenproben Flst. Nr.	Pb (Blei) [mg/1000 g Boden] Königswasser	Cd (Cadmium) [mg/1000 g Boden] Königswasser	Cr (Chrom) [mg/1000 g Boden] Königswasser	Cu (Kupfer) [mg/1000 g Boden] Königswasser	Ni (Nickel) [mg/1000 g Boden] Königswasser	Hg (Quecksilber) [mg/1000 g Boden] Königswasser	Zn (Zink) [mg/1000 g Boden] Königswasser
H0393/09	S1	230	22	< 0,05	49	20	31	0,10	80
H0393/10	S2	33	36	< 0,05	43	37	23	0,16	135
H0394/01	S3	10	37	< 0,05	44	20	20	0,14	145
H0394/02	S4	13/13/2	28	< 0,05	46	16	24	0,07	94
H0394/03	S5	Roßfeld	22	< 0,05	59	26	28	0,10	76
H0394/04	S6	15	65	0,11	39	47	27	0,20	185
H0394/05	S7	17	80	0,41	44	215	29	0,18	305
H0394/06	S8	327/3	68	0,09	56	135	39	0,09	95
H0394/07	S9	356/355	32	0,06	57	50	40	0,06	85
H0394/08	S10	361	140	0,32	55	215	35	0,12	160
H0394/09	S11	360	235	0,88	66	625	33	0,16	170
H0934/10	S12	360	885	2,1	67	2070	29	0,30	285
H0395/01	S13	358	315	0,26	16	1265	13	0,09	96
H0935/02	S14	50	99	< 0,05	69	99	35	0,12	100
H0395/03	S15	220	24	< 0,05	39	27	31	0,12	69
H0395/04	S16	117	14	< 0,05	53	11	40	0,04	76

Bodenproben Tgb.-Nr.:	Bodenproben Lfd. Nr./Bezeichnung (Schlag, Gewinn, usw.)	Bodenproben Flst. Nr.	Pb (Blei)	Cd (Cadmium)	Cr (Chrom)	Cu (Kupfer)	Ni (Nickel)	Hg (Quecksilber)	Zn (Zink)
			[mg/1000 g Boden] Königswasser	[mg/1000 g Boden] Königswasser	[mg/1000 g Boden] Königswasser	[mg/1000 g Boden] Königswasser	[mg/1000 g Boden] Königswasser	[mg/1000 g Boden] Königswasser	[mg/1000 g Boden] Königswasser
H0395/05	S17	566	24	0,05	51	15	36	0,08	78
H0395/06	S18	579	29	< 0,05	56	40	37	0,09	76

Dr. R. Schmid, Landesanstalt für landwirtschaftliche Chemie – Bodenuntersuchung - , Universität Hohenheim

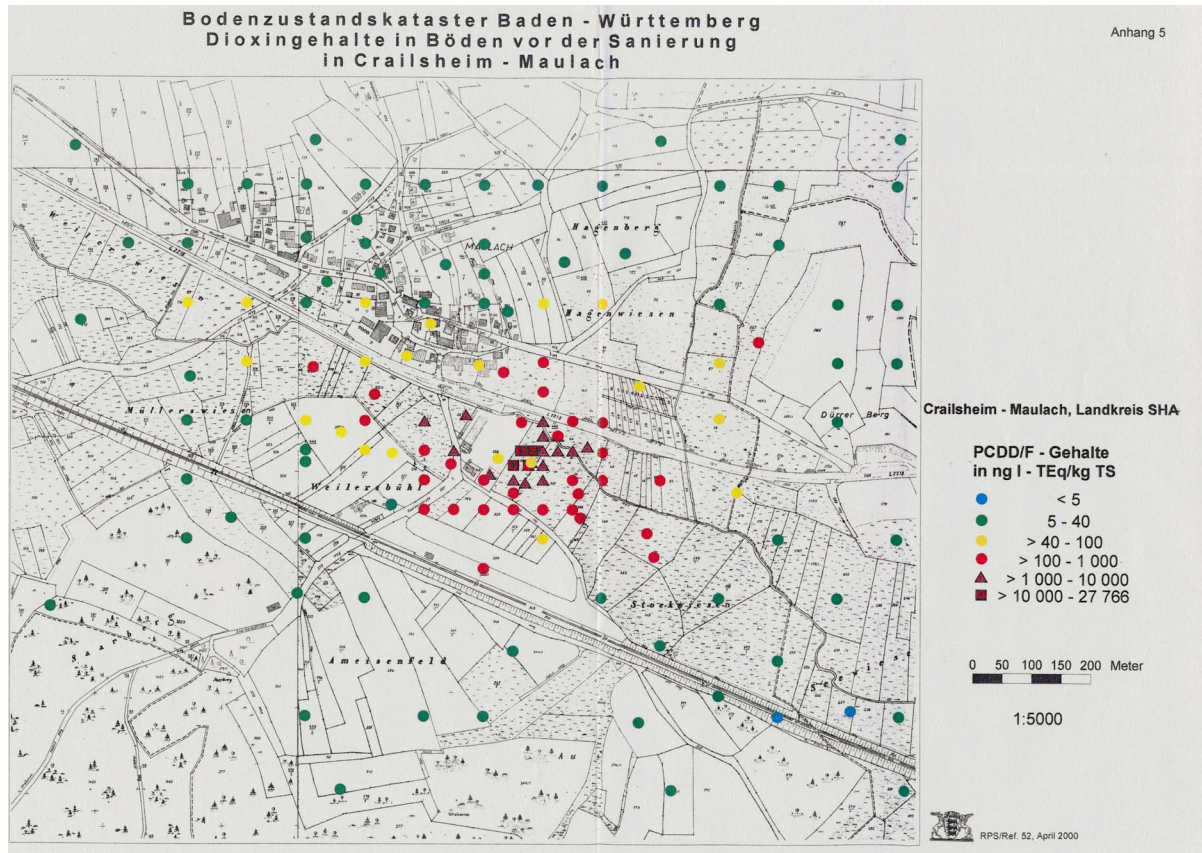
Anhang 4: PCB-Untersuchungsergebnisse (berechnet als Clophen A 60) 1989, Crailsheim-Maulach, Tabelle 8

