Stadt Hennef
Der Stadtdirektor
Amt 61
Frankfurter Straße 97
53773 Hennef

Altlasten- und baugrundtechnische Untersuchungen
im städtebaulichen Entwicklungsbereich
„Südliche Innenstadt“ in 53773 Hennef

DR. TILLMANNS & PARTNER GMBH
Kopernikusstr. 5 • 50126 Bergheim
Tel.: 02271/801-0 • Fax: 02271/801-108

MAPPENINHALT

1.	Erläuterungsbericht	
2.	Übersichtskarte M 1:5.000	Anlage 1
3.	Lageplan M 1:5000, geplante Bebauung	Anlage 2
4.	Schadstoffpotentialkarte M 1:1.000	Anlage 3
5.	Geologisch-hydrogeologische Profilschnitte M 1:1.000/1:100, 1:1.000/1:500	Anlage 4
6.	Grundwasserhöhengleichenplan M 1:5.000	Anlage 5
7.	Lageplan M 1:1.000 mit Lage der RKS und RS	Anlage 6
8.	Profilschnitte 1-1' bis 11-11', M 1:500/1:100	Anlage 7
9.	Auffüllungsmächtigkeitskarte M 1:1.000	Anlage 8
10.	Bodenbelastungskarte M 1:1.000	Anlage 9
11.	Schichtenverzeichnisse der Rammkernsondierungen	Anlage 10
12.	Ergebnisse der Rammsondierungen Rammdiagramme	Anlage 11
13.	Ergebnisse der Rammsondierungen Schlagzahlprotokolle	Anlage 12
14.	Vermessungsprotokolle	Anlage 13
15.	Ergebnisse der Sickerversuche	Anlage 14
16.	Bemessung der Versickerung	Anlage 15
17.	Analysenergebnisse	Anlage 16

PROJEKT NR.:

2462-6-97

INHALTSVERZEICHNIS

1. ALLGEMEINES UND VERANLASSUNG 1

2. AUFGABENSTELLUNG 2

3. VORLIEGENDE UNTERLAGEN 5

4. UNTERSUCHUNGSGANG 8

5. BESCHREIBUNG DER GEOLOGISCH-HYDROGEOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE 9

IM UNTERSUCHUNGSGEBIET 9

I. TEIL: ALTLASTENTECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN 14

6. HISTORISCHE ENTWICKLUNG 14

7. AUSWERTUNG DER VORLIEGENDEN UNTERSUCHUNGEN FÜR DIE GRUND- 23

STÜCKE IM ENTWICKLUNGSBEREICH 23

7.1 EHEM. FA. JACOBI (1) 23

7.2 SCHROTTPLATZ DER FA. RICHARZ (2) 26

7.3 GÜTERBAHNHOF HENNEF (3) 26

7.4 RAIFFEISEN-MARKT (RWZ-MARKT) (4) 27

7.5 FLUR 18, FLURSTÜCK 372 (KLEEWIESE) (5) 27

7.6 EHEM. FA. ERSFELD (6) 28

7.7 FLUR 5, FLURSTÜCK 389, WIESE ÖSTLICH DER FA. ZELTER (7) 29

7.8 EHEM. ZIEGELEI UND GETREIDEMÜHLE MUES (8) 30

7.9 EHEM. BP-TANKSTELLE FRANKFURTER STR. 42 (9) 30

7.10 LIPGENSHOF (10) 31

7.11 GÄRTNEREI SCHMITZ (11) 32

7.12 WEITERE GRUNDSTÜCKE 32

8. SCHADSTOFFPOTENTIALE UND UNTERSUCHUNGSPROGRAMM 33

9. UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE 34

9.1 EHEM. JACOBI-GELÄNDE 37

9.2 FLUR 18, FLURSTÜCK 372 (KLEEWIESE ÖSTLICH DES JACOBI- 38

GELÄNDES) 38

9.3 SCHROTTPLATZ RICHARZ 39

9.4 RAIFFEISENMARKT/GÜTERBAHNHOF 40

9.5 LIPGENSHOF 41

9.6 EHEM. BP-TANKSTELLE FRANKFURTER STRAßE 42

9.7 EHEM. FA. ERSFELD 42

9.8 FLUR 5, FLURSTÜCK 389 (WIESE ÖSTLICH DER FA. ZELTER) 43

9.9 ZIEGELEI MUES 44

10. CHEMISCH-PHYSIKALISCHE UNTERSUCHUNGEN 45

10.1 UNTERSUCHUNG AUF DIE PARAMETER DER LAGA-LISTE BODEN 48

10.2. MINERALÖLÄHNLICHE KOHLENWASSERSTOFFE 57

10.3 POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOHLENWASSERSTOFFE (PAK) 61

10.4 POLYCHLORIERTE BIPHENYLE (PCB) 63

11. BEWERTUNG DER BODENUNTERSUCHUNGEN IM HINBLICK AUF DIE GE- 64

PLANTE NUTZUNG 64

12. VERWERTUNGS/ENTSORGUNGSWEGE FÜR DIE ANFALLENDEN AUSHUB- 66

MASSEN 66

13. KOSTENSCHÄTZUNG FÜR DIE VERWERTUNG/ENTSORGUNG DER ANFAL- 72

LENDEN AUSHUBMASSEN 72

14. ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE AUS ALTLASTENTECHNISCHER 76

SICHT 76

II. TEIL: BAUGRUNDTECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN 86

15. ALLGEMEINES UND UNTERSUCHUNGSGANG 86

16. ERGEBNISSE DER RAMMKERNSONDIERUNGEN 88

17. ERGEBNISSE DER RAMMSONDIERUNGEN 90

18. BAUGRUNDVERHÄLTNISSE 92

18.1 BODENKLASSEN 92

18.2 BODENMECHANISCHE KENNWERTE 93

18.3 GRÜNDUNGSVORSCHLAG 94

II. TEIL: BAUGRUNDUNTERSUCHUNG **85**

15. ALLGEMEINES UND UNTERSUCHUNGSGANG **85**

16. ERGEBNISSE DER RAMMKERNSONDIERUNGEN **87**

17. ERGEBNISSE DER RAMMSONDIERUNGEN **89**

18. BAUGRUNDVERHÄLTNISSE **91**

19. DURCHFÜHRUNG UND AUSWERTUNG VON SICKERVERSUCHEN **96**

20. ZUSAMMENFASSUNG UND BEWERTUNG AUS BAUGRUND-

TECHNISCHER SICHT **102**

Altlasten- und baugrundtechnische Untersuchungen im städtebaulichen Entwicklungsbereich „Südliche Innenstadt“ in 53773 Hennef

1. Allgemeines und Veranlassung

Die Stadt Hennef beabsichtigt, die „Südliche Innenstadt“ städtebaulich neu zu ordnen. Der Entwicklungsbereich umfaßt als zentralen Bereich das Gelände der ehem. Eisengießerei und Maschinenfabrik Jacobi sowie die östlich angrenzenden Bereiche. Im Rahmen der städtebaulichen Neuordnung soll der Entwicklungsbereich einer Neunutzung in Form einer gemischten Wohn- und Gewerbenutzung zugeführt werden.

Der städtebauliche Entwicklungsbereich umfaßt ein Areal von ca. 22 ha und wird folgendermaßen begrenzt:

Im Norden durch die Gleise der Bahn,
im Westen durch die Beethovenstraße,
im Süden durch die Bonner Straße,
im Osten und Nordosten durch die Frankfurter und Wippenhohner Straße.

Mittels altlastentechnischer Untersuchungen sollte im Vorfeld der geplanten Neubebauung die Belastungssituation des Bebauungsgebietes untersucht, sanierungsbedürftige Bereiche ausgewiesen und Verwertungs-/Entsorgungswege für die anfallenden Böden aufgezeigt werden. Zusätzlich sollte eine Baugrundvorerkundung sowie eine Erkundung der Versic??kerungsfähigkeit des Untergrunds durchgeführt werden.

Mit Schreiben vom 21.04.97 wurde das Ingenieurbüro Dr. Tillmanns & Partner GmbH in 50126 Bergheim von der Stadt Hennef mit den notwendigen altlasten- und baugrundtechnischen Untersuchungen für den Entwicklungsbereich „Südliche Innenstadt“ beauftragt.

In der Übersichtskarte in Anlage 1 ist der derzeitige Bebauungsstand des Untersuchungsgebiets ausgewiesen. Die Übersichtskarte in Anlage 2 weist die geplante Bebauung aus.

2. Aufgabenstellung

Auf der Grundlage des Angebotes vom 11.02.97 wurde der Unterzeichnende mit der Durchführung nachfolgender Arbeiten beauftragt:

- Erkundung, Beschreibung und Darstellung der historischen Entwicklung des vom Rahmenplan erfaßten Areals mittels Zusammenstellung, Einsichtnahme und Auswertung von Kartenunterlagen, altlastenrelevanten Gutachten sowie Unterlagen der Stadt Hennef und der UWAB des Rhein-Sieg-Kreises;

- Begehung des vom Rahmenplan erfaßten Areals zur Erkundung, Beschreibung und Darstellung der derzeitigen Nutzungssituation;

- Erstellung einer Schadstoffpotentialkarte für das Untersuchungsgebiet auf der Grundlage der erfaßten Altstandorte und gegebenenfalls Altablagerungen sowie der derzeitigen gewerblich-industriellen Nutzungen;

- Zusammenstellung, Einsichtnahme und Auswertung bereits erstellter altlastentechnischer Gutachten für Altstandorte, gegebenenfalls Altablagerungen und derzeit gewerblich-industriell genutzte Standorte im Untersuchungsgebiet;

- Beschreibung und Darstellung der geologisch-hydrogeologischen, hydraulischen, hydrochemischen und wasserwirtschaftlichen Situation im Untersuchungsgebiet sowie dessen An- und Abstrombereich auf der Grundlage der Unterlagen der UWAB des Rhein-Sieg-Kreises, des Wahnbachtalsperrenverbandes (WTV) sowie bereits erstellter Gutachten;

- Beschreibung und Darstellung der derzeitigen Belastungssituation für die Umweltmedien Bodenluft, Boden und Grundwasser auf der Grundlage bereits erstellter Gutachten einschließlich Beschreibung und Ausweisung von Untersuchungsdefiziten für bislang nicht oder nicht unter Berücksichtigung der jetzt geplanten Nutzungen untersuchte Areale;

- Durchführung von ergänzenden Bodenuntersuchungen im Bereich geplanter Linienbauwerke (Straßen- u. Kanaltrassen), im Bereich bislang nicht erkundeter Verdachtsflächen sowie zur Aufarbeitung von Untersuchungsdefiziten unter Berücksichtigung der geplanten Nutzungen;

- Abschließende Darstellung, Beschreibung und Bewertung der Belastungssituation für die Emissions- und Transferpfade Boden, Bodenluft und Grundwasser unter Berücksichtigung der geplanten Nutzungen einschließlich Ausweisung sanierungsbedürftiger Areale und/oder zu beachtender Nutzungseinschränkungen;

- Erfassung, Zusammenstellung und Auswertung aller baugrundtechnisch relevanten geologisch-hydrogeologischen Unterlagen über das Untersuchungsgebiet; Erfassung, Zusammenstellung und Auswertung der baugrundtechnisch relevanten Untersuchungen; Auswertung und zeichnerische Darstellung der vorliegenden Geländebefunde; Ermittlung der aktuellen sowie der möglichen Grundwasserhöchststände; Darstellung der Ergebnisse, Klassifizierung der anstehenden Böden nach DIN 18 196 und DIN 18 300, Festlegung der Bodenkennwerte;

- Abteufen von Rammsondierungen mit der mittelschweren Rammsonde (MRS A) zur Erkundung der Baugrundverhältnisse;

- Abteufen von Rammkernsondierungen (RKS ∅ 50 mm) bis ca. 5 m u. OKG einschließlich Führen des Schichtenverzeichnisses nach DIN 4022, organoleptischer Bodenansprache und Entnahme von Bodenproben je Meter sowie bei jedem Schichtwechsel;

- Vermessung der Ansatzpunkte der RKS und RS nach Lage und Höhe;

- Erstellung des Gutachtens zu den allgemeinen Baugrundverhältnissen im Sinne einer Baugrundvorerkundung in 5-facher Ausfertigung;

- Durchführung von horizontierten Sickerversuchen mittels mindestens drei Einzelversuchen je verrohrtem Bohrloch (2") bei veränderlichen hydraulischen Gradienten;

- Auswertung der Versickerungsversuche gemäß ATV-Arbeitsblatt A 138 einschl. der Berichterstellung in 5-facher Ausfertigung.

3. Vorliegende Unterlagen

Dem Unterzeichnenden standen die nachfolgend aufgelisteten Unterlagen zur Verfügung:

1. Gutachten des Ingenieurbüros Dr. Tillmanns & Partner GmbH, erstellt im Auftrag des Rhein-Sieg-Kreis:

- Erstbewertung von Altstandorten im Stadtgebiet von Hennef vom 25.04.89;

- CKW-Grundwasserkontaminationen im Stadtgebiet von Hennef/Sieg vom 08.08.89;

- Bodenluftuntersuchungen zur Eingrenzung von CKW-Grundwasserbelastungen im Stadtgebiet von Hennef/Sieg vom 25.06.90;

- CKW-Grundwasserkontaminationen im Stadtgebiet von Hennef/Sieg vom 11.02.92;

2. Gutachten des Ingenieurbüros Dr. Tillmanns & Partner GmbH, erstellt im Auftrag der Landesentwicklungsgesellschaft NRW:

- Gefährdungsabschätzung für das Gelände der ehem. Fa. Jacobi in Hennef vom 25.10.91;

- Gefährdungsabschätzung für das Gelände der ehem. Fa. Jacobi in Hennef, 1. Nachtrag vom 05.02.92;

- Gefährdungsabschätzung für das Gelände der ehem. Fa. Jacobi in Hennef, 2. Nachtrag vom 19.02.93;

- Baureifmachung des ehem. Betriebsgeländes der Fa. Jacobi in 53773 Hennef/Sieg, 1. Bauabschnitt vom 23.08.94;

- Baureifmachung des ehem. Betriebsgeländes der Fa. Jacobi in 53773 Hennef/Sieg, 2. Bauabschnitt vom 28.11.95;

3. Weitere Gutachten und Berichte

- Nachuntersuchungen und Auskofferungsarbeiten auf dem Gelände der Fa. Ersfeld & Co. in Hennef/Sieg, Gutachten des Unterzeichnenden vom 28.11.92, erstellt im Auftrag der Fa. Ersfeld & Co.;

- Auskofferungsarbeiten auf dem Gelände der Fa. Ersfeld & Co. in Hennef/Sieg, Gutachten des Unterzeichnenden vom 08.06.93, erstellt im Auftrag der Fa. Ersfeld & Co.;

- Boden- und Grundwasseruntersuchungen im Bereich der ehemaligen Ziegelei Mues in Hennef, Gutachten des Unterzeichnenden vom 11.03.91, erstellt im Auftrag der Montana Wohnungsbau GmbH, Bad Honnef;

- Baumaßnahme ehem. Sportplatz Ecke Bonner Straße/Beethovenstraße in Hennef, Untersuchung von drei Mischproben auf die Parameter der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), Bericht des Unterzeichnenden vom 28.02.97;

- Baugrundvorerkundung für das Tauschgrundstück der Gärtnerei Schmitz in 53773 Hennef, Gutachten des Unterzeichnenden vom 13.06.97;

- Sanierung ehem. BP-Tankstelle Frankfurter Straße 42 in 53773 Hennef/Sieg, Abschlußbericht, Gutachten des Büros Spitzlei & Jossen aus 53721 Siegburg vom 06.06.95;

- Wohnbebauung Beethovenstraße in Hennef, Baugrunduntersuchung und Begutachtung, Gutachten des Geotechnischen Büros aus 53229 Bonn vom 22.10.96;

- Wohnbebauung Beethovenstraße in Hennef, Hydrogeologische Untersuchung und Begutachtung zur Beseitigung von Niederschlagswasser, Gutachten des Geotechnischen Büros aus 53229 Bonn vom 22.10.96;

- „Südliche Innenstadt“ Hennef, Rahmenplan zur Städtebaulichen Entwicklung, Berichts des Planungsamts der Stadt Hennef vom Dezember 1996.