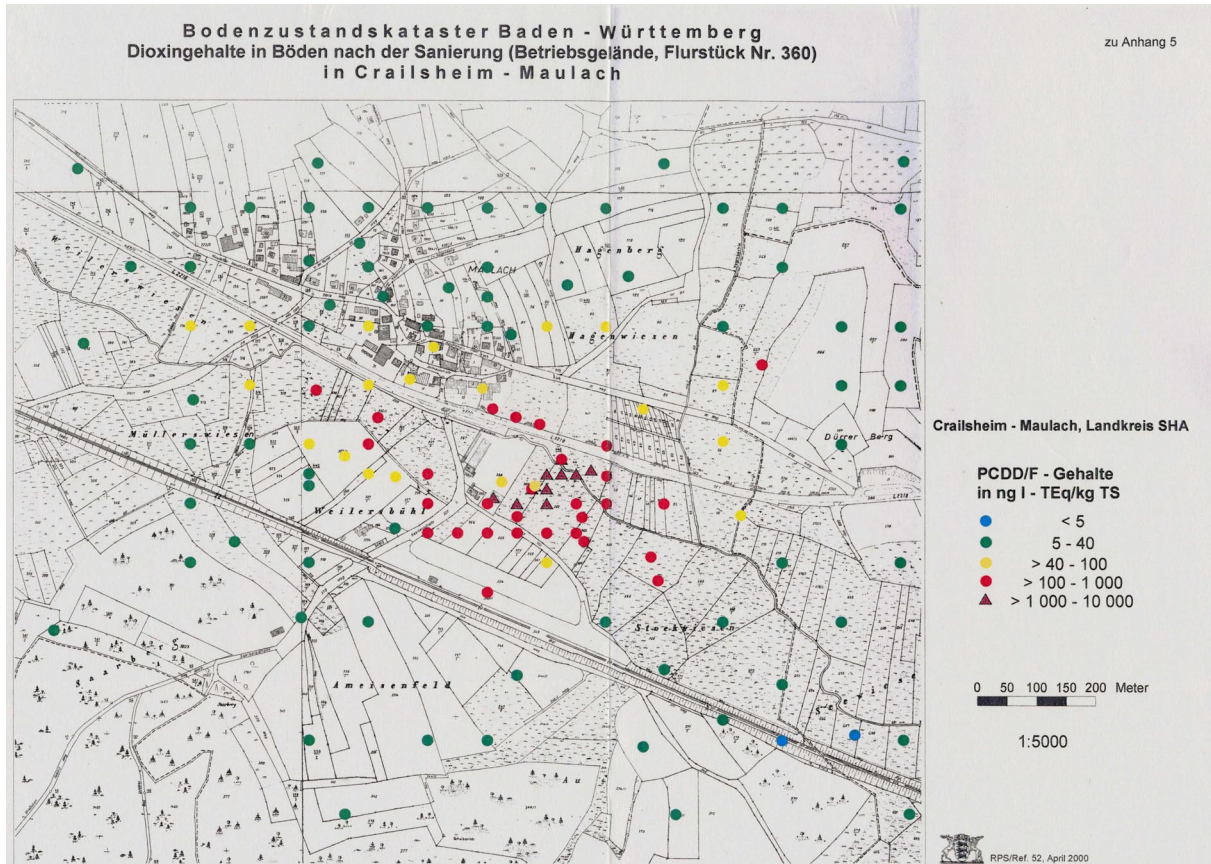
Dioxin (ng/kg)	PCB (mg/kg)	Standort	Flurstück
1333	0,073	P8	Flst. 361
729	0,054	P6	Flst. 327/3
290	0,017	P7	Flst. 356/355
22	0,018	P4	Flst. 579
20	0,012	P1	Flst. 220
17	0,013	P3	Flst. 566
11	0,010	P2	Flst. 117
-	0,031	P5	Flst. 50

0,2 PCB-Richtwert nach Prof. Seibold
0,02 PCB-Durchschnittswert landesweit

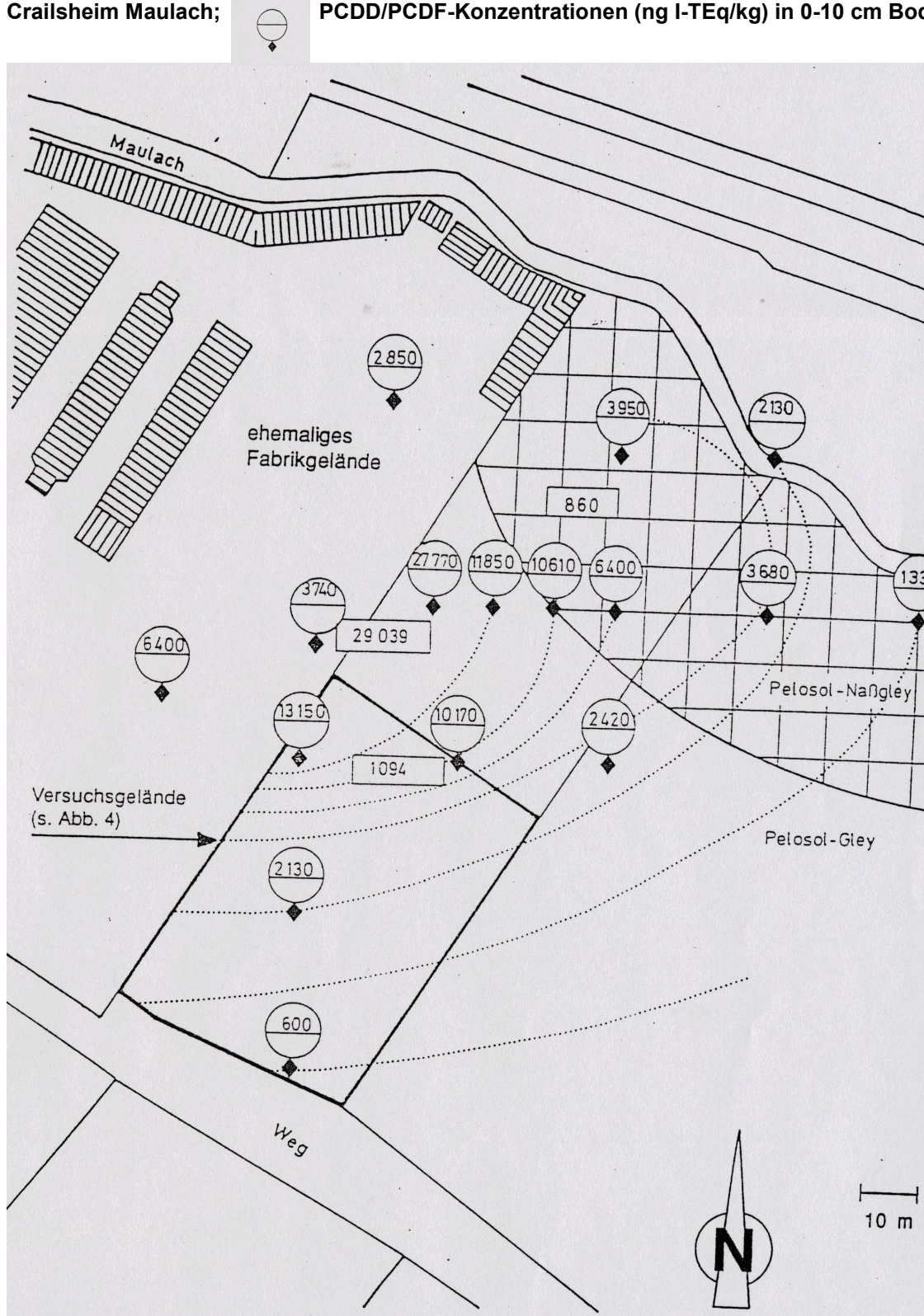
VwV organische Schadstoffe:
PCB - Hintergrundwert für Mineralboden: 13 µg/kg Boden
PCB - Prüfwert Schutzgut Mensch,
Kinderspielfläche : 600 µg/kg

Belastungswert Wasser: 0,01 µg/l

Anhang 5, Bild 1: Bodenzustandskataster Baden – Württemberg, Dioxingehalte in Böden vor der Sanierung in Crailsheim – Maulach

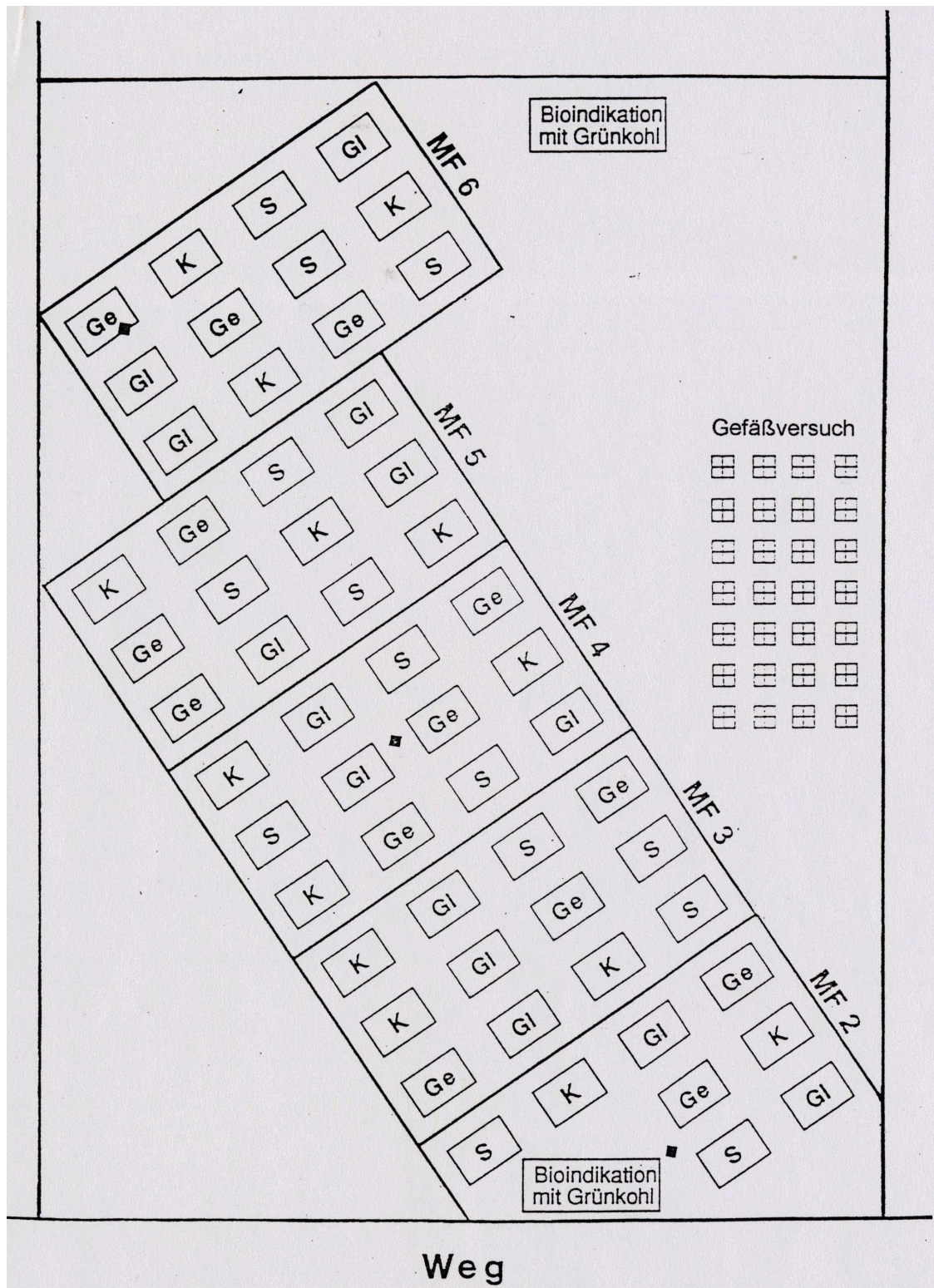
Anhang 5, Bild 2: Bodenzustandskataster Baden – Württemberg, Dioxingehalte in Böden nach der Sanierung (Betriebsgelände, Flurstück Nr. 360) in Crailsheim – Maulach

Anhang 6 (Abbildung 3 der Dissertation von Dr. A. Hülster):
 Übersicht über Lage und PCDD/PCDF-Belastung des Versuchsfeldes
 Crailsheim Maulach; PCDD/PCDF-Konzentrationen (ng I-TEQ/kg) in 0-10 cm Bodentiefe



aus Hülster, A., „Transfer von polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen und Dibenzofuranen (PCDD/PCDF) aus unterschiedlich stark belasteten Böden in Nahrungs- u. Futterpflanzen“, Verlag Ulrich E. Grauer, Stuttgart 1994