4. Kartenmaterial

- Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen, M 1:100.000, Blatt Nr. C 5506 Bonn von 1986,

- Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen, M 1:25.000, Blatt Nr. 5209 Siegburg von 1978;

- Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen, M 1:50.000, Blatt Nr. L 5308 Bonn von 1983;

- Hydrogeologische Karte von Nordrhein-Westfalen, M 1:50.000, Blatt Nr. 5209 Siegburg von 1988;

- Grundwasserhöhengleichenkarten des Landesgrundwasserdienstes NRW M 1:50.000, Doppelblatt Nr. 5306/08 Euskirchen/Bonn zum Stand Oktober 1963 sowie Blatt Nr. 5308 Bonn zum Stand Oktober 1973;

- Grundwassergleichenkarte des Staatlichen Amt für Wasser- und Abfallwirtschaft Bonn, M 1:50.000 zum Stand Oktober 1987;

- Karte der Wasserschutzgebiete in Nordrhein-Westfalen des Landesamtes für Wasser und Abfall NRW, M 1:50.000 zum Stand April 1990.

4. Untersuchungsgang

Zur Ermittlung der historischen Entwicklung des Untersuchungsgebietes wurden die topographischen Karten M 1:25.000 Blatt Nr. 5209 Siegburg zu den Ständen 1893 bis 1994 eingesehen und ausgewertet.

Die in Kapitel 3 aufgeführten Gutachten, Berichte und Karten wurden im Hinblick auf den derzeitigen Belastungszustand des durch den Rahmenplan erfaßten Gebietes ausgewertet. Auf der Grundlage der bisherigen Untersuchungen sowie der zusätzlich durchgeführten Begehung des Untersuchungsgebietes wurde eine Schadstoffpotentialkarte erstellt.

In Abstimmung mit dem Planungsamt der Stadt Hennef sowie der Unteren Wasserbehörde des Rhein-Sieg-Kreises wurden auf der Grundlage der Voruntersuchungen umfangreiche Bodenuntersuchungen durchgeführt, um bisher nicht untersuchte Grundstücke zu erkunden sowie Untersuchungsdefizite aufzuarbeiten.

Im Anschluß wurden die zur Erkundung der Untergrundverhältnisse aus baugrundtechnischer Sicht notwendigen 34 Rammsondierungen (RS) abgeteuft sowie 9 Sickerversuche durchgeführt.

Die notwendigen Geländearbeiten erfolgten in der Zeit vom 30.06.97 bis zum 11.08.97.

5. Beschreibung der geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet

Die verwendeten Unterlagen zur Beschreibung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Bereich des überplanten Gebietes sind in Kapitel 3 beschrieben.

In Anlage 4 ist die nachfolgend beschriebene Geologie/Hydrogeologie in Form von zwei repräsentativen Profilschnitten durch das Untersuchungsgebiet dargestellt. Die Lage der Profilschnitte ist im Lageplan in Anlage 6 ausgewiesen.

Das Untersuchungsgebiet gehört tektonisch zum Rheinischen Schiefergebirge. Mit der Hebung des Grundgebirges hat sich die Sieg in den felsigen Untergrund eingeschnitten und im Wechsel von Warm- und Kaltzeiten Terrassen auf unterschiedlichen Niveaus ausgebildet.

Mit der Hebung des Rheinischen Schiefergebirges entstanden zudem zahlreiche Störungszonen und Verwerfungslinien im felsigen Untergrund.

Das Untersuchungsgebiet liegt mit Ausnahme des Bereichs östlich des Hanfbachs im Sedimentationsraum der pleistozänen, sandig-kiesig, lokal schluffig ausgebildeten Niederterrasse der Sieg.

Der östlich des Hanfbachs gelegene Bereich liegt in der Siegaue. Im Bereich der Siegaue liegen holozäne Flußsedimente der Inselterrasse den Sanden und Kiesen der Niederterrasse auf.

Die Mächtigkeit der Niederterrassenablagerungen beträgt zwischen 5 m und 8 m. Die Inselterrasse hat im Untersuchungsgebiet eine Mächtigkeit von ca. 6 m. An der Basis der Sand-Kies-Abfolgen treten lokal Blöcke und Steine auf.

Den Terrassenablagerungen liegen durchschnittlich 3 m mächtige, schluffig-sandig ausgebildete holozäne Hochflutlehme auf. Die Hochflutablagerungen bilden den unmittelbaren Untergrund in den anthropogen nicht überprägten Bereichen.

Die Siegablagerungen liegen diskordant Sand- und Tonsteinen sowie Grauwacken des Unterdevons bzw. deren Verwitterungszone auf. Die unterdevonischen Festgesteine werden den Wahnbachschichten zugerechnet und treten unmittelbar südlich des Untersuchungsgebietes (Steimelshof) sowie an den Talhängen nordöstlich der Sieg zu Tage.

Im Rahmen von Voruntersuchungen wurden lokal im Stadtgebiet von Hennef erhebliche Reliefierungen der Diskordanzfläche Quartär/Devon nachgewiesen. Lokal können die Terrassensedimente zudem nur sehr geringmächtig ausgebildet sein bzw. ganz aussetzen.

Die hydrogeologisch-hydraulischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet werden im 1. Grundwasserstockwerk von den Sedimenten der Sieg und deren Vorfluterfunktion bestimmt. Grundwasserleiter im Untersuchungsgebiet sind die Nieder- und Inselterrassenablagerungen der Sieg, die gemäß hydrogeologischer Karte einen Durchlässigkeitsbeiwert von 5 x 10^{-3} bis 5 x 10^{-4} aufweisen. Die liegenden Festgesteine des Unterdevons sind deutlich geringer durchlässig.

Die Grundwasserfließrichtung ist südlich der Siegschleife nach Westen gerichtet und biegt westlich der Siegschleife in nordwestliche Richtung um.

Der als Anlage 5 beigefügte Grundwasserhöhengleichenplan zeigt die Grundwasserfließrichtung im Stadtgebiet von Hennef bei Hochwasser- (Stand 12/88) und Normalwasserständen (Stand 11/91) der Sieg.

Der Grundwasserflurabstand beträgt zwischen 6 m und 8 m. Bei Hochwasserständen der Sieg muß mit einem Anstieg des Grundwassers bis zu ca. 4 m unter Flur gerechnet werden.

In nachfolgender Abbildung 1 ist die Ganglinie der GWMS P III, die im westlichen Bereich des Jacobi-Geländes gelegen ist, gemäß Daten des Wahnbachtalsperrenverbands für den Zeitraum April 91 bis August 1997 dokumentiert. Demnach sind im Hennefer Raum seit Ende 1995 relative Grundwasserniedrigstände dokumentiert. Die Flurabstände des Grundwassers betragen zwischen 5,58 m und 7,5 m, die Grundwasserstände zwischen 61,55 m ü. NN und 63,41 m ü. NN.

Im Rahmen von Voruntersuchungen wurden folgende hydraulische Kenndaten ermittelt:

Hydraulischer Gradient: $I_o = 0,0012$
Filtergeschwindigkeit $V_f = 3,6 \times 10^{-5}$
Abstandsgeschwindigkeit $V_a = 10$ m/Tag
Nutzbares Porenvolumen: 30 %.

Zum 2. Grundwasserstockwerk (Kluftwasserstockwerk in den devonischen Festgesteinen) liegen keine Informationen vor.

Das Untersuchungsgebiet liegt außerhalb von Wasserschutzzonen. Im unmittelbarem Abstrom des Untersuchungsgebietes befindet sich die Wasserschutzzone des Wasserwerks Siegbogen, das vom Wahnbachtalsperrenverband betrieben wird (vgl. Anlage 5).

Der Chemismus des Grundwassers im Raum Hennef ist anthropogen durch eine Belastung mit leichtflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffen (LCKW) geprägt. Die LCKW-Belastung des Grundwassers wird durch verschiedene Emittenten verursacht. Da bereits auf zahlreichen Grundstücken Sanierungsmaßnahmen in der gesättigten und ungesättigten Bodenzone durchgeführt wurden, ist die LCKW-Belastung in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen.

I. Teil: Altlastentechnische Untersuchungen

6. Historische Entwicklung

Zur Ermittlung der historischen Entwicklung des Untersuchungsgebietes wurden beim Landesvermessungsamt in Bonn-Bad Godesberg die topographischen Karten M 1:25.000 Blatt Nr. 5209 Siegburg zu den Ständen 1893 bis 1994 sowie vorhandene Luftbilder eingesehen und ausgewertet. Die Auswertung der vorhandenen Gutachten (vgl. Kapitel 3) und der vom Rhein-Sieg-Kreis zur Verfügung gestellten Unterlagen ergänzten die Informationen zur historischen Entwicklung des Untersuchungsgebiets.

In der nachfolgenden Abbildung 2 sind die für die historische Entwicklung relevanten Kartenausschnitte zusammengestellt.

Demnach ergibt sich für das Untersuchungsgebiet die nachfolgend beschriebene Nutzungsgeschichte.

Der Raum Stadt Hennef war bis Mitte des 19. Jahrhunderts durch landwirtschaftliche Nutzung geprägt. Durch Erzfunde in der Umgebung von Hennef begann ab Mitte des 19. Jahrhunderts die Industrialisierung und das rasche Wachstum der Ortschaft. Die letzte Erzgrube wurde 1891 stillgelegt.

1879 gründete der Gießermeister Johann Friedrich Jacobi eine Eisengießerei und Fabrik für landwirtschaftliche Produkte im Untersuchungsgebiet.

Zum Stand 1893 wird das Untersuchungsgebiet bereits von den Bahngleisen im Norden sowie der Bonner Straße im Süden begrenzt. Auch die Mittelstraße sowie die Bachstraße sind bereits in ihrem heutigen Verlauf angelegt.

Im westlichen Untersuchungsgebiets sind bereits die Fabrikgebäude der 1879 gegründeten Fa. Jacobi ausgewiesen. Die Fabrik wird zur Bonner Straße hin erschlossen.

Im östlichen Untersuchungsgebiet ist die Ziegelei Mues an der Bachstraße ausgewiesen. Im Umfeld der Ziegelei sind beidseitig der Bachstraße Abgrabungen zu erkennen. Die östliche Abgrabung befindet sich im Bereich des Grundstücks Lipgenshof. In den Abgrabungen wurden die Hochflutlehme zur Herstellung von Ziegeln abgebaut.

Unmittelbar am bahnparallel verlaufenden Teil der Mittelstraße ist eine Bebauung in Form von Wohnhäusern mit umgebenden Gärten zu erkennen.

Das restliche Untersuchungsgebiet ist als Brachland ausgewiesen

Zum Stand 1906 zeigt sich das Untersuchungsgebiet unverändert.

Auf der topographischen Karte von 1913 ist eine deutliche Erweiterung der Fa. Jacobi erkennbar. Aus den vorliegenden Unterlagen geht hervor, daß 1909 eine Gießerei errichtet wurde. Das Fabrikgelände wird an die nördlich verlaufende Bahntrasse angeschlossen.

Mit der Vergrößerung der an der Bonner Straße gelegenen Abgrabungsfläche der Ziegelei Mues sind ziegeleitypische Aufbauten wie Brennöfen, Kamin und Lagerschuppen entstanden.

Ausgehend vom Ziegeleigelände verläuft eine Seilbahn oder der Schienenstrang einer Kleinbahn zu einer südlich gelegenen Abgrabung. Die östlich der Bachstraße gelegene Abgrabung zeigt sich unverändert.

Zwischen 1906 und 1913 wurde der Lipgenshof errichtet. Es handelt sich um einen landwirtschaftlichen Betrieb.

Zwischen Bachstraße und Hanfbach ist eine Zunahme der Bebauung erkennbar.

1924 werden von der Fa. Schönenberg & Blum ein Wohnhaus, ein Lager und ein Schuppen auf dem später von der Fa. Ersfeld genutzten Grundstück an der Mittelstraße errichtet.

Zwischen 1913 und 1928 wurde die Fa. Jacobi weiter ausgebaut. Die industriellen Anlagen wurden um einen Schuppen, ein Gußmagazin sowie ein Lagerhaus im südlichen Bereich erweitert. Im gleichen Zeitraum wurden Baracken für Kriegsgefangene im nördlichen sowie Büros und Waschräume im südlichen Bereich erstellt.

1927 wird erstmalig die an der Mittelstraße gelegene Mühle der Fa. Mues erwähnt.

An der Mittelstraße sowie zwischen Bachstraße und Hanfbach ist eine deutliche Zunahme der Bebauung zu erkennen.

Der zentrale Bereich des Untersuchungsgebiets beidseitig des Nord-Süd verlaufenden Teils der Mittelstraße ist weiterhin als Brachfläche mit vereinzeltem Baumbestand ausgewiesen.

Bis 1938 wurden die industriellen Anlagen der Fa. Jacobi um eine Schmiede, eine Schlosserei, ein Modellager, ein Ersatzteillager, eine Schreinerei, ein Maschinenlager, eine

Formerei, eine Modellkammer sowie einen Kupolofen erweitert.