Anhang 7 [1] (Abbildung 4 der Dissertation von Dr. A. Hülster:
Lage der Feld- (□), Gefäß- (▣) und Bioindikationsversuche auf dem Versuchsfeld
Maulach (1990); Ge = Sommergerste, Gl = Grünland, K = Kartoffeln, S = Kopfsalat



aus Hülster, A., „Transfer von polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen und Dibenzofuranen (PCDD/PCDF) aus unterschiedlich stark belasteten Böden in Nahrungs- u. Futterpflanzen“, Verlag Ulrich E. Grauer, Stuttgart 1994

Anhang 7 [2]

Tabelle 4: PCDD/PCDF – Konzentrationen (ng I – TEq/kg Boden) der Böden des Feldversuchs

Feld	MF 1	MF 2	MF 3	MF 4	MF 5	MF 6
PCDD/PCDF	4,8	328	845	2390	5752	12800

Tabelle 5: PCDD/PCDF – Konzentrationen, Herkunft und Bodeneigenschaften der für die Gefäßversuche verwendeten Böden

Herkunft	Maulach	Rastatt	Eppingen
PCDD/PCDF-Konzentrationen (ng I-TEq/kg)	3776 (G7) 1736 (G5) 1065 (G 4) 319 (G2) 2,0 (G M)	5335 (G 6) 540 (G 3) 22,5 (G R)	230 (G 1) 3,0 (G E)
Körnung	toniger Lehm	lehmiger Sand	Schluff
pH-Wert	6,2	5,9	6,9
KAK (mval/kg)	450	152	182
org. Substanz (%)	8,1	3,2	1,9

aus Hülster, A., „Transfer von polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen und Dibenzofuranen (PCDD/PCDF) aus unterschiedlich stark belasteten Böden in Nahrungs- und Futterpflanzen“, Verlag Ulrich E. Grauer, Stuttgart, 1994

Anhang 8

**Vorschlag der Länder-Arbeitsgruppe Dioxin-Belastungen der Nahrungsmittel der AMK
(Agrarministerkonferenz in Otzenhausen am 17/18. März 1994)**
**Maßnahmen zur Verminderung der Verschmutzung des Futters mit Boden bei der Aufnahme
von Grünland- und Ackerfutter**
1. Schnittnutzung bei Grünland (Grünfutter, Silage, Heu)

Ursache der Verschmutzung	Maßnahme zur Abhilfe
- lückiger Pflanzenbestand • grundsätzlich	• Nach - oder Übersaat
• ungünstige Zusammensetzung des Pflanzenbestandes	• standortgerechte Arten - und Sortenwahl • Anpassung von Düngung und Nutzung • häufigere Nutzung ergibt dichte Narbe • Unkrautbekämpfung
• Maulwurfs- oder Wühlmaushaufen	• direkte Bekämpfung (bei Wühlmäusen) • Abschleppen des Bestandes • Walzen des Bestandes • Aufstellen von Sitzkrücken für Greifvögel • Intensive Beweidung mit Schafherden (Einebnen von Haufen, Eintreten von Gängen, Schädigen oder Vertreiben der Nager)
- Fahrspuren	• Befahren nur bei ausreichender Tragfähigkeit des Bodens • Anpassung der Bereifung an das Gewicht der Maschinen
- Maschineneinstellung	• höher mähen (minimale Nutzungstiefe liegt bei 5-7 cm) • sorgfältiges Einstellen der Ladewagen- u. Nücksler-pick-up sowie der übrigen Werbegeräte (Schwader, Wender) insbe- sondere bei Moorböden
- häufige Bearbeitung (Wendevorgänge)	• zügiges Anwelken mit großer Schlagkraft • Verzicht auf einen Wendevorgang durch Konservierungsverfahren, bei denen rascheres Einfahren möglich ist (z.B. Heubelüftung an Stelle von Boden- heubereitung, Siliermitteleinsatz) • Einsatz von Mähgutaufbereitern

Ursache der Verschmutzung	Maßnahme zur Abhilfe
- Futtertransport	<ul style="list-style-type: none">• Vermeiden von Staubentwicklung beim Transport durch Anpassen der Fahrgeschwindigkeit
- Futtereinlagerung	<ul style="list-style-type: none">• <u>im Fahrsilo</u> Überfahren des Futters mögl. nur mit sauberen Schlepperreifen (vor Silo evtl. Betonplatte oder Bodenfolie installieren)• <u>am Hochsilo</u> Zwischenlagerung des Futters vor Gebläsebeschickung nur auf befestigter Bodenplatte bzw. Befüllung über Dosiergerät
- nasses oder feuchtes Grünfutter	<ul style="list-style-type: none">• Mahd möglichst bei abgetrocknetem Pflanzenbestand• späterer Schnittzeitpunkt am Tag• an Regentagen schonende Ackerfütterwerbung mit größerer Schnitthöhe
- Nasssilagebereitung	<ul style="list-style-type: none">• längeres Anwelken des Futters

2. Weidewirtschaft (auf Grünland und Ackerfutterflächen)

Ursache der Verschmutzung	Maßnahme zur Abhilfe
- Narbenschäden	<ul style="list-style-type: none"> • Nach- bzw. Übersaat • kurze Weidephasen bei Regen oder feuchtem Boden • bei nasser Witterung ist auf das Beweiden von Ackerfutter zu verzichten • angepasster Viehbesatz • Moorböden nicht oder nur mit leichteren Tieren beweiden (Jungtiere bzw. kleinwüchsige Rassen) • Wechsel der Weidetore und der Tränkestellen • Unterstand (Hütte) mit befestigter Bodenplatte • bei Regenwetter auf trockenere Flächen ausweichen
- zu tiefe Nutzung	<ul style="list-style-type: none"> • durch Einkalkulieren von genügend Weiderest (ca. 20 % des Futteraufwuchses) • Verbisstiefe steuern (anzustreben sind ca. 3 - 5 cm Nutzungstiefe) • Viehbesatz reduzieren • rechtzeitiger Weidewechsel
- Starkregen	<ul style="list-style-type: none"> • Auftrieb nicht unmittelbar nach Starkregen - fällen (Anspritzen des Futters)

3. Ackerfutter

Ursache der Verschmutzung	Maßnahme zur Abhilfe
- lückiger Pflanzenbestand	<ul style="list-style-type: none"> • bei besonders lückigem Bestand Verzicht auf Futternutzung
- Lager	<ul style="list-style-type: none"> • Verwendung standfester Sorten • kein Anbau von leicht lagernden Zwischenfrüchten (z.B. Erbsen)
- zu tiefe Nutzung	<ul style="list-style-type: none"> • bei Schnittnutzung von Ackerfutter die entsprechenden Regeln bei Grünland beachten • hoher Schnitt (5 - 7 cm)
- unregelmäßige Bodenoberfläche	<ul style="list-style-type: none"> • auf gleichmäßige Bodenbearbeitung und Saattbettbereitung achten
- anhaftende Erde bei Futter - und Stoppelrüben	<ul style="list-style-type: none"> • nur gewaschen verfüttern • besser auf Silomais, Klee gras o.ä. ausweichen • Verzicht auf Feldzwischenlagerung bei Rübenblatt

Bearbeitung: LVVG AULENDORF - Dr. Elsässer/Nußbaum, 1993

Anhang 9: Flurstückliste, Gemarkung: 080494 Roßfeld, Gemeinde Crailsheim, Schwäbisch Hall

Flurstück	Fläche m ²	Ver- messen	Riss	Veränder- ungsnach- weis	Akten- zeichen	Be- nutzer	Persönliches Feld	Grundstück	Landes- eigentum
00014/001 002 Zollhausstraße 1	7500	Ja	NO6161	20.08.97	SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0064	Ja
00035/000 000 Weilerswiesen	2758	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0012	Ja
00036/000 000 Weilersbühl	550	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0102	Ja
00044/000 000 Hofwiesen	5255	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0025	Ja
00045/000 000 Hofwiesen	3569	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0077	Ja
00046/000 000 Krautgartenwasenteil	921	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0010	Ja
00047/000 000 Krautgartenwasenteil	1636	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0029	Ja
00048/000 000 Krautgartenwasenteil	789	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0013	Ja
00049/000 000 Krautgartenwasenteil	767	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0036	Ja
00050/000 000 Krautgartenwasenteil	1528	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0031	Ja
00057/000 000 Krautgarten	659	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0042	Ja
00058/000 000 Krautgarten	871	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0042	Ja
00060/000 000 Krautgarten	447	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0067	Ja
00061/000 000 Krautgarten	433	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0006	Ja
00062/000 000 Krautgarten	925	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0072	Ja
00063/000 000 Krautgarten	460	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0100	Ja
00064/000 000 Krautgarten	483	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0096	Ja

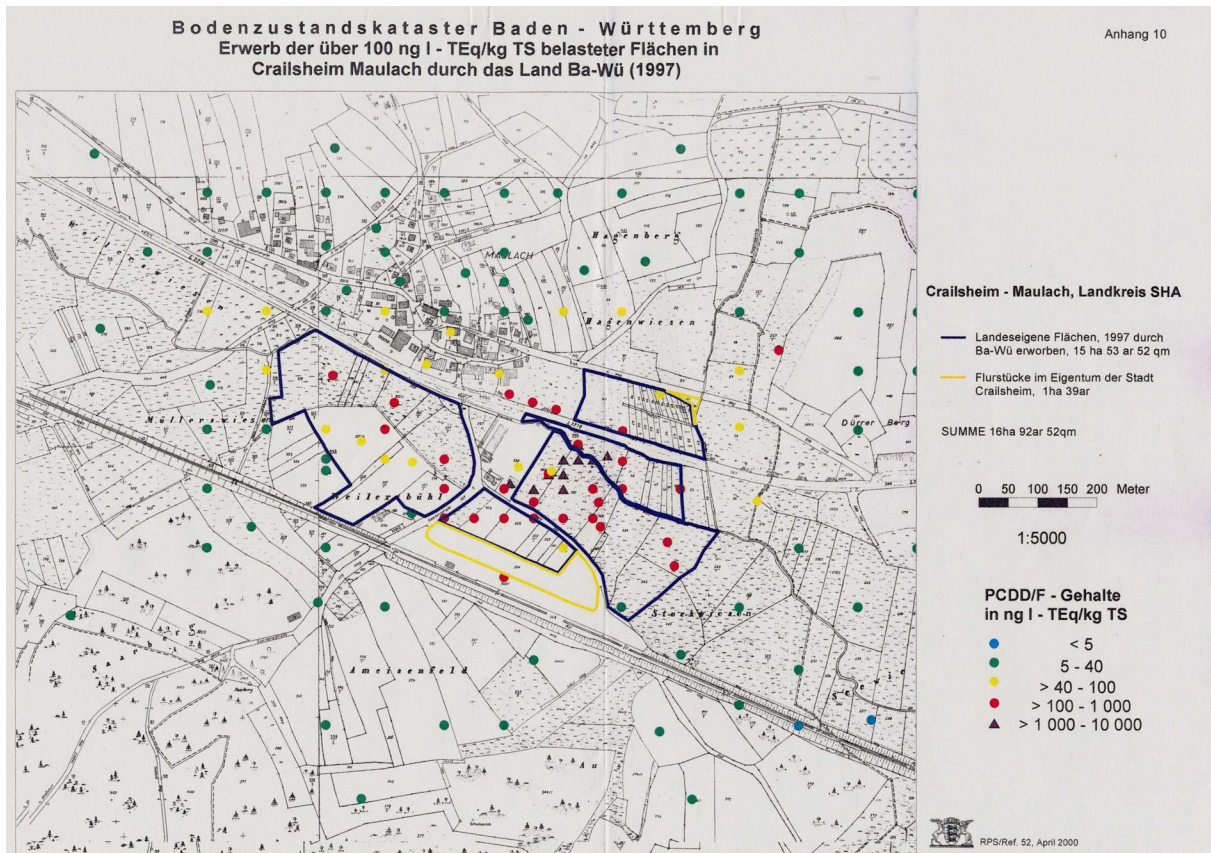
Flurstück	Fläche m ²	Ver- messen	Riss	Veränder- ungsnach- weis	Akten- zeichen	Be- nutzer	Persönliches Feld	Grundstück	Landes- eigentum
00065/000 000 Krautgarten	480	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0089	Ja
00066/000 000 Krautgarten	472	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0046	Ja
00067/000 000 Krautgarten	582	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0069	Ja
00070/000 000 Krautgarten	392	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0083	Ja
00071/000 000 Krautgarten	563	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0085	Ja
00073/000 000 Krautgarten	194	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0039	Ja
00074/000 000 Krautgarten	389	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0074	Ja
00075/000 000 Krautgarten	375	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0101	Ja
00076/000 000 Krautgarten	188	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0091	Ja
00077/000 000 Krautgarten	188	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0087	Ja
00078/000 000 Krautgarten	388	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0052	Ja
00079/000 000 Krautgarten	395	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0008	Ja
00080/000 000 Krautgarten	387	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0050	Ja
00081/000 000 Krautgarten	409	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0054	Ja
00082/001 000 Krautgarten	206	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0065	Ja
00082/002 000 Krautgarten	200	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0015	Ja
00083/000 000 Krautgarten	429	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0041	Ja
00319/000 000 Weilersbühl	14324	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0034	Ja
00320/000 000 Weilerswiesen	974	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0049	Ja
00321/000 000 Weilerswiesen	939	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0045	Ja