Auf dem westlich der Fa. Jacobi gelegenen Grundstück ist erstmals ein Sportplatz ausgewiesen.

Im Zeitraum zwischen 1928 und 1938 wurde im Bereich der Ziegelei Mues die Anordnung der Ziegellager um die Brennöfen und den Kamin verändert. Südlich des Untersuchungsgebiets sind entlang der Klein- oder Seilbahn weitere Gruben entstanden.

1940 erwirbt die Fa. Karl Ersfeld & Co. die Flurstücke 180/26, 181/27, 515/49 und 476 (Flur 18) an der Mittelstraße und errichtet zwei weitere Lagerschuppen. Die Fa. Ersfeld betreibt einen Großhandel für Futtermittel, Saatgut, Kartoffeln und Mehl sowie für Heizöl, Kohlen und Baustoffe.

Auf der topographischen Karte von 1948 ist eine Erweiterung der Fa. Jacobi nach Osten zu erkennen. Es werden eine Versandhalle, eine Lagerbaracke, Lagerhallen, eine Anstreicherei, ein Feuerlöschteich sowie eine provisorische Arbeitshalle errichtet. Ein westlich des Feuerlöschteichs gelegener Bombentrichter wurde verfüllt.

Der westliche Bereich der Fa. Jacobi wird um eine Trafostation sowie einen Sandschuppen mit Modellager erweitert.

Im Bereich der Ziegelei Mues wurde ein Teilbereich der Abgrabung an der Bonner Straße verfüllt. Das zentrale Ziegeleigebäude wurde durch einen Anbau erweitert. Die östlich der Bachstraße gelegene Abgrabung wurde ebenfalls teilverfüllt.

Auf dem Grundstück der heutigen Firma Zelter ist erstmalig eine Bebauung ausgewiesen. Es handelt sich um das Sägewerk der Fa. Ahr. Im weiteren Verlauf der Mittelstraße nach Norden sind neue Wohnbauten ausgewiesen und erstmalig eine industrielle Nutzung im Bereich des Schrotthandels Richarz zu erkennen.

Der Lipgenshof wurde bis 1948 offensichtlich rückgebaut und durch zwei freistehende Gebäude ersetzt.

Zum Stand 1956 ist die Fa. Jacobi nach Westen durch eine Sandaufbereitungsanlage, eine Schmelzanlage sowie eine weitere Trafostation erweitert.

Drei nördlich der Ziegelei Mues gelegene Gebäude wurden zwischen 1948 und 1956 rückgebaut. Die Abgrabungen im Umfeld der Ziegelei sind unverändert.

Im Jahr 1960 baute die Ziegelei und Getreidemühle Mues an der Mittelstraße ein dreigeschossiges Wohn- und Geschäftshaus. Das Gebäude besteht noch heute und wird zur Zeit modernisiert.

1962 erfolgte der Bau eines Lagergebäudes mit integrierter Garage. 2 Jahre später wurde ein oberirdisches Tanklager für Heizöl auf einer Betonwanne zur Lagerung von 4 Tanks a 20 m^3 errichtet. Zeitgleich erfolgte der Bau eines Getreidesilos im Anschluß an das vorhandene Mühlengebäude.

1963 und 1966 errichtete die Fa. Ersfeld gemäß den eingesehenen Unterlagen auf dem Betriebsgelände an der Mittelstraße zwei oberirdische 4 m^3-Heizöltanks.

Auf der topographischen Karte von 1964 ist im Bereich der nördlich der Bachstraße gelegenen verfüllten Abgrabung der

Ziegelei erstmalig eine Tankstelle ausgewiesen. Es handelt sich um die 1996 rückgebaute BP-Station.

Gemäß vorliegenden Berichten baute die Fa. Mues 1969 im Bereich der Garagen einen unterirdischen 3 m^3 Tank für Vergaserkraftstoff ein und errichtete eine Zapfsäule.

1970 ist erstmals die Halle 1 der Firma Zelter ausgewiesen, die gemäß den vorliegenden Unterlagen 1965 errichtet wurde.

Östlich der Fa. Zelter ist das Gebäude der Aluminiumgießerei Stommel & Kraus ausgewiesen. Neu entstanden sind auch die Garagen im nordöstlichen Grundstücksbereich der Fa. Jacobi sowie die Lagerhalle des Raiffeisenmarkts.

1972 ist auf dem Betriebsgelände der Fa. Ersfeld ein Ölschadensfall aktenkundig. Ca. 300-800 l Heizöl flossen durch die Kanalisation in den Hanfbach und weiter in die Sieg. Verursacher des Ölschadens waren geöffnete Ventile der Ölauffangwannen unter den oberirdischen Öltanks.

Zum Stand 1975 sind die Gebäude der Fa. Zelter nach Norden erweitert. Von 1972 bis 1975 wurde die Fa. Zelter um zwei weitere Hallen erweitert.

Auf dem Gelände der Fa. Jacobi ist eine Erweiterung des östlich gelegenen Lagerschuppens erkennbar.

Zudem ist 1975 erstmals das an der Bahn gelegene Büro- und Lagergebäude des Raiffeisenmarkts ausgewiesen.

1979 wird die Lagerkapazität der Fa. Ersfeld durch den Bau zweier Schuppen erweitert.

Zum Stand 1980 ist die östlich der Bachstraße gelegene Abgrabungsfläche der Ziegelei Mues vollständig verfüllt.

Im Bereich der Fa. Ersfeld werden die vorhandenen beiden 4 m^3-Heizöltanks durch zwei oberirdische 50 m^3-Heizöltanks sowie einen 20 m^3-Dieseltank ersetzt. Der Entwässerung im Bereich der oberirdischen Tanks erfolgt über einen Schlammfang und Benzinabscheider.

Weitere umweltrelevante Veränderungen sind im Bereich des Untersuchungsgebiets nicht zu erkennen.

Auf der topographischen Karte von 1985 sind erstmalig Gebäude des Autohauses Poischen ausgewiesen. Die Gebäude des Autohauses befinden sich westlich der Ziegelei Mues.

Zwischen 1985 und 1989 wurden größere Bereiche der Ziegelei Mues rückgebaut. Weitere Veränderungen sind im Bereich des Untersuchungsgebiets nicht erkennbar.

Auf der topographischen Karte von 1994 zeigt sich das Untersuchungsgebiet deutlich verändert.

Die baulichen Anlagen der Ziegelei Mues wurden mittlerweile vollständig rückgebaut, das Gelände verfüllt und mit einer Einfamilienhaussiedlung bebaut.

Erstmalig ist auch das Gewächshaus der Gärtnerei Schmitz im südöstlichen Untersuchungsgebiet ausgewiesen.

Von Mitte 1993 bis Anfang 1994 wurden die Gebäude der Fa. Jacobi mit Ausnahme des an der Bahn gelegenen Verwaltungsgebäudes rückgebaut.

Im Rahmen einer Ortsbegehung wurde der nachfolgend beschriebene aktuelle Nutzungszustand des Untersuchungsgebiets aufgenommen.

Das ehem. Jacobi-Gelände ist heute eine Brachfläche. Auch das Verwaltungsgebäude wurde zwischenzeitlich rückgebaut.

Der westlich des Jacobi-Geländes gelegene Sportplatz wird zur Zeit mit einer Wohnbebauung überbaut.

Östlich der Fa. Jacobi befindet sich eine als Kleewiese genutzte Fläche, die gemäß historischer Recherche immer unbebaut war.

Nördlich angrenzend ist das Gelände des Raiffeisenmarkts, der ab 1970 hier ansässig ist. Westlich des Raiffeisenmarkts befindet sich der Schrottplatz Richarz, der zur Zeit geräumt wird.

Östlich der Mittelstraße befindet sich weiterhin das Betriebsgelände der Fa. Zelter, die Autozubehörteile herstellt.

Östlich anschließend befinden sich die Betriebsgelände der Aluminiumgießerei Stommel & Kraus sowie des Autohauses Poischen.

Am bahnparallelen Abschnitt der Mittelstraße liegen die Gebäude der Schrotthandlung Richarz sowie das ehem. Grundstück der Fa. Ersfeld. Das ehem. Ersfeld-Grundstück wird zur Zeit als Parkfläche genutzt. Die baulichen Anlagen mit Ausnahme der oberirdischen Tanks bestehen unverändert. Die Tanks wurden anläßlich der Sanierung eines Ölschadens rückgebaut. Die benachbarte Getreidemühle der Fa. Mues wird zur Zeit im Hinblick auf eine Neunutzung renoviert.

Das Gelände der Ziegelei Mues an der Bonner Straße wurde mittlerweile einer Neunutzung (Wohnbebauung) zugeführt.

Die Grundstücke des Lipgenshof sowie der ehem. BP-Station an der Frankfurter Straße sind heute Park- bzw. Brachflächen.

7. Auswertung der vorliegenden Untersuchungen für die Grundstücke im Entwicklungsbereich

Die in Kapitel 3 zusammengestellten Gutachten wurden eingesehen und im Hinblick auf den derzeitigen Kenntnisstand zur Belastungssituation sowie auf mögliche Untersuchungsdefizite ausgewertet. Die Aktenauswertung wurde durch die historische Recherche und Begehung des Untersuchungsgebietes ergänzt.

Nachfolgend werden die im Entwicklungsbereich „Südliche Innenstadt“ gelegenen Grundstücke von Westen nach Osten beschrieben. Die Grundstücke sind in der Schadstoffpotentialkarte in Anlage 3 durchnummeriert. Zur Korrelation sind die jeweiligen Nummern in den nachfolgenden Kapiteln hinter der Grundstücksbezeichnung in Klammern aufgeführt.

7.1 Ehem. Fa. Jacobi (1)

Die Fläche der ehem. Maschinenfabrik und Eisengießerei Jacobi stellt den Kernbereich des Entwicklungsbereichs „Südliche Innenstadt“ dar.

Das Grundstück wurde von 1879 bis 1991 industriell genutzt.

1991 wurde durch den Unterzeichnenden eine Gefährdungsabschätzung für das Gelände der ehem. Fa. Jacobi vorgelegt. Im Rahmen der Gefährdungsabschätzung wurden umfangreiche

Bodenluft-, Boden- und Grundwasseruntersuchungen durchgeführt.

Die entsprechend den ehem. Nutzungen durchgeführten Untersuchungen zeigten ein relativ geringes Belastungsniveau für das Grundstück.

Im Bereich des ehem. Firmengeländes ist jedoch flächig mit Auffüllungsböden zu rechnen, die neben Bodenaushub, Aschen, Schlacken und Bauschutt insbesondere Gießerei- und Formsande enthalten.

Die Auffüllungsmächtigkeiten schwanken zwischen 0,5 und 1,9 m. Die durchschnittliche Mächtigkeit beträgt ca. 1 m.

Von Juli 1993 bis Januar 1994 wurde das Gelände der Firma Jacobi im Auftrag der Landesentwicklungsgesellschaft (LEG) im Hinblick auf eine gewerbliche Folgenutzung baureif gemacht. Die Gebäudesubstanz wurde im Rahmen des 1. Bauabschnitts mit Ausnahme eines Trafohauses sowie des Verwaltungsgebäudes, das durch die Stadt Hennef genutzt wurde, rückgebaut.

Im Rahmen der Baureifmachung wurden standortspezifische Bodenbelastungen sowie belastete Bausubstanz unter gutachterlicher Begleitung separiert bzw. aufgenommen und einer Verwertung/Entsorgung zugeführt.

Im einzelnen wurden folgende Sanierungsmaßnahmen durchgeführt:

Im Vorfeld des Rückbaus wurden ca. 300 t Gießereisande und Kohlenstäube mittels Industriesaugzug aufgenommen und auf der Deponie der Rhein-Sieg-Abfallgesellschaft in Sankt-Augustin-Niederpleis entsorgt.

Belastete Gebäudesubstanz in der ehem. Lackiererei sowie im Bereich ehem. Maschinenstellplätze wurde abgespitzt und ebenfalls auf der RSAG-Deponie entsorgt.

Zusätzlich wurden mit PAK-belastete Holzböden sowie die mit Holzschutzmitteln belastete Dachkonstruktion des Maschinenlagers einer Verwertung/Entsorgung zugeführt.

Im Bereich des ehem. Maschinenlagers, eines Heizöltanks sowie eines Benzinabscheiders wurden ca. 150 t MKW-belastete Böden unter gutachterlicher Begleitung ausgekoffert und einer Deponierung bzw. einer mikrobiologischen Behandlung zugeführt.

Im Rahmen des von April bis Juni 1995 durchgeführten 2. Bauabschnitts wurde das Verwaltungsgebäude rückgebaut. Insgesamt wurden ca. 3.700 m^3 Beton und Mauerwerk gebrochen und auf dem Gelände wiedereingebaut.

Im Rahmen der Baureifmachung wurden die standortspezifischen Bodenbelastungen im Bereich des Grundstücks der ehem. Fa. Jacobi entfernt.

Die verbliebenen durchschnittlich 1 m mächtigen Auffüllungsböden können jedoch bereichsweise entsorgungstechnisch problematische Inhaltsstoffe wie Schlacken, Aschen, Form- und Gießereisande enthalten. Daher können die Kriterien für eine Entsorgung auf einer Bauschuttdeponie oder für eine gleichwertige Verwertung lokal möglicherweise nicht erfüllt werden.

7.2 Schrottplatz der Fa. Richarz (2)

Der nordöstlich der Fa. Jacobi gelegene Schrottplatz der Fa. Richarz wird zur Zeit geräumt.

Auf dem Gelände des Schrottplatzes erfolgte eine Lagerung und Zerlegung von Metallschrott auf weitestgehend unbefestigtem Untergrund.

Bisher wurden auf dem Schrottplatz Richarz keine Bodenuntersuchungen duchgeführt.

Im Bereich des Schrottplatz ist neben entsorgungstechnisch problematischen Auffüllungsböden mit überwiegend oberflächennahen Bodenbelastungen aus mineralölähnlichen Kohlenwasserstoffen (MKW), polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK), polychlorierten Biphenylen (PCB) und Schwermetallen durch die Schrottplatznutzung zu rechnen.

7.3 Güterbahnhof Hennef (3)

Im Bereich des Güterbahnhofs Hennef wurden 1991 Bodenluft-, Boden- und Grundwasseruntersuchungen im Hinblick auf eine im Raum Hennef festgestellte LCKW-Grundwasserbelastung durchgeführt.

Die durchgeführten Untersuchungen zeigten keine Auffälligkeiten.

Die Bodenuntersuchungen belegen, daß der unmittelbare Untergrund im Bereich des Güterbahnhofs von durchschnittlich 1,25 m mächtigen Auffüllungsböden gebildet wird. Die Auffüllungen bestehen überwiegend aus Bodenaushub mit nachgeordnet Schlacken.