Flurstück	Fläche m ²	Ver- messen	Riss	Veränder- ungsnach- weis	Akten- zeichen	Be- nutzer	Persönliches Feld	Grundstück	Landes- eigentum
00322/001 000 Weilerswiesen	4616	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0044	Ja
00322/002 000 Weilerswiesen	2347	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0093	Ja
00322/003 000 Weilersbühl	12433	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0035	Ja
00326/002 000 Weilersbühl	1957	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0021	Ja
00327/002 000 Saarbergstraße	4760	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0019	Ja
00327/003 000 Weilersbühl	19104	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0081	Ja
00350/000 000 Ameisenfeld	1521	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0023	Ja
00351/000 000 Ameisenfeld	619	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0048	Ja
00352/000 000 Ameisenfeld	1174	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0076	Ja
00353/002 000 Ameisenfeld	1391	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0082	Ja
00355/000 000 Ameisenfeld	3867	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0024	Ja
00356/000 000 Ameisenfeld	5257	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0094	Ja
00360/000 000 Gartenwiesen	5328	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0026	Ja
00361/000 000 Gartenwiesen	11012	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 00161L 0071	Ja
00362/000 000 Gartenwiesen	3473	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0038	Ja
00363/000 000 Gartenwiesen	8520	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0079	Ja
00364/000 000 Gartenwiesen	515	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0018	Ja
00366/000 000 Gartenwiesen	7171	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0017	Ja

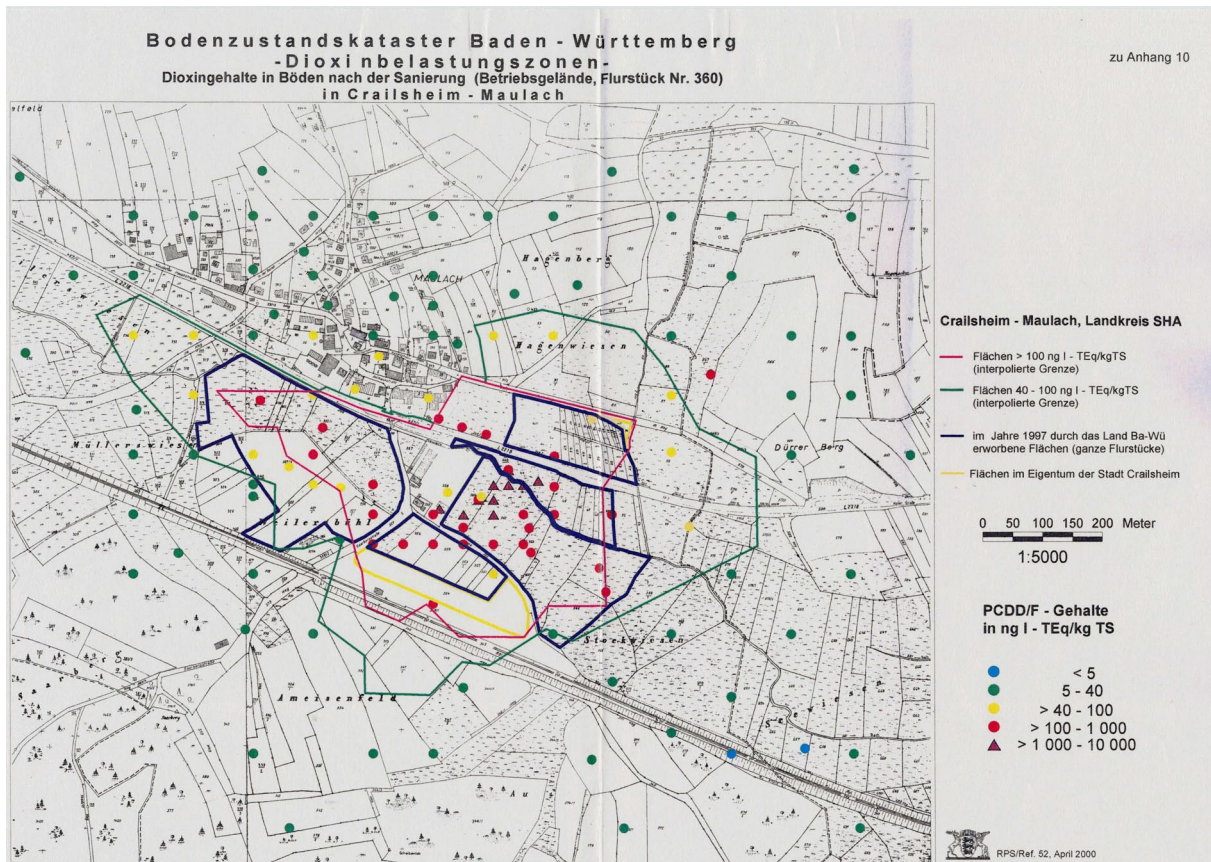
Flurstück	Fläche m ²	Ver- messen	Riss	Veränder- ungsnach- weis	Akten- zei- chen	Be- nutzer	Persönliches Feld	Grundstück	Landes- eigentum
00367/000 000 Gartenwiesen	8262	Ja			SHA/014-50	B24	liegt in Flurbereinigung	080494 01161L 0027	Ja
Summe Gemarkung	155352								