Ein Untersuchungsdefizit besteht hinsichtlich des Einsatzes von Schmierölen (Schadstoffpotentiale: MKW und PAK) im Bereich der Gleisanlagen.

7.4 Raiffeisen-Markt (RWZ-Markt) (4)

Südlich des Güterbahnhofs befinden sich seit ca. 1970 die Gebäude eines Raiffeisenmarkts. Auf diesem Grundstück wurden bisher noch keine Bodenuntersuchungen durchgeführt.

Auf dem Grundstück befinden sich zwei Lagerhallen für Futter- und Saatmittel.

Im Rahmen einer Ortsbegehung sowie einer Befragung des Niederlassungsleiters wurde festgestellt, daß im Bereich des RWZ-Markts keine umweltgefährdenden Stoffe, wie z.B. Heizöl umgeschlagen wurden und werden.

Im Bereich des RWZ-Markts ist daher nur mit entsorgungstechnisch problematischen Auffüllungsböden zu rechnen.

7.5 Flur 18, Flurstück 372 (Kleewiese) (5)

Südlich des RWZ-Markts befindet sich eine große, als Kleewiese genutzte Brachfläche. Zum Bodenaufbau in diesem Bereich liegen keine Informationen vor, da dort bisher keine Bodenuntersuchungen durchgeführt wurden.

Die historische Recherche belegt, daß das Grundstück immer landwirtschaftlich genutzt wurde. Nutzungsspezifische Bodenbelastungen sind daher nicht zu erwarten. Hinweise auf Geländeauffüllungen liegen nicht vor.

7.6 Ehem. Fa. Ersfeld (6)

Die Fa. Ersfeld & Co. betrieb auf dem Grundstück an der Mittelstraße von 1940 bis 1995 einen Großhandel für Futtermittel, Saatgut, Dünger und Brennstoffe (Kohlen, Heizöl, Diesel).

Neben dem Verwaltungs- und Lagergebäude, das direkt an der Bahn gelegen ist, befindet sich südlich der Mittelstraße eine Hof- und Lagerfläche. Diese Fläche wurde bis 1955 als Obstwiese und danach durch die Fa. Ersfeld genutzt.

Im Bereich dieser Fläche wurde ein an zwei oberirdische Heizöltanks sowie einen Benzinabscheider gebundener Ölschaden im Oktober 1992 und Mai 1993 ausgekoffert. Insgesamt ca. 320 t belasteter Boden wurde einer Entsorgung/ Verwertung zugeführt.

Unterhalb eines östlich des Grundstücks gelegenen Gebäudes konnte eine Restbelastung mit mineralölähnlichen Kohlenwasserstoffen aus bautechnischen Gründen nicht ausgehoben werden.

Im Zuge der Sanierungsarbeiten wurde in Absprache mit der Unteren Wasserbehörde des Rhein-Sieg-Kreises Bodenaushub mit MKW-Gehalten < 1.000 mg/kg auf dem Grundstück belassen. Daher ist bei Bodeneingriffen mit gering belastetem, aber organoleptisch auffälligem Bodenaushub zu rechnen, der nicht deponiert werden kann, sondern einer Behandlung zugeführt werden muß (z.B. mikrobiologische Behandlung).

Im Bereich der Hof- und Lagerfläche liegt zusätzlich eine in oberflächennahen sowie in tieferen Bodenschichten (bis 3,2 m u. OKG) nachgewiesene Belastung mit polycyclischen

aromatischen Kohlenwasserstoffen vor (max. 636 mg/kg für die $\sum$ PAK n. EPA).

Die durchgeführten Bodenuntersuchungen zeigen, daß im Bereich der Hof- und Lagerfläche der Fa. Ersfeld durchschnittlich 0,7 m mächtige Auffüllungen aus Bodenaushub und Aschen den unmittelbaren Untergrund bilden.

Neben den entorgungstechnisch problematischen Auffüllungsböden ist bei Bodeneingriffen im Bereich des ehem. Betriebsgeländes der Fa. Ersfeld mit PAK-belasteten Böden sowie schwach MKW-belasteten Böden zu rechnen.

7.7 Flur 5, Flurstück 389, Wiese östlich der Fa. Zelter (7)

Östlich der Fa. Zelter befindet sich eine als Wiese genutzte Fläche, die im Rahmen der Stadtentwicklung einer Bebauung zugeführt werden soll.

Im Bereich des Grundstücks wurden bisher keine Bodenuntersuchungen durchgeführt. Die historische Recherche zeigte für das Grundstück keine Hinweise auf Geländeauffüllungen. Das Grundstück liegt außerhalb der Abgrabungen der Ziegelei Mues.

Im Bereich der westlich gelegenen Fa. Zelter wurden im Rahmen von Voruntersuchungen umfangreiche Boden- und Grundwasseruntersuchungen durchgeführt.

Die Fa. Zelter ist ein Zulieferbetrieb der Automobilindustrie und stellt u.a. Bremsscheiben und Getriebeteile her.

Boden- und Grundwasseruntersuchungen im Bereich des Firmengeländes belegen lokale Belastungen mit mineralölähnlichen Kohlenwasserstoffen.

Im Bereich des Firmengeländes wurden durchschnittlich 0,8 m mächtige Auffüllungsböden aus Bodenaushub mit Bauschutt und Schlacken erbohrt.

Eine Neubebauung des Betriebsgrundstücks der Fa. Zelter ist nicht geplant. Der Betrieb bleibt unverändert bestehen. Daher werden auf dem Firmengelände im Rahmen der vorliegenden Gutachtens keine weiteren Untersuchungen durchgeführt.

7.8 Ehem. Ziegelei und Getreidemühle Mues (8)

Große Teile der ehem. Ziegelei und Getreidemühle Mues wurden durch die Montana Wohnungsbau bereits neu bebaut.

Zum Entwicklungsbereich gehört das an der Mittelstraße gelegene Grundstück mit Verwaltungs- und Lagergebäude sowie zugehörigen Getreide- und Mehlsilos.

Die im Rahmen der Baumaßnahme Montana Wohnungsbau durchgeführten Auskofferungsarbeiten zeigen, daß im Bereich der ehem. Fa. Mues ca. 1 m mächtige Auffüllungsböden anstehen. Die Auffüllungen bestehen aus Bodenaushub mit Ziegelbruch und sind aus entsorgungstechnischer Sicht unproblematisch.

7.9 Ehem. BP-Tankstelle Frankfurter Str. 42 (9)

Das von 1964 bis 1994 als Tankstelle genutzte Grundstück wurde von August bis Oktober 1994 mittels Bodenaustausch saniert. Im Rahmen der Sanierungsmaßnahme wurden ca. 2.100

t belastete Böden zu einer mikrobiologischen Behandlungsanlage abgefahren.

Gemäß vorliegendem Untersuchungsbericht des Ingenieurbüros Spitzlei & Jossen vom 06.06.95 wurden geringmächtige MKW-Restbelastungen in ca. 5-6 m u. OKG aus bautechnischen Gründen nicht ausgekoffert. Die Restbelastungen zeigen MKW-Gehalte von max. 1.500 mg/kg.

Zusätzlich muß mit weiteren gering belasteten, aber organoleptisch auffälligen Böden gerechnet werden, die im Rahmen von Baumaßnahmen bei einer Aufnahme zu beachten sind.

Im Bereich des ehem. Tankstellengeländes wurden durchschnittlich 1,5 m mächtige Auffüllungsböden aus Bodenaushub, Aschen, Schlacken sowie Form- und Gießereisanden angetroffen. Diese Auffüllungsböden sind aus entsorgungstechnischer Sicht problematisch.

7.10 Lipgenshof (10)

Das als Lipgenshof bezeichnete Grundstück liegt östlich des Hanfbachs an der Bachstraße. Von 1906 bis 1948 war der landwirtschaftliche Betrieb Lipgenshof auf dem Grundstück ansässig.

Das Grundstück wird zur Zeit als Parkplatz genutzt. Der südliche Bereich ist mit Bäumen und Sträuchern bewachsen.

Für das Grundstück liegen bisher keine Bodenuntersuchungen vor. Gemäß historischer Recherche lag das Grundstück im Bereich einer Abgrabung der Ziegelei Mues, die bis 1985 verfüllt wurde. Nach vorliegenden Informationen des Rhein-Sieg-Kreises wurden im Bereich des Lipgenshof Verfüllungen

mit Bodenaushub, Schlacken, Aschen, Gießereisanden und Bauschutt vorgenommen.

Entsprechend ist mit entsorgungstechnisch problematischen Auffüllungsböden zu rechnen.

7.11 Gärtnerei Schmitz (11)

Das Betriebsgrundstück der Gärtnerei Schmitz befindet sich im südöstlichen Bereich des Entwicklungsbereichs „Südliche Innenstadt“.

Zum Bodenaufbau im Bereich der Gärtnerei liegen keine Informationen vor. Nutzungsspezifische Bodenbelastungen durch die Gärtnereinutzung sind nicht zu erwarten.

Entsprechend der Lage des überplanten Gebiets im Bereich der Sieg-Aue muß davon ausgegangen werden, daß zum Hochwasserschutz generell um 1 m mächtige Geländeaufschüttungen aus vorrangig nichtbindigem Bodenaushub, Bauschutt, Schlac??ken und Aschen wechselnder Zusammensetzung aufgebracht wurden, die aus entsorgungstechnischer Sicht zu beachten sind.

7.12 Weitere Grundstücke

Im Bereich des Entwicklungsgebiets „Südliche Innenstadt“ liegen weiterhin die Grundstücke folgender Firmen:

Fa. Zelter (12)
Aluminiumgießerei Stommel & Kraus (13)
Fa. Elektro Richarz (14)
Schrotthandlung Richarz (15)

Ford-Autohaus Poischen (16)

Diese Grundstücke werden im Rahmen der Stadtentwicklung keiner Neunutzung zugeführt. Daher werden auf den Grundstücken keine Bodenuntersuchungen durchgeführt.

8. Schadstoffpotentiale und Untersuchungsprogramm

Aufbauend auf den Ergebnissen der historischen Recherche, der Auswertung der vorhandenen Unterlagen sowie der Ortsbegehungen wurden die Schadstoffpotentiale im Bereich der überplanten Grundstücke definiert und ein darauf abgestimmtes Untersuchungsprogramm aufgestellt.

In der Schadstoffpotentialkarte in Anlage 3 sind die ermittelten Schadstoffpotentiale für die einzelnen Grundstücke aufgeführt.

Demnach muß mit folgenden Schadstoffpotentialen gerechnet werden.

Generell ist im Entwicklungsbereich mit Auffüllungsböden zu rechnen, die neben Bodenaushub Bauschutt, Schlacken, Aschen und Gießereisande enthalten können.

An die Schlacken, Aschen und Gießereisande können insbesondere Belastungen mit Schwermetallen und polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) gebunden sein. Die Schwermetalle und PAK liegen zumeist in schwerlöslicher silikatisch-oxidischer Bindungsform vor und sind daher weniger aus umwelttoxikologischer Sicht als aus entsogungstechnischer Sicht zu beachten.

Insbesondere im Bereich des ehem. Betriebsgeländes der Eisengießerei Jacobi sind flächendeckend Auffüllungsböden mit

einem hohen Anteil an Aschen, Schlacken und Gießereisanden verbreitet.

Zur Klärung des Verwertungs-/Entsorgungsweges der Auffüllungsböden sollten repräsentativ ausgewählte Proben auf die Parameter der „LAGA-Richtlinie Boden“ untersucht werden.

Im Bereich des ehem. Jacobi-Geländes, des ehem. Betriebsgeländes der Fa. Ersfeld, der ehem. BP-Tankstelle sowie des Schrottplatzes Richarz sind Bodenbelastungen mit mineralölähnlichen Kohlenwasserstoffen zu besorgen.

Zusätzlich sollten organoleptisch auffällige Bodenproben aus dem Bereich des Schrottplatz Richarz auf polychlorierte Biphenyle (PCB) sowie polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) untersucht werden.

Im Bereich des ehem. Betriebsgeländes der Fa. Ersfeld wurden im Rahmen der Voruntersuchungen deutliche Bodenbelastungen mit PAK im Bereich ehem. Stellplätze festgestellt. Daher sind Bodenproben aus dem Bereich der ehem. Stellplätze auf PAK zu untersuchen.

9. Untergrundverhältnisse

Die Untergrundverhältnisse im Bereich des Untersuchungsgebietes wurden mittels 93 Rammkernsondierungen (RKS) bis maximal 6 m unter Oberkante Gelände (OKG) erkundet. Die Ansatzpunkte der abgeteuften RKS sind im Lageplan in Anlage 6 verzeichnet. Die RKS wurden nach nutzungsspezifischen Kriterien sowie flächendeckend und im Hinblick auf die Untersuchung des Baugrundes abgeteuft.

Die Schichtenverzeichnisse zu den RKS sind in Anlage 10, die zugehörigen Vermessungsprotokolle in Anlage 13 dokumen-

tiert. In den Profilschnitten in Anlage 7 sind die Befunde der RKS in Form von Säulenprofilen dargestellt. Die Lage der Profilschnitte zeigt die Anlage 6.

Die RKS wurden auf folgenden Grundstücken abgeteuft:

RKS	**Lage**
1–23	Jacobi-Gelände
24–30	Flur 18, Flurstück 372 (Kleewiese)
31–43	Lipgenshof
44–50	ehem. BP-Station
53, 55–56, 60–62	Raiffeisenmarkt
65–76	Schrottplatz Richarz
77–86	Fa. Ersfeld
87–91	Flur 5, Flurstück 389, Wiese östlich der Fa. Zelter
92–93	Ziegelei Mues
n.u. ***)**	Gärtnerei Schmitz

***) n.u. = nicht untersucht**

Tabelle 1: Lage der Rammkernsondierungen

Im Bereich der Gärtnerei Schmitz konnten aufgrund fehlender Betretungserlaubnis des Pächters noch keine Bodenuntersuchungen durchgeführt werden. Die notwendigen Untersuchungen auf dem Gärtnereigelände werden im Form eines Nachtrags nachgereicht.

In der Auffüllungsmächtigkeitskarte in Anlage 8 ist die Mächtigkeit der erbohrten Auffüllungsböden in Form von Isolinien (Linien gleicher Auffüllungsmächtigkeit) dargestellt.

Demnach wurden die größten Auffüllungsmächtigkeiten im Bereich der Fa. Ersfeld (gebunden an den Auskofferungsbereich eines ehem. Ölschadens), im Bereich der ehem. BP-Tankstelle (gebunden an den anläßlich der Sanierungsarbeiten ausgehobenen Bereich) sowie im Bereich von Fundamenten und eines verfüllten Bombentrichters auf dem Jacobi-Gelände erbohrt.

Auf den Flurstücken 372 (Flur 18) östlich des Jacobi-Geländes sowie 389 (Flur 5) und auf dem von der Ziegelei Mues genutzten Grundstück setzten die RKS mit Ausnahme zweier lokaler Bereiche mit geringmächtigen Auffüllungsböden direkt in gewachsenem Boden an.

Die generelle Schichtenfolge im Bereich des Untersuchungsgebiets läßt sich folgendermaßen beschreiben:

Unter durchschnittlich 0,5 m bis 1,0 m mächtigen Auffüllungsböden, die nicht auf allen Grundstücken erbohrt wurden, folgen die bindigen Hochflutsedimente der Sieg, die im Untersuchungsgebiet durchschnittlich 3 m mächtig sind.

Die Hochflutlehme liegen diskordant den sandig-kiesigen Ablagerungen der Sieg-Niederterrasse bzw. der Inselterrasse der Sieg in den östlich des Hanfbachs gelegenen Grundstüc??ken auf. Die Basis der Niederterrassenablagerungen liegt im Untersuchungsgebiet zwischen 8 m und 11 m. Die Mächtigkeit der Terrassenablagerungen beträgt demnach zwischen 5 m und 8 m.

In folgenden Bodenproben wurden organoleptische Auffälligkeiten in Form eines KW-Geruchs als Hinweis auf Bodenbelastungen festgestellt:

RKS (m)	Bodenart	Lage
18 (0,8 – 1,0) (1,0 – 2,0)	Hochflutlehm	Jacobi-Gelände
21 (0,6 – 1,0) (1,0 – 2,0)	Hochflutlehm	Jacobi-Gelände
23 (1,5 – 2,0) (2,0 – 2,9)	Hochflutlehm	Jacobi-Gelände
68 (0,0 – 1,0) (1,0 – 1,8) (1,8 – 2,6)	Auffüllung Hochflutlehm Niederterrasse	Schrottplatz Richarz
69 (0,0 – 1,0)	Auffüllung	Schrottplatz Richarz
70 (0,0 – 0,7)	Auffüllung	Schrottplatz Richarz
75 (0,0 – 1,0) (1,0 – 1,7)	Auffüllung Hochflutlehm	Schrottplatz Richarz

Tabelle 2: Zusammenstellung der organoleptisch auffälligen Bodenproben

9.1 Ehem. Jacobi-Gelände

Auf dem ehem. Jacobi-Gelände wurden 23 RKS zur Erkundung der Untergrundverhältnisse sowie 3 RKS zur Durchführung von Sickerversuchen (SV 3-5) niedergebracht.

Der unmittelbare Untergrund wird in allen RKS von Auffüllungsböden gebildet. Die Mächtigkeit der Auffüllungsböden beträgt zwischen 0,4 m und 3,8 m. Die mittlere Auffüllungsmächtigkeit beträgt ca. 1,0 m.

Die größten Auffüllungsmächtigkeiten wurden in ehem. Fundamentbereichen sowie im Bereich des verfüllten Bombentrichters (RKS 22) festgestellt.

Die Auffüllungsböden bestehen aus sandig-schluffigem Bodenaushub mit kiesigen Anteilen sowie Schlacken, Aschen und Bauschutt in unterschiedlicher Zusammensetzung.

Die Auffüllungsböden sind mitteldicht bis dicht gelagert und erdfeucht ausgebildet.

Das Liegende der Auffüllungsböden bilden schluffig-sandige, lokal tonig ausgebildete Hochflutlehme. Die Hochflutbildungen zeigen eine zumeist steife Konsistenz und sind erdfeucht ausgebildet. In den Bereichen größerer Auffüllungsmächtigkeiten liegen die Auffüllungsböden direkt den Niederterrassenablagerungen auf.

Die in 1,7 m bis 4,1 m u. OKG anstehenden sandig-kiesigen, lokal schluffigen Ablagerungen der Niederterrasse sind zumeist dicht gelagert und erdfeucht bis feucht ausgebildet.

Organoleptisch Auffälligkeiten in Form eines KW-Geruches wurden in den Bodenproben RKS 18 (0,8-2,0 m), RKS 21 (0,6-2,0 m) und RKS 23 (1,5-2,9 m) im Bereich des ehem. Maschinenlagers der Fa. Jacobi festgestellt (vgl. Tabelle 2).

Nasse Bodenschichten als Hinweis auf Grund- oder Stauwasser wurden nicht beobachtet.

9.2 Flur 18, Flurstück 372 (Kleewiese östlich des Jacobi-Geländes)

Die im Bereich des als Kleewiese genutzten Grundstücks (Flur 18, Flurstück 372) abgeteuften 10 RKS setzten mit Ausnahme der RKS 51 alle in gewachsenem Boden an. Der im Bereich der RKS 51 erbohrte Auffüllungsboden aus bindigem Bodenaushub ohne Beimengungen von Fremdbestandteilen wie Schlacken oder Aschen hat eine Mächtigkeit von 1 m.

Entsorgungstechnisch problematische Auffüllungsböden wurden nicht erbohrt.

Die Schichtenfolge beginnt in den anthropogen weitgehend ungestörten Bereichen des Grundstücks mit 1,8 m bis 3,6 m mächtigen bindigen Hochflutlehmen, die von sandig-kiesig ausgebildeten Terrassensedimenten unterlagert werden.

Organoleptische Auffälligkeiten sowie nasse Bodenschichten wurden nicht festgestellt.

9.3 Schrottplatz Richarz

Im Bereich des Schrottplatz Richarz wurden in allen RKS 0,7 m bis 1,3 m mächtige Auffüllungsböden erbohrt. Die durchschnittliche Auffüllungsmächtigkeit beträgt ca. 1 m.

Die Auffüllungen bestehen aus sandig-kiesigem Bodenaushub mit Beimengungen von Aschen, Schlacken, Gleisschottern und vereinzelt Bauschutt.

Das Liegende der Auffüllungen bilden schluffig-sandige Hochflutlehme, die eine steife Konsistenz besitzen und erdfeucht ausgebildet sind.

Die ab 1,8 m bis 2,3 m u. OKG anstehenden sandig-kiesigen Terrassenablagerungen sind dicht gelagert und erdfeucht bis feucht ausgebildet.

Organoleptisch Auffälligkeiten in Form eines KW-Geruches als Hinweis auf nutzungsspezifische Bodenbelastungen wurden flächig in den in Tabelle 2 aufgeführten Bodenproben festgestellt.

Eine nasse Bodenschicht als Hinweis auf Staunässe wurde in der RKS 69 in 2,5 m bis 3,0 m u. OKG erbohrt.

9.4 Raiffeisenmarkt/Güterbahnhof

Auf dem Grundstück des Raiffeisenmarkts sowie des nördlich anschließenden Güterbahnhofs beginnt die Schichtenfolge mit 0,4 m bis 1,5 m mächtigen Auffüllungsböden aus sandig-schluffigem Bodenaushub mit kiesigen Anteilen sowie lokal Straßen- und Gleisschottern.

Die Auffüllungsböden sind mitteldicht bis dicht gelagert und erdfeucht ausgebildet.

Die Schichtenfolge im Liegenden der Auffüllungsböden (Hochflutlehm und Niederterrasse) entspricht den Sondierergebnissen auf dem Jacobi-Gelände.

Organoleptische Auffälligkeiten als Hinweis auf Bodenbelastungen wurden nicht festgestellt.

In der RKS 56, die im Bereich der Gleise des Güterbahnhofs niedergebracht wurde, wurde in 4,5 m bis 5,0 m eine nasse Bodenschicht als Hinweis auf Schichtwasser erbohrt.

9.5 Lipgenshof

Im zentralen und südlichen Bereich des Grundstücks Lipgenshof beginnt die Schichtenfolge direkt mit bindigen Hochflutablagerungen.

In den übrigen Bereichen des Grundstücks wurden Auffüllungsböden unterschiedlicher Mächtigkeit erbohrt.

Im westlichen Grundstücksbereich beträgt die Auffüllungsmächtigkeit zwischen 1,0 m und 2,0 m. Die Auffüllungsböden bestehen aus sandig-schluffigem, teils kiesigem Bodenaushub mit Schlacken, Aschen, Schottern und nachgeordnet Bauschutt.

Im nördlichen Grundstücksbereich (RKS 42-43) wurden 3,6 m bis 4,0 m mächtige Auffüllungsböden aus sandig-schluffigem Bodenaushub mit Aschen, Schlacken und nachgeordnet Bauschutt, der weiter als Ziegelbruch differenziert wurde, erbohrt.

Die Auffüllungsböden sind mitteldicht bis dicht gelagert und erdfeucht ausgebildet.

Unter den bindigen Hochflutablagerungen, die eine steife Konsistenz aufweisen und erdfeucht ausgebildet sind, folgen die Ablagerungen der holozänen Inselterrasse der Sieg. Die sandig-kiesigen Terrassenablagerungen sind dicht gelagert und erdfeucht ausgebildet.

Organoleptische Auffälligkeiten wurden während der Sondierarbeiten auf dem Grundstück Lipgenshof nicht festgestellt.

Nasse Bodenschichten als Hinweis auf Schichtwasser wurden in den RKS 31 (3,0-4,3 m) und RKS 35 (2,6-3,0 m) erbohrt.

9.6 Ehem. BP-Tankstelle Frankfurter Straße

Auf dem Grundstück der ehem. BP-Tankstelle wurden mit Ausnahme der RKS 48 0,6 m bis 2,3 m mächtige Auffüllungsböden erbohrt.

Die Auffüllungsböden setzen sich aus sandig-kiesigem, lokal schluffigem Bodenaushub mit Beimengungen aus Aschen, Schlacken und Bauschutt zusammen. Die Auffüllungsböden sind bei nichtbindiger Zusammensetzung zumeist mitteldicht gelagert und erdfeucht ausgebildet. Bei bindiger Ausbildung zeigen die Auffüllungsböden eine halbfeste Konsistenz und sind ebenfalls erdfeucht ausgebildet.

Die RKS 48, die in der durch die Auskofferungsarbeiten gebildeten Baugrube abgeteuft wurde, setzt direkt in den sandig-kiesigen Ablagerungen der Inselterrasse an.

Der Aufbau des gewachsenen Bodens entspricht der im vorigen Kapitel zum Grundstück Lipgenshof beschriebenen Schichtenfolge.

Organoleptische Auffälligkeiten als Hinweis auf tankstellenspezifische Bodenbelastungen wurden nicht erbohrt.

9.7 Ehem. Fa. Ersfeld

Auf der heute als Parkplatz genutzten ehem. Hof- und Lagerfläche der Fa. Ersfeld wurden die RKS 77-86 niedergebracht.

Die Schichtenfolge beginnt in allen Sondierungen mit 0,7 m bis 4,0 m mächtigen Auffüllungsböden. Die größte Auffüllungsmächtigkeit wurde in der RKS 86 im Bereich eines ausgekofferten Ölschadens erbohrt.

Die durchschnittliche Mächtigkeit der Auffüllungsböden beträgt 1,25 m. Die Auffüllungsböden bestehen aus sandig-kiesigem, z.T. schluffigem Bodenaushub mit Beimengungen von Bauschutt und lokal Straßenschottern. Die Auffüllungsböden sind dicht, im Bereich des ehem. Ölschadens locker gelagert und erdfeucht ausgebildet.

Der gewachsene Boden besteht aus bindigen Hochflutablagerungen und unterlagernden sandig-kiesigen Niederterrassenablagerungen.

Organoleptische Auffälligkeiten als Hinweis auf Restbelastungen im Bereich des Ölschadens wurden nicht festgestellt.

Nasse Bodenschichten als Hinweis auf Grundwasser wurden in den RKS 78 (3-4 m) und RKS 86 (4-5 m) erbohrt.

9.8 Flur 5, Flurstück 389 (Wiese östlich der Fa. Zelter)

Auf dem Flurstück 389, das als Wiese genutzt wird, wurden zur Erkundung der Untergrundverhältnisse die RKS 87-91 niedergebracht.

Alle vier Rammkernsondierungen setzten direkt in gewachsenem Boden an.

Im Bereich der für den Sickerversuch SV 7 niedergebrachten RKS wurden lokal 0,7 m mächtige Auffüllungsböden aus Bodenaushub mit Bauschutt und nachgeordnet Schlacken erbohrt.

Die erbohrte Schichtenfolge in den anthropogen nicht überprägten Bereichen besteht aus bindigen Hochflutablagerungen, die von sandig-kiesig ausgebildeten Niederterrassenablagerungen unterlagert werden.

Die Hochflutbildungen sind von steifer Konsistenz und erdfeucht ausgebildet. Die Terrassensedimente sind dicht gelagert und erdfeucht bis feucht ausgebildet.

Organoleptische Auffälligkeiten wurden nicht beobachtet. Nasse Bodenschichten als Hinweis auf Staunässe in den Hochflutbildungen wurden in der RKS 91 in 3,0-3,6 m u. OKG beobachtet

9.9 Ziegelei Mues

Auf einer zur ehem. Ziegelei Mues gehörigen Teilfläche wurden die RKS 92 und 93 abgeteuft.

Beide RKS setzten direkt in gewachsenem Boden an. Die Schichtenfolge entspricht dem im vorigen Kapitel 9.8 beschriebenen Aufbau.

Organoleptisch auffällige Bodenschichten oder nasse Bodenschichten als Hinweis auf Staunässe wurden nicht festgestellt.

10. Chemisch-physikalische Untersuchungen

Basierend auf den Ergebnissen der Voruntersuchungen, der historischen Recherche sowie der Ortsbegehungen wurden unter Berücksichtigung der geplanten Bebauung umfangreiche Bodenuntersuchungen im Entwicklungsbereich „Südliche Innenstadt“ durchgeführt.

Mittels der durchgeführten Bodenuntersuchungen sollten die folgenden Aufgabenfelder bearbeitet werden:

- Untersuchung und Eingrenzung von im Rahmen der Voruntersuchungen festgestellten Bodenbelastungen.

- Aufarbeitung von Untersuchungsdefiziten im Bereich von überplanten Grundstücken auf der Grundlage der ermittelten Schadstoffpotentiale.

- Ausweisung von belasteten Bereichen gemäß den durchgeführten Bodenuntersuchungen, die einer gesonderten Verwertung/Entsorgung zugeführt werden müssen.