Staatliches Vermögens- und Bauamt, Heilbronn, 20.11.1997

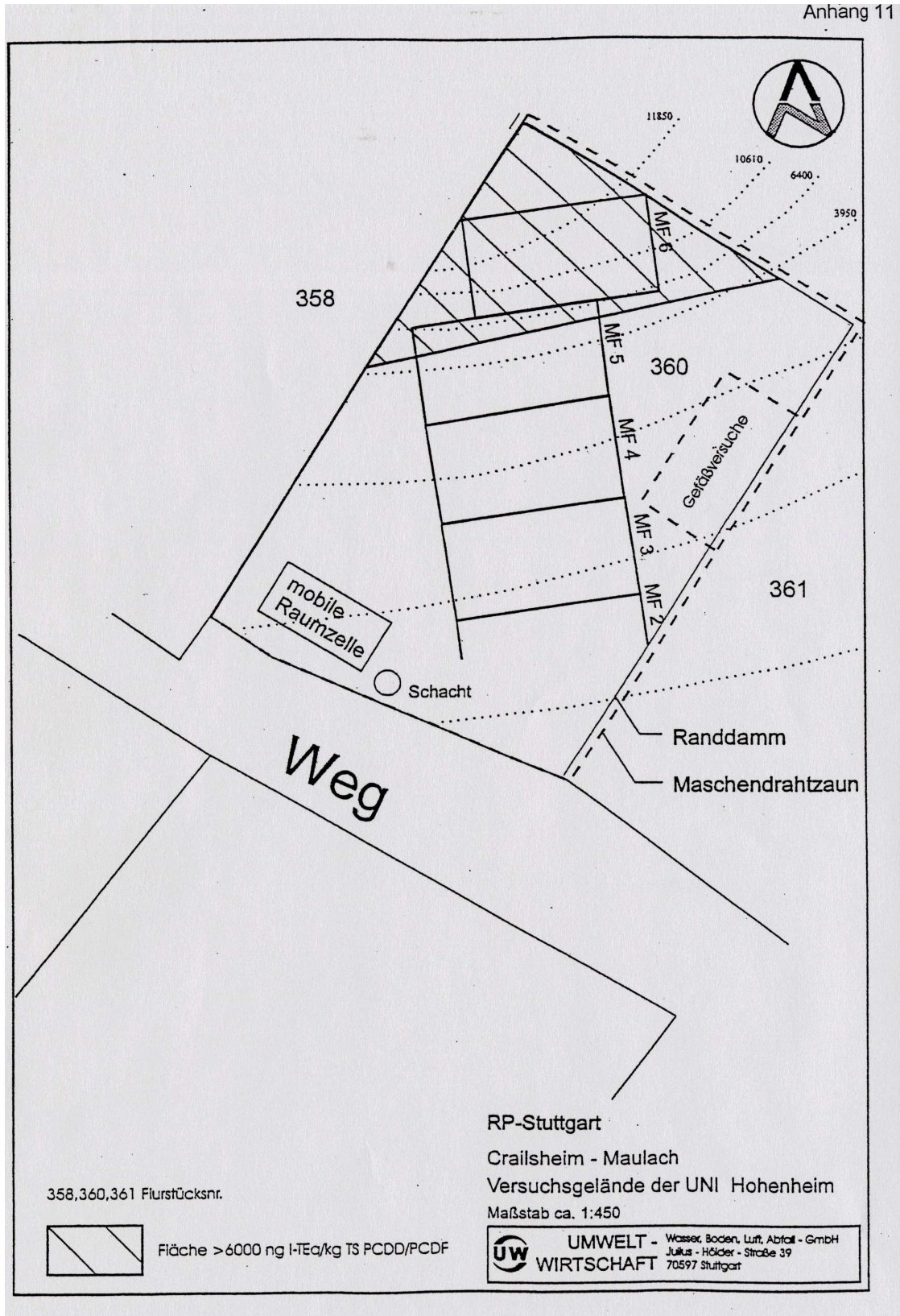
Anhang 10, Bild 1: Bodenzustandskataster Baden-Württemberg; Erwerb der über 100 ng I – TEq/kg TS belasteter Flächen in Crailsheim Maulach durch das Land Baden-Württemberg (1977)



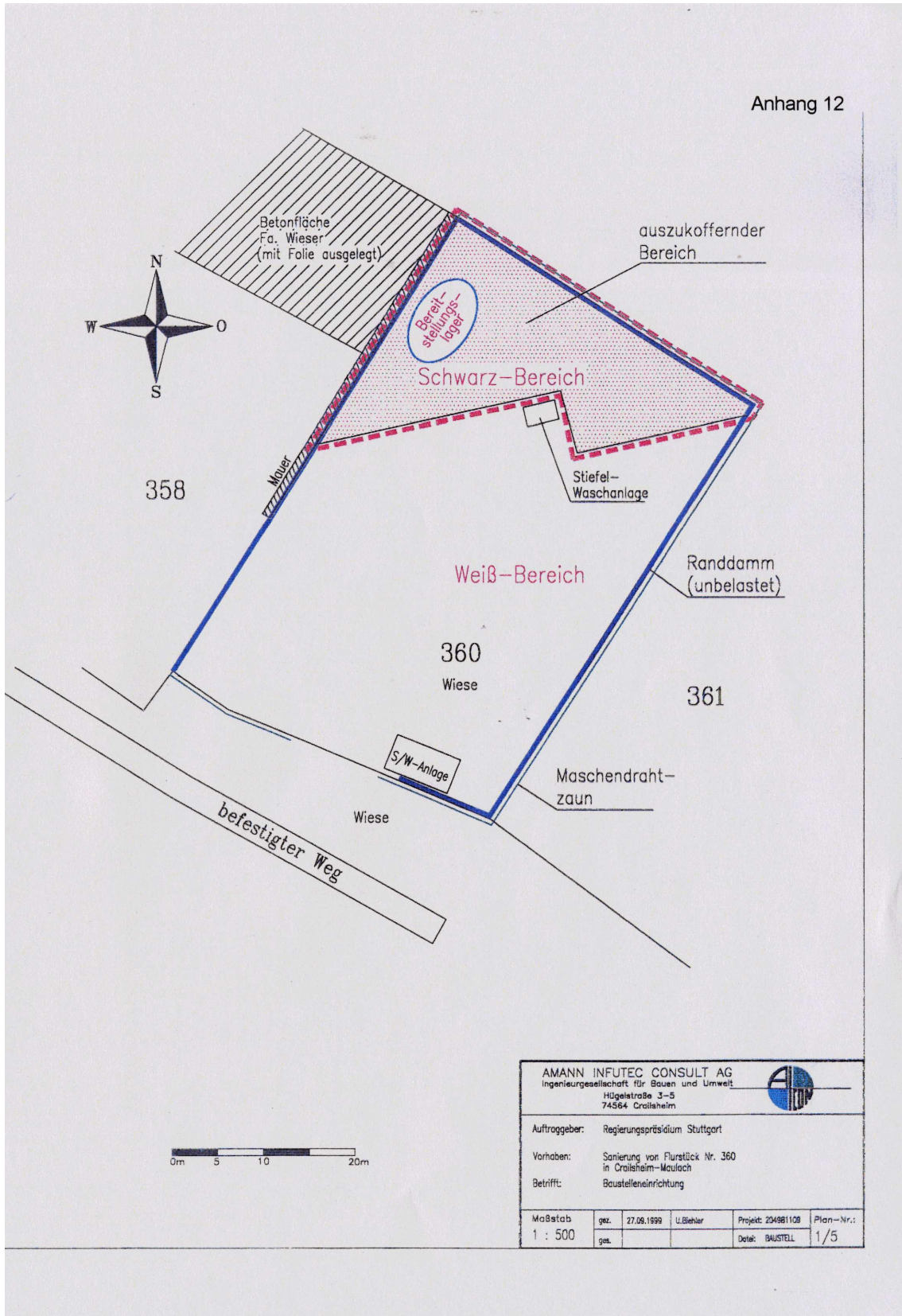
Anhang 10, Bild 2: Bodenzustandskataster Baden-Württemberg – Dioxinbelastungszonen – Dioxingehalte in Böden nach der Sanierung (Betriebsgelände, Flurstück Nr. 360) in Crailsheim – Maulach