- Untersuchung von Auffüllungsböden im Bereich geplanter Linienbauwerke (Straßen, Kanäle) sowie geplanter Gebäude auf die Parameter der LAGA-Liste Boden im Hinblick auf eine Verwertung/Entsorgung der anfallenden Bodenmassen.

Zur Klärung der o.g. Problemstellungen wurden die nachfolgenden Bodenproben auf nutzungsrelevante Parameter sowie im Hinblick auf eine Verwertung/Entsorgung untersucht.

In nachfolgender Tabelle sind die entnommenen Bodenproben zusammen mit der Lage sowie den Untersuchungsparametern zusammengestellt:

Bodenprobe RKS (m)	**Untersuchungs-parameter**	**Lage**
MP der Proben: 1 (0,0-0,6) 2 (0,0-0,7) 3 (0,0-0,4) MP1 4 (0,0-1,0) 5 (0,0-1,0)	LAGA Z 0 Boden	Jacobi-Gelände
MP der Proben: 6 (0,0-0,4) 7 (0,0-0,4) MP 2 8 (0,0-1,0) 9 (0,0-0,5)		
MP der Proben: 21 (0,0-0,6) 22 (0,0-1,0) MP 3 23 (0,0-0,7)		
20 (0,0-0,8)		
32 (0,0-1,0)	LAGA Z 0 Boden	Lipgenshof
42 (0,7-2,0)		
43 (0,0-1,0)		
56 (0,0-0,7)	LAGA Z 0 Boden	Güterbahnhof
66 (0,0-1,0)	LAGA Z 0 Boden	Schrottplatz Richarz
78 (0,0-1,0)	LAGA Z 0 Boden	Fa. Ersfeld
18 (1,0-2,0) (2,0-2,2) (2,2-3,0)	MKW	Jacobi-Gelände
21 (0,6-1,0) (1,0-2,0) (2,0-2,7)		
23 (1,5-2,0) (2,0-2,9) (2,9-4,0)		

Bodenprobe RKS (m)	Untersuchungs-parameter	Lage
65 (0,0-1,3)	MKW, PAK	Schrottplatz Richarz
66 (0,0-1,0)	MKW	
67 (0,0-1,0)	MKW, PAK, PCB	
68 (0,0-1,0)	MKW, PAK, PCB	
(1,0-1,8)	MKW	
(1,8-2,6)		
69 (0,0-1,0)	MKW	
(1,0-1,7)		
70 (0,0-0,7)	MKW	
(0,7-1,8)	MKW, PAK, PCB	
71 (0,0-1,3)	MKW	
72 (0,0-1,1)		
73 (0,02-1)		
74 (0,0-0,6)		
75 (0,0-1,0)		
(1,0-1,7)		
76 (0,1-0,7)		
80 (0,1-1,0)	PAK	Fa. Ersfeld
81 (0,1-1,0)		
82 (0,1-0,7)		
83 (0,1-0,5)		
85 (1,8-3,0)	MKW	
86 (4,0-5,0)		

Tabelle 3: Zusammenstellung der untersuchten Bodenproben

Die in Tabelle 3 zusammengestellten Bodenproben wurden der Gesellschaft für instrumentelle Analytik mbH (GFI) in 53121 Bonn, einer staatlich anerkannten Untersuchungsstelle, zur Untersuchung überstellt.

Die Untersuchungsergebnisse lagen dem Gutachter in der 33. Kalenderwoche 1997 vollständig vor.

10.1 Untersuchung auf die Parameter der LAGA-Liste Boden

Insgesamt 10 auffüllungsführende Bodenproben wurden auf die Zuordnungswerte Z O für Boden der Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen, vom 05.09.95 untersucht.

Die zugehörigen Analysenprotokolle sind in Anlage 16, Blatt 14-54 dokumentiert.

Die untersuchten Bodenproben sind in Tabelle 3 zusammen mit den Entnahmestellen aufgeführt.

Von jedem Grundstück im Entwicklungsbereich, auf dem im Rahmen der durchgeführten Bodenuntersuchungen flächig Auffüllungsböden angetroffen wurden, wurden je nach Größe des Grundstücks eine bis vier repräsentative Bodenproben nach LAGA untersucht.

Ziel der Untersuchungen ist das Aufzeigen eines Verwertungs-/Entsorgungswegs für die im Rahmen der geplanten Baumaßnahmen anfallenden Auffüllungsböden.

In Abhängigkeit von den festgestellten Schadstoffgehalten wird der zu verwertende Boden Einbauklassen zugeordnet. Die Zuordnungswerte Z 0 bis Z 2 stellen die Obergrenze der jeweiligen Einbauklasse bei der Verwendung von Boden im Erd-, Straßen-, Landschafts- und Deponiebau (z.B. Abdeckungen) sowie bei der Verfüllung von Baugruben und Rekultivierungsmaßnahmen dar.

Nachfolgend werden die Zuordnungswerte beschrieben:

Z 0 Uneingeschränkter Einbau:

Die Gehalte bis zum Zuordnungswert Z 0 kennzeichnen natürlichen Boden. Bei Unterschreitung der Zuordnungswerte Z 0 ist im allgemeinen ein uneingeschränkter Einbau des Bodens möglich.

Z 1 Eingeschränkter offener Einbau:

Die Zuordnungswerte Z 1 (Z 1.1 und Z 1.2) stellen die Obergrenze für den offenen Einbau unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen dar. Maßgebend für die Festlegung der Werte ist in der Regel das Schutzgut Grundwasser.

Grundsätzlich gelten die Z 1.1-Werte. Bei Einhaltung dieser Werte ist selbst unter ungünstigen hydrogeologischen Voraussetzungen davon auszugehen, daß keine nachteiligen Veränderungen des Grundwassers auftreten.

Darüber hinaus kann in hydrogeologisch günstigen Gebieten Boden mit Gehalten bis zu den Zuordnungswerten Z 1.2 eingebaut werden.

Hydrogeologisch günstig sind u.a. Standorte, bei denen der Grundwasserleiter nach oben durch flächig verbreitete, ausreichend mächtige Deckschichten (> 2 m) mit hohem Rückhaltevermögen gegenüber Schadstoffen überdeckt ist.

Bei Unterschreitung der Zuordnungswerte Z 1 ist ein offener Einbau von Boden in Flächen möglich, die im Hinblick auf ihre Nutzung als unempfindlich anzunehmen sind.

Dies können sein:

- bergbauliche Rekultivierungsgebiete,
- Straßenbau und begleitende Erdbaumaßnahmen,
- Industrie,- Gewerbe- und Lagerflächen,
- Parkanlagen, soweit diese eine geschlossene Vegetationsdecke haben und
- Ruderalflächen

In der Regel sollte der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand mindestens 1 m betragen.

Z 2 Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen:

Die Zuordnungswerte Z 2 stellen die Obergrenze für den Einbau von Boden mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar. Dadurch soll der Transport von Inhaltsstoffen in den Untergrund und das Grundwasser verhindert werden. Maßgebend für die Festlegung der Werte ist das Schutzgut Grundwasser.

Bei Unterschreitung der Zuordnungswerte Z 2 ist ein Einbau von Boden unter den nachstehend definierten technischen Sicherungsmaßnahmen bei bestimmten Baumaßnahmen möglich:

- bei Erdbaumaßnahmen (kontrollierten Großbaumaßnahmen) in hydrogeologisch günstigen Gebieten als Lärmschutzwall mit mineralischer Oberflächenabdichtung und darüberliegender Rekultivierungsschicht und

- als Straßendamm (Unterbau) mit wasserundurchlässiger Fahrbahndecke und mineralischer Oberflächenabdichtung

- im Straßen- und Wegebau, bei der Anlage von befestigten Flächen in Industrie- und Gewerbegebieten (Parkplätze, Lagerflächen) sowie sonstigen Verkehrsflächen (z.B. Flugplätze, Hafenbereiche, Güterverkehrszentren) als Tragschicht unter wasserundurchlässiger Deckschicht oder gebundener Tragschicht unter wenig durchlässiger Schicht (Pflaster, Platten).

Der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand soll ebenfalls mindestens 1 m betragen.

In der nachfolgenden Tabelle 4 sind die Befunde zu den auf die Parameter der LAGA-Liste untersuchten 10 Proben zusammen- und den Zuordnungswerten der LAGA sowie den Annahmekriterien der Bauschutt-Deponie der Rhein-Sieg-Abfallwirtschaftsgesellschaft in Sankt-Augustin-Niederpleis gegenübergestellt:

Parameter	**MP 1**	**MP 2**	**MP 3**	**RKS 20 (0-0,8)**	**RKS 32 (0-1)**	**RKS (0,7**
	Jacobi-Gelände					**Lipg**
pH-Wert	**9,5**	**10,5**	**10,7**	8,9	8,9	8,5
EOX (mg(kg)	< 1	< 1	< 1	2,3	< 1,0	< 1,
KW (mg/kg)	89,9	**850**	430	396	20,4	32,7
Cyanide, ges. (mg/kg)	0,6	< 0,1	0,3	0,3	0,1	0,5
Arsen (mg/kg)	14	10	11	18	14	42
Blei (mg/kg)	79	110	45	41	143	**360**
Cadmium (mg/kg)	0,3	0,2	0,3	< 0,2	0,7	0,9
Chrom (mg/kg)	37	35	31	68	32	46
Kupfer (mg/kg)	45	34	26	58	48	**600**
Nickel (mg/kg)	40	46	36	30	39	50
Zink (mg/kg)	174	191	141	90	282	215
Quecksilber (mg/kg)	0,12	0,14	0,1	0,06	0,34	0,78
Thallium (mg/kg)	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,
PAK n. EPA (mg/kg)	10,328	2,663	**19,224**	**29,307**	6,129	5,66
PAK n. TVO (mg/kg)	5,261	1,510	10,296	16,723	3,114	2,59
LCKW (mg/kg)	0,032	0,002	0,009	0,023	0,001	0,00
BTX (mg/kg)	0,041	0,037	0,124	0,074	0,031	<0,0
PCB (mg/kg)	0,131	< 0,01	0,822	0,017	< 0,01	< 0,

Parameter	**MP 1**	**MP 2**	**MP 3**	**RKS 20 (0-0,8)**	**RKS 32 (0-1)**	**RKS (0,7**
	Jacobi-Gelände	**Lipgenshof**	**Güterbahnhof**	**Schrottplatz Richarz**	**Fa. Ersfeld**	
elektr. Leitf. (mS/m)	18,9	26,2	33,4	20,2	12,5	25,2
Chlorid (mg/l)	1,2	1,7	1,3	4,7	1,2	6,0
Sulfat (mg/l)	42,6	22,1	21	49,9	8,2	31,7
Cyanide, ges (mg/l)	< 0,01	< 0,01	< 0,001	< 0,01	< 0,01	<0,0
Phenolindex (mg/l)	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	<0,0
Arsen (mg/l)	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
Blei (mg/l)	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,
Cadmium (mg/l)	< 0,005	< 0,005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,
Chrom (mg/l)	0,004	0,011	0,009	< 0,002	0,003	< 0,
Kupfer (mg/l)	0,005	0,012	0,01	< 0,002	0,004	0,00
Nickel (mg/l)	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,
Quecksilber (mg/l)	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,
Thallium (mg/l)	< 0,00002	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,
Zink (mg/l)	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,

hellgrau hinterlegt: Überschreitung der LAGA Z 1.2 – Werte

grau hinterlegt: Überschreitung der LAGA Z 2 – Werte

dunkelgrau hinterlegt: Überschreitung der Aufnahmekriterien der RSAG

Tabelle 4: Zusammenstellung der Analytik gemäß LAGA

Die in Tabelle 4 zusammengestellten Untersuchungsergebnisse lassen sich für die einzelnen überplanten Grundstücke wie folgt zusammenfassen:

Jacobi-Gelände

Von dem Gelände der ehem. Fa. Jacobi wurden drei Mischproben (MP 1-3) aus den Bereichen geplanter Straßen und Fahrwege sowie die Probe RKS 20 (0,0-0,8) aus dem flächig überplanten Bereich entnommen.

Die Mischproben MP 1-3 wurden aus folgenden Bodenproben zusammengestellt:

MP 1: RKS 1 (0,0-0,6 m), RKS 2 (0,0-0,7 m),
RKS 3 (0,0-0,4 m), RKS 4 (0,0-1,0 m)
und RKS 5 (0,0-1,0).

MP 2: RKS 6 (0,0-0,4 m), RKS 7 (0,0-0,4 m),
RKS 8 (0,0-1,0 m), RKS 9 (0,0-0,5 m).

MP 3: RKS 21 (0,0-0,6 m), RKS 22 (0,0-1,0 m)
und RKS 23 (0,0-0,7 m).

Die Proben setzten sich ebenso wie die übrigen entnommenen Bodenproben aus Auffüllungsböden mit unterschiedlichen Anteilen an Schlacken, Aschen und Bauschutt zusammen.

Die Mischprobe MP 1 genügt mit Ausnahme des pH-Wertes, der kein Ausschlußkriterium darstellt, dem LAGA-Zuordnungswert Z 1.2.

Die Mischproben MP 2 und MP 3 genügen aufgrund erhöhter KW- (MP 2) und PAK-Gehalte (MP 3) lediglich dem Zuordnungswert Z 2 für den eingeschränkten Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen.

Die Probe RKS 20 zeigt einen PAK-Gehalt n. EPA von 29,307 mg/kg, der den LAGA Zuordnungswert Z 2 (20 mg/kg) überschreitet.

Eine Verwertung der Auffüllungsböden aus diesen Bereichen gemäß LAGA ist selbst bei einem eingeschränkten Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen nicht möglich.

Entsprechend muß für den anfallenden Bodenaushub ein anderer Verwertungs-/Entsorgungsweg gefunden werden. Zunächst ist zu prüfen, ob die Auffüllungsböden aus diesem Bereich der Deponieklasse I nach TA Siedlungsabfall (Bauschuttdeponie) genügen.

Im Rhein-Sieg-Kreis, dem die Stadt Hennef angehört, besteht für die Deponierung ein Anschluß- und Benutzerzwang.

Somit war zu prüfen, ob der anfallende Bodenaushub auf der nahegelegenen Deponie der Rhein-Sieg-Abfallwirtschaftsgesellschaft (RSAG) in Sankt-Augustin-Niederpleis entsorgt werden kann.

Für die Deponierung bei der RSAG darf ein PAK-Gehalt von 20 mg/kg für die TVO-Parameter nicht überschritten werden. Die Probe RKS 20 (0,0-0,8 m) zeigt einen TVO-PAK-Gehalt von 16,723 mg/kg. Die Annahmekriterien der RSAG-Deponie werden somit erfüllt.

Lipgenshof

Die Bodenprobe RKS 32 (0,0-1,0 m) genügt gemäß den vorliegenden Untersuchungsergebnissen den Z 1.2 Kriterien der LAGA. Die Bodenprobe RKS 42 (0,7-2,0 m) genügt aufgrund erhöhter Blei- und Kupfergehalte lediglich den Z.2 Kriterien

für den eingeschränkten Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen.

In der Bodenprobe RKS 43 (0,0-1,0) wurden PAK-Gehalte von 368,739 mg/kg für die EPA-Parameter sowie 177,774 für die TVO-Parameter ermittelt. Diese Gehalte überschreiten deutlich den LAGA Z 2 Wert von 20 mg/kg für die PAK n. EPA.

Somit ist eine Verwertung der Böden aus diesem Bereich gemäß LAGA nicht möglich. Da der PAK-Gehalt der Probe auch die Annahmekriterien der RSAG-Deponie deutlich überschreitet (20 mg/kg für die TVO-PAK), muß für die Auffüllungsböden im Umfeld der RKS 43 ein anderer Entsorgungs/Verwertungsweg (z.B. auf einer Deponieklasse II gemäß TA Siedlungsabfall gefunden werden.

Güterbahnhof

Die aus dem Bereich des Güterbahnhofs entnommene Bodenprobe RKS 56 (0,0-0,7 m) genügt ausweislich der vorliegenden Untersuchungsergebnisse den LAGA Z 1.2 Kriterien für den offenen eingeschränkten Einbau.

Schrottplatz Richarz

Die Bodenprobe aus dem Bereich des Schrottplatz Richarz überschreitet für die Parameter EOX, KW, Blei, Kupfer, Zink und Phenolindex (Eluat) die LAGA Z 2 Kriterien deutlich.

Die Annahmekriterien der RSAG-Deponie werden für die Parameter KW und Phenolindex aus dem Eluat überschritten.

Die festgestellten Kohlenwasserstoff- und Schwermetallbelastungen sind auf die Schrottplatznutzung zurückzuführen.

Die im Bereich des Schrottplatzes anfallenden Böden sind einer gesonderten Entsorgung zuzuführen.

Fa. Ersfeld

Die im Bereich der ehem. Fa. Ersfeld entnommene Bodenprobe RKS 78 (0,0-1,0 m) zeigt einen erhöhten PAK-Gehalt von 23,32 mg/kg n. EPA sowie 12,96 mg/kg n. TVO. Die LAGA Z 2 Kriterien werden überschritten. Die Annahmekriterien der RSAG, PAK-Gehalt von ≤ 20 mg/kg für die TVO-PAK, werden jedoch erfüllt.

Die im Bereich der Fa. Ersfeld anfallenden Auffüllungsböden können auf der Bauschutt-Deponie der RSAG entsorgt werden.

10.2. Mineralölähnliche Kohlenwasserstoffe

Im Bereich des Jacobi-Geländes sowie des Schrottplatz Richarz wurden organoleptisch auffällige Bodenproben (KW-Geruch) als Hinweis auf Bodenbelastungen mit mineralölähnlichen Kohlenwasserstoffen festgestellt.

Die organoleptisch auffälligen und unterlagernde Bodenproben sowie weitere repräsentativ ausgewählte Bodenproben aus dem Bereich des Schrottplatzes wurden auf ihre MKW-Gehalte untersucht. Zur Überprüfung, ob Restbelastungen des Ölschadens im Boden verblieben sind, wurden zudem Bodenproben aus dem Bereich des ehem. Ölschadens auf dem Gelände der ehem. Fa. Ersfeld auf MKW untersucht.

Die zugehörigen Analysenprotokolle zeigt die Anlage 16, Blatt 1-3. In der Bodenbelastungskarte in Anlage 9 sind die

MKW-Gehalte der Bodenproben zusammen mit den im Rahmen der LAGA-Untersuchungen ermittelten MKW-Gehalten in Form von Balkendiagrammen ausgewiesen.

Die MKW-Gehalte zeigen eine Bandbreite von < 5 mg/kg bis 31.100 mg/kg.

In der nachfolgenden Tabelle 3 sind die MKW-Gehalte zusammengefaßt. Sie sind den Nutzungen im Bereich der jeweiligen RKS zugeordnet und zum orientierenden Vergleich hilfsweise den im Hinblick auf den Grundwasserschutz aufgestellten Prüf- und Maßnahmenschwellenwerten der "Länderarbeitsgemeinschaft Wasser" (LAWA; Stand 10/1993) gegenübergestellt.

RKS	Teufe [m]	MKW [mg/kg]	Nutzung
18	1,0 - 2,0	7,3	
	2,0 - 2,2	< 5	
	2,2 - 3,0	13,3	
21	0,6 - 1,0	2.870	
	1,0 - 2,0	111	Jacobi-Gelände
	2,0 - 2,7	41,7	
23	1,5 - 2,0	223	
	2,0 - 2,9	227	
	2,9 - 4,0	11,0	
65	0,0 - 1,3	227	
66	0,0 - 1,0	2.860	
	1,0 - 1,8	7,2	
67	0,0 - 1,0	2.230	
68	0,0 - 1,0	31.100	Schrottplatz Richarz
	1,0 - 1,8	1.360	
	1,8 - 2,6	229	

RKS	Teufe [m]	MKW [mg/kg]	Nutzung
69	0,0 – 1,0	696	
	1,0 – 1,7	6,5	
70	0,0 – 0,7	2.600	
	0,7 – 1,8	22,5	
71	0,0 – 1,3	415	
72	0,0 – 1,1	2.040	
	1,0 – 2,0	22,3	
73	0,02 – 1,0	247	
74	0,0 – 0,6	125	
75	0,0 – 1,0	1.300	Schrottplatz Richarz
	1,0 – 1,7	13,8	
76	0,1 – 0,7	624	
78	0,0 – 1,0	62,9	
85	1,8 – 3,0	49,1	Fa. Ersfeld
86	4,0 – 5,0	16,0	
Prüfwerte		**300 – 1.000**	
Maßnahmenschwellenwerte		**1.000 – 5.000**	

Tab. 5: MKW-Gehalte der Bodenproben

Im Bereich des Prüfwertes liegende, leicht erhöhte MKW-Gehalte wurden oberflächennah im Bereich der RKS 69, RKS 71 und RKS 76 auf dem Gelände des Schrottplatzes Richarz festgestellt.

Oberhalb des zur Bewertung einer Gefährdung des Grundwassers hilfsweise herangezogenen LAWA-Maßnahmen-Schwellenwertes (1.000 – 5.000 mg/kg) liegende, erhöhte bis deutlich erhöhte MKW-Gehalte wurden ebenfalls im Bereich des Schrottplatzes bis in eine Tiefe von 1,8 m u. OKG angetrof-

fen. Auf dem Jacobi-Gelände wurde im Bereich der RKS 21 (ehem. Maschinenhalle) eine lokale, oberflächennahe, im Bereich des LAWA-Maßnahmenschwellenwertes liegende MKW-Belastung festgestellt.

In der RKS 68 wurde in 0,0-1,0 m Tiefe eine MKW-Belastung von 31.100 mg/kg festgestellt, die den Maßnahmenschwellenwert der LAWA deutlich überschreitet.

Die beiden Bodenproben aus dem Bereich des ehem. Ölschadens auf dem ehem. Grundstück der Fa. Ersfeld zeigten im Backgroundbereich liegende MKW-Gehalte von 49,1 mg/kg und 16 mg/kg.

Die durchgeführten MKW-Untersuchungen zeigten im Bereich des Schrottplatzes Richarz bis max. 1,8 m reichende flächige, z.T. massive MKW-Belastungen durch die Schrottplatznutzung auf unbefestigtem Gelände. Nachgeordnet wurde eine lokale, oberflächennahe MKW-Belastung im Bereich der ehem. Maschinenhalle auf dem Jacobi-Gelände festgestellt.

Die MKW-Bodenbelastungen im Bereich des Schrottplatzes Richarz gefährden mittelfristig das Schutzgut Grundwasser, da der Schrottplatz unversiegelt ist und die Schadstoffe mit dem versickernden Niederschlagswasser vertikal verlagert werden.

10.3 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Gemäß den ermittelten Schadstoffpotentialen ist im Bereich des Schrottplatzes Richarz mit PAK-Belastungen durch Tropf- und Handhabungsverluste von Altölen zu rechnen. Im Bereich der Stellplätze auf dem Grundstück der ehem. Fa. Ersfeld wurde im Rahmen von Voruntersuchungen ein PAK-Schaden in oberflächennahen und tieferen Bodenschichten festgestellt, der keiner Nutzung zugeordnet werden konnte.

Entsprechend wurden die in nachfolgender Tabelle aufgelisteten Bodenproben aus dem Bereich des Schrottplatz Richarz sowie der ehem. Fa. Ersfeld auf PAK untersucht. Die Proben sind zum orientierenden Vergleich hilfsweise den im Hinblick auf den Grundwasserschutz aufgestellten Prüf- und Maßnahmenschwellenwerten der "Länderarbeitsge-meinschaft Wasser" (LAWA; Stand 10/1993) gegenübergestellt.

Die zugehörigen Analysenprotokolle zeigt die Anlage 16, Blatt 4-12. In der Bodenbelastungskarte in Anlage 9 sind die PAK-Gehalte n. EPA zusammen mit den im Rahmen der LAGA-Untersuchungen ermittelten PAK-Gehalten in Form von Balkendiagrammen ausgewiesen.

Probe RKS (m)	PAK-Gehalt n. EPA (mg/kg)	Lage
65 (0,0-1,3)	3,752	Schrottplatz Richarz
67 (0,0-1,0)	2,217	
68 (0,0-1,0)	2,373	
69 (0,0-1,0)	2,182	
70 (0,0-0,7)	1,991	
(0,7-1,8)	n.n.	
80 (0,1-1,0)	3,767	Fa. Ersfeld
81 (0,1-1,0)	5,355	
82 (0,1-0,7)	4,277	
83 (0,1-0,5)	2,358	
Prüfwerte	**2-10**	
Maßnahmenschwel-lenwerte	**10-100**	

n.n. = nicht nachweisbar

Tabelle 6: Zusammenstellung der auf PAK untersuchten Bodenproben

Die Zusammenstellung zeigt, daß die ermittelten PAK-Gehalte mit Ausnahme der Bodenprobe RKS 70 (0,7-1,8 m) im unteren bis mittleren Bereich des LAWA-Prüfwertes liegen. In der Bodenprobe RKS 70 (0,7-1,8 m) wurden keine PAK nachgewiesen.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, daß im Bereich des Schrottplatzes Richarz unbeschadet der z.T. massiven MKW-Belastungen keine PAK-Belastungen vorliegen. Die ermittelten PAK-Gehalte können sowohl auf die Schrottplatznutzung

als auch auf die asche- und schlackeführenden Auffüllungsböden zurückgeführt werden.

Im Bereich der Hof- und Lagerfläche der Fa. Ersfeld wurden im Rahmen von Voruntersuchungen massive PAK-Belastungen in oberflächennahen und tieferen Bodenschichten (bis 3,2 m u. OKG) ermittelt. Die Maximalbelastung betrug 636 mg/kg für die PAK n. EPA.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung konnten diese Gehalte nicht bestätigt werden. Im Bereich der ehem. Fa. Ersfeld wurden PAK-Gehalte n. EPA mit einer Bandbreite von 2,358 mg/kg bis 5,355 mg/kg ermittelt. Die im Rahmen der Voruntersuchungen ermittelten Belastungen sind offensichtlich nur lokaler Natur.

10.4 Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Fünf organoleptisch auffällige Bodenproben aus dem Bereich des Schrottplatzes Richarz wurden auf polychlorierte Biphenyle untersucht, um zu überprüfen, ob auf dem Schrottplatz PCB-Belastungen durch Tropf- und Handhabungsverluste mit Altölen vorliegen.

Die Proben sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt und zum orientierenden Vergleich den Prüf- und Maßnahmenschwellenwerten der LAWA gegenübergestellt.

Die zugehörigen Analysenprotokolle zeigt die Anlage 16, Blatt 5-9. In der Bodenbelastungskarte in Anlage 9 sind die PCB-Gehalte zusammen mit den im Rahmen der LAGA-Untersuchungen ermittelten PAK-Gehalten in Form von Balkendiagrammen ausgewiesen.

Bodenprobe RKS (m)	PCB-Gehalt (mg/kg)
67 (0,0-1,0)	0,066
68 (0,0-1,0)	0,129
69 (0,0-1,0)	n.n.
70 (0,0-0,7)	0,795
(0,7-1,8)	n.n.
Prüfwerte	**0,1-1**
Maßnahmenschwel-lenwerte	**1-10**

n.n. = nicht nachweisbar

Tabelle 7: Zusammenstellung der ermittelten PCB-Gehalte

Die Zusammenstellung zeigt, daß die ermittelten PCB-Gehalte unterhalb bzw. im Bereich des LAWA-Prüfwerts liegen.

PCB-Belastungen als Hinweis auf Tropf- und Handhabungsverluste von Altölen wurden nicht festgestellt.

11. Bewertung der Bodenuntersuchungen im Hinblick auf die geplante Nutzung

Zur Überprüfung, ob die geplante Nutzung des Entwicklungsbereichs als gemischtes Gewerbe- und Wohngebiet im Hinblick auf eine Gefährdung des Menschen ohne Einschränkungen möglich ist, wurden die ermittelten Gehalte für die Parameter Schwermetalle, PCB und den humantoxikologisch besonders relevanten PAK-Einzelparameter Benzo(a)-pyren in nachfolgender Tabelle zusammen- und den Bodenprüfwerten nach VIERECK & GÖTTE für die Nutzungen Gewerbe- und Industriegebiete, Park- und Freizeitanlagen, Wohngebiete sowie Kinderspielplätze gegenübergestellt.

Parameter	Bandbreite	Gewerbe- u. Industriegebiete	Park- und Freizeitanlagen	Wohngebiete	Kinderspielplätze
Arsen	4 - 42	200	100	40	20
Blei	41 - 899	2.000	1.000	400	200
Cadmium	< 0,2 - 0,9	60	30	12	6
Kupfer	26 -1.560	3.000	1.500	600	300
Nickel	36 - 587	600	300	120	60
Quecks.	0,06 - 5,82	40	20	8	4
Thallium	< 0,2	5	2,5	1	0,5
Benz(a) pyren	< 0,05- 27,062	10	5	2	1
PCB	< 0,01 - 0,795	3	1,5	0,5	0,3

Tabelle 8: Zusammenstellung der ermittelten Bandbreiten der Schwermetalle, Benz(a)pyren und PCB sowie der Bodenprüfwerte nach VIERECK & GÖTTE (in mg/kg)

Die Zusammenstellung in Tabelle 8 zeigt, daß die ermittelten Bandbreiten mit Ausnahme eines lokal erhöhten Benz(a)pyren-Gehaltes für die Nutzung Gewerbe- und Industriegebiete unproblematisch sind.