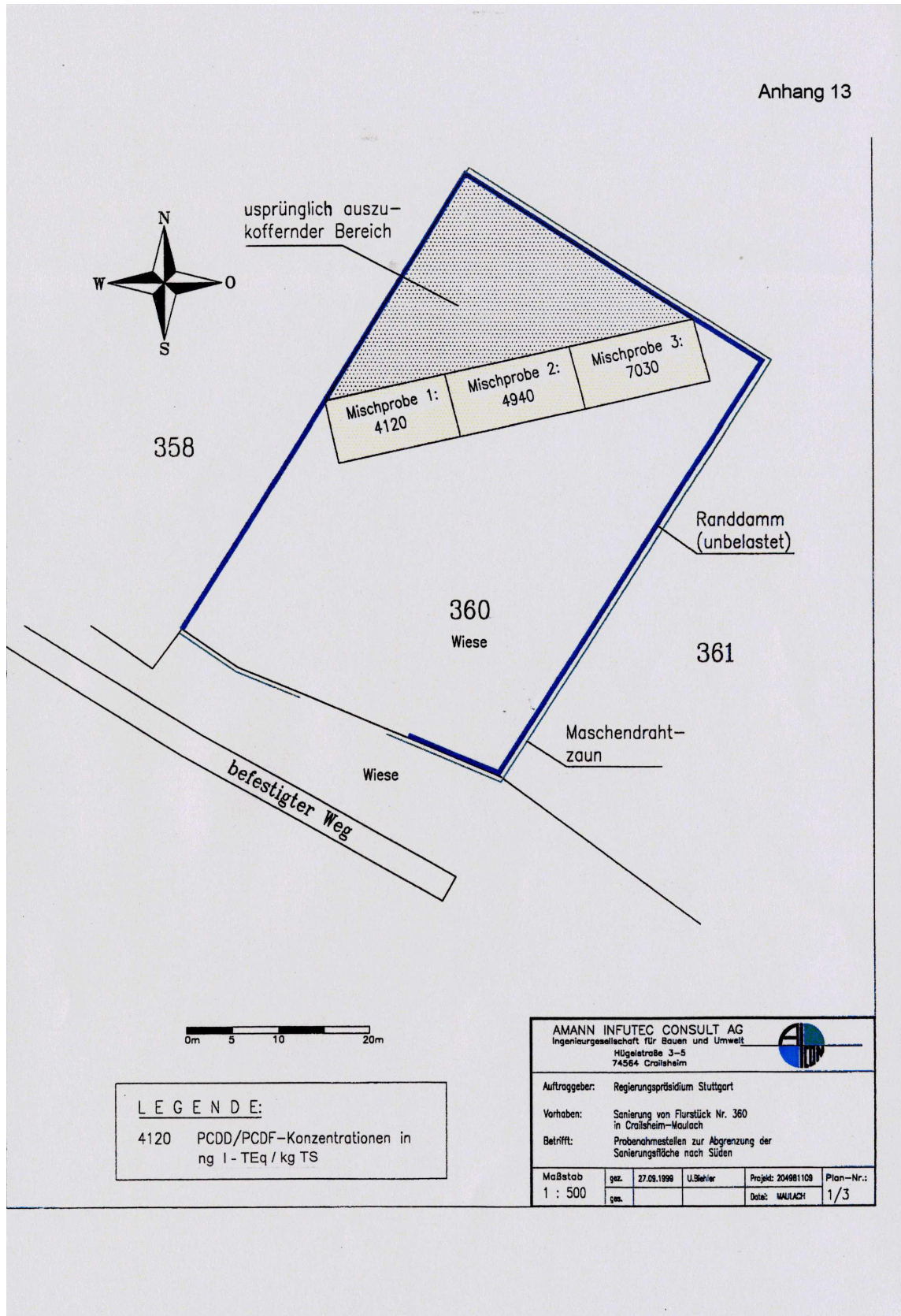
**Anhang 11: Crailsheim – Maulach; Versuchsgelände der Uni Hohenheim
Maßstab ca. 1:450**



Anhang 12: Sanierung von Flurstück Nr. 360 in Crailsheim-Maulach, Baustelleneinrichtung



Anhang 13: Sanierung von Flurstück Nr. 360 in Crailsheim – Maulach, Probenahmestellen zur Abgrenzung der Sanierungsfläche nach Süden



Anhang 14: Sanierung von Flurstück Nr. 360 in Crailsheim – Maulach, Lageplan Sanierungsgelände