Für die Nutzung Wohngebiete und insbesondere Kinderspielplätze werden die Bodenprüfwerte nach VIERECK & GÖTTE z.T. überschritten.

Zum Schutze des Menschen sollte für unversiegelte Bereiche im Umfeld geplanter Wohnbebauungen gewährleistet sein, daß die Bodenprüfwerte für Wohngebiete nicht überschritten werden. Bei Überschreiten der Bodenprüfwerte ist eine Versiegelung oder ein Bodenauftrag bzw. -austausch durchzuführen.

Über die Notwendigkeit derartiger Maßnahmen kann erst auf der Grundlage von Oberflächenmischproben und Untersuchungen gemäß LÖLF und MAGS nach Vorliegen konkreter Planungen entschieden werden.

Wenn Kinderspielplätze im Bereichen mit Auffüllungsböden geplant sind, sollte aus Vorsorgegründen ein Bodenauftrag von ca. 1 m bzw. ein Bodenaustausch durchgeführt werden. Zusätzlich sollte eine Grabesperre vorgesehen werden.

12. Verwertungs/Entsorgungswege für die anfallenden Aushubmassen

Im Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz vom 27.09.94 geändert durch Gesetz vom 12.09.96 wird festgelegt, daß Abfälle in erster Linie zu vermeiden, insbesondere durch die Verminderung ihrer Menge und Schädlichkeit und in zweiter Linie stofflich zu verwerten oder zur Gewinnung von Energie zu nutzen sind (energetische Verwertung).

Daher muß vor der Entsorgung (Deponierung) von im Rahmen der Baummaßnahme anfallendem Bodenaushub eine Verwertung geprüft werden. Erst wenn eine Verwertung des Bodens aufgrund der Beschaffenheit nicht möglich ist, kann eine Entsorgung (Deponierung) durchgeführt werden.

Aufbauend auf den durchgeführten Bodenuntersuchungen sowie der begleitenden chemischen Analytik können die folgenden Verwertungs-/Entsorgungswege für die im Rahmen der Baumaßnahme anfallenden Böden aufgezeigt werden.

Verwertungsmöglichkeiten:

Anthropogen unbeeinflußte Böden können generell uneingeschränkt wiederverwendet werden. Gehalte bis zum LAGA Zuordnungswert Z 0, der einen uneingeschränkten, offenen Einbau zuläßt, kennzeichnen natürliche, anthropogen unbeeinflußte Böden.

Auf den Flurstücken 372 (Flur 18) und Flurstück 389 (Flur 5) sowie auf dem von der Ziegelei Mues genutzten Grundstück wurden bis auf zwei lokale Bereiche mit geringer Auffüllungsmächtigkeit ausschließlich gewachsene Böden erbohrt.

Auf den anderen überplanten Grundstücken wurden z.T. flächig Auffüllungsböden festgestellt, deren Untersuchung auf die Parameter der LAGA sowie auf weitere nutzungsspezifische Schadstoffe im Hinblick auf eine Verwertung/Entsorgung nachfolgende Befunde zeigte:

Die durch die Mischprobe MP 1 charakterisierten Auffüllungsböden aus dem geplanten Straßenbereich auf dem Jacobi-Gelände, dem Bereich der RKS 32 auf dem Grundstück Lipgenshof sowie dem Bereich RKS 56 auf dem Güterbahnhof erfüllen die LAGA-Kriterien Z 1.2 für den eingeschränkten offenen Einbau in hydrogeologisch günstigen Gebieten.

Anfallende Auffüllungsböden aus diesen Bereichen können offen in Flächen eingebaut werden, die im Hinblick auf ihre Nutzung als unempfindlich anzunehmen sind und die flächig verbreitete, ausreichend mächtige bindige Deckschichten sowie einen höchsten Grundwasserstand aufweisen, der 1 m unterhalb der Schuttkörperbasis liegt.

Solche Flächen sind z.B. Industrie-, Gewerbe- und Lagerflächen sowie Straßenbauflächen und begleitende Erdbaumaßnahmen.

Die durch die Mischproben MP 2 und MP 3 charakterisierten Auffüllungsböden aus den geplanten Straßenbereichen auf dem Jacobi-Gelände sowie der RKS 42 auf dem Grundstück Lipgenshof erfüllen die Kriterien des LAGA Zuordnungswertes Z 2.

Diese Böden können einem eingeschränkten Einbau mit definiertem technischen Sicherungsmaßnahmen zugeführt werden.

Der Einbau der Böden ist in Lärmschutzwällen mit mineralischer Oberflächenabdichtung und darüberliegender Rekultivierungsschicht, in Straßendämmen (Unterbau) mit wasserundurchlässiger Fahrbahndecke und mineralischer Oberflächenabdichtung sowie im Straßen- und Wegebau, bei der Anlage von befestigten Flächen in Industrie- und Gewerbegebieten sowie als Tragschicht unter wasserundurchlässiger Deckschicht oder gebundener Tragschicht unter wenig durchlässiger Schicht (Pflaster, Platten) möglich.

Der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand soll ebenfalls mindestens 1 m betragen.

Gemäß Angaben der Stadt Hennef erschließt die Stadt zur Zeit das Gewerbegebiet Hossenberg im Osten von Hennef.

Das geplante Gewerbegebiet liegt ausweislich der eingesehenen Geologischen Karte im Verbreitungsgebiet pleistozäner Löße und Lößlehme von > 5 m Mächtigkeit. Die Löße liegen Ton- und Sandsteinen der unterdevonischen Wahnbachschichten auf.

Die hydrogeologischen Bedingungen in dem geplanten Gewerbegebiet würden sowohl einen offenen Einbau der Auffüllungsböden, die die LAGA Z 1.2 Kriterien erfüllen, als auch einen Einbau der Auffüllungsböden, die dem LAGA Z 2 Zuord-

nungswert genügen, unter versiegelten Flächen (z.B. Fahrbahndecken) zulassen.

Alternativ ist eine Verwertung der anfallenden Auffüllungsböden an Ort und Stelle wie folgt möglich:

- Einbau in einem zu den Bahngleisen gelegenen Lärmschutzwall mit mineralischer Oberflächenabdichtung;

- Einbau unter Flächenversiegelungen vor Ort;

- Verzicht auf eine Unterkellerung und Aufhöhung des gesamten Geländes.

Der Bau eines Lärmschutzwalls vor Ort bedeutet einen Flächenverbrauch. Die Stadt Hennef plant zudem als Lärmschutz einen an der Bahn gelegenen Gebäuderiegel, der gewerblich genutzt werden soll.

Gutachterlicherseits wird empfohlen, die Auffüllungsböden, die den LAGA Zuordnungswerten bis einschließlich Z 2 genügen, soweit bautechnisch möglich unter Flächenversiegelungen vor Ort einzubauen. Die Massen, die nicht vor Ort eingebaut werden können, sollten im Bereich des geplanten Gewerbegebiets Hossenberg zur Geländemodellierung und als Unterbau unter versiegelten Flächen verwendet werden.

Der Einbau der Auffüllungsböden unter Flächenversiegelungen vor Ort und im Bereich des Gewerbegebiets Hossenberg ist im Vorfeld mit der zuständigen Unteren Wasserbehörde des Rhein-Sieg-Kreises als zuständiger Aufsichtsbehörde abzustimmen.

Eine Verwertung der anfallenden Aushubmassen ist für folgende Bereiche nicht oder nur eingeschränkt möglich:

Der LAGA-Zuordnungswert Z 2 wird im Bereich der RKS 20 auf dem Jacobi-Gelände sowie der RKS 66 auf dem Grundstück der ehem. Fa. Ersfeld überschritten. Die Böden aus diesen beiden Bereichen genügen den Annahmekriterien der Bauschutt-Deponie der Rhein-Sieg-Abfallgesellschaft (RSAG).

Der im Rahmen der Baumaßnahme anfallende Bodenaushub aus diesen beiden Bereichen muß gemäß des im Rhein-Sieg-Kreis geltenden Anschluß- und Benutzerzwangs auf der RSAG-Deponie entsorgt werden.

Im Bereich der RKS 43 auf dem Grundstück Lipgenshof liegen an Schlacken und Aschen gebundene deutliche PAK-Belastungen vor. Die Annahmekriterien der RSAG-Bauschuttdeponie werden überschritten.

Die Auffüllungsböden aus diesem Bereich können auf der Hausmülldeponie (Deponieklasse II nach TA Siedlungsabfall) der RSAG in Sankt-Augustin-Niederpleis entsorgt werden. Die Hausmülldeponie befindet sich zur Zeit im Endstadium der Verfüllung, so daß bei Anfall der Böden bereits keine Deponierung mehr möglich sein kann. Alternativ ist dann eine Hausmülldeponie außerhalb des Rhein-Sieg-Kreises zu suchen.

Im Bereich des Schrottplatzes Richarz liegen bis 1,8 m reichende, flächige Bodenbelastungen mit insbesondere mineralölähnlichen Kohlenwasserstoffen sowie Schwermetallen vor.

Die festgestellten Belastungen schließen eine Entsorgung auf der Bauschutt- und Hausmülldepnie der RSAG-Deponie aus.

Für die im Bereich des Schrottplatzes Richarz anfallenden Böden wird eine thermische Behandlung oder die Entsorgung auf einer für die Schadstoffgehalte zugelassenen Hausmülldeponie empfohlen.

13. Kostenschätzung für die Verwertung/Entsorgung der anfallenden Aushubmassen

Grundlagen für die nachfolgende Kostenschätzung für die Verwertung/Entsorgung der im Rahmen der Neubebauung der „Südlichen Innenstadt“ anfallenden Auffüllungsböden sind die von der Stadt Hennef zur Verfügung gestellten Planungsgrundlagen (vgl. Anlage 2) sowie die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen.

Die Planungsgrundlage der Stadt Hennef stellt gemäß Auskunft des Planungsamtes noch nicht den endgültigen Bebauungsplan dar.

Auf der Planungsgrundlage sowie den Ergebnissen der Bodenuntersuchungen lassen sich folgende Massen an Auffüllungsböden abschätzen:

Grundstück	**Massenschätzung in m^3**
Jacobi-Gelände	20.000
ehem. Fa. Ersfeld	3.700
Schrottplatz Richarz und Raiffeisenmarkt	3.500
Lipgenshof und ehem. BP-Tankstelle	3.700
Gesamtmenge	**30.900**

Tabelle 9: Massenschätzung für anfallende Auffüllungsböden

Die MKW-belasteten Böden im Bereich des Schrottplatz Richarz sowie des Jacobi-Geländes müssen einer Sonderbehandlung (thermische oder mikrobiologische Behandlung) zugeführt werden.

Die Auffüllungsböden, die den LAGA-Zuordnungswert Z 2 überschreiten, jedoch den Annahmekriterien der RSAG-Bauschuttdeponie genügen, müssen aufgrund des Anschluß- und Benutzerzwangs dort deponiert werden.

Die Auffüllungsböden, die die Annahmekriterien der RSAG überschreiten, müssen auf einer höherwertigen Deponie entsorgt werden.

Die nachfolgende Tabelle 10 zeigt mögliche Verwertungs-/Entsorgungswege sowie eine Massen- und Kostenschätzung. Für die Auffüllungsböden, die den LAGA-Kriterien genügen, sind die im vorherigen Kapitel aufgezeigten Verwertungswege zusammengestellt:

Grundstück	Verwertungs-/ Entsorgungsweg	Menge in t	Kosten je t in DM	Gesamtkosten in DM
1. Sonderbehandlung				
Schrottplatz Richarz	Thermische Behandlung	2.700	300,-	810.000
Jacobi-Gelände	Mikrobiologische Behandlung	400	150,-	60.000
2. Hausmülldeponie				
Lipgenshof	RSAG-Hausmülldeponie	200	335,-	67.000
3. Bauschuttdeponie				
Jacobi-Gelände	RSAG-Bauschuttdeponie	1.000	32,-	32.000
Fa. Ersfeld	RSAG-Deponie	2.000	32,-	64.000
4. Alternative Verwertungswege für die Auffüllungsböden, die den Kriterien der LAGA genügen				
	Einbau Gewerbegebiet Hossenberg	50.000	25,-	1.250.000
	Einbau im einem Lärmschutzwall vor Ort	50.000	8,-	400.000
	Einbau unter Flächenversiegelungen vor Ort	50.000	25,-	1.250.000
	Deponierung auf der RSAG-Deponie	50.000	32,-	1.600.000

Tabelle 10: Zusammenstellung der Verwertungs-/Entsorgungswege einschl. Massen- und Kostenschätzung

Die in Tabelle 10 aufgeführten Kosten verstehen sich netto ohne Lösen, Aufnehmen und Transportieren der Böden.

Für die thermische Behandlung der mit mineralölähnlichen Kohlenwasserstoffen und Schwermetallen belasteten Böden aus dem Bereich des Schrottplatzes Richarz muß mit Kosten von ca. DM 800.000,- gerechnet werden.

Für die Deponierung von Auffüllungsböden auf der RSAG-Bauschuttdeponie muß mit Kosten von ca. DM 100.00,- gerechnet werden.

Sofern für die Auffüllungsböden, die den Z 1.2 bzw. Z 2-Kriterien der LAGA genügen, kein entsprechender Verwertungsweg gefunden wird, ist ebenfalls eine Deponierung bei der RSAG notwendig. Dies würde zu Deponierungskosten von ca. DM 1.600.000,- zuzüglich Transportkosten führen.

Eine Reduzierung der Deponierungskosten ist bei einem Einbau unter Flächenversiegelungen oder in einem Lärmschutzwall vor Ort oder im Gewerbegebiet Hossenberg möglich.

Der Einbau unter Flächenversiegelungen vor Ort bzw. im Gewerbegebiet Hossenberg ist um ca. DM 350.000,- günstiger als die Deponierung bei der RSAG. Zudem entfallen für den Einbau vor Ort die Transportkosten.

Der Einbau in einem Lärmschutzwall vor Ort ist die kostengünstigste Alternative. Gegenüber der Deponierung bei der RSAG fallen um ca. DM 800.000,- geringere Kosten an. Zudem entfallen die Transportkosten.

14. Zusammenfassung der Ergebnisse aus altlastentechnischer Sicht

Die Stadt Hennef beabsichtigt die städtebauliche Neuordnung eines ca. 22 ha großen Areals in der südlichen Innenstadt.

Das Areal umfaßt als zentrales Grundstück den ehem. Standort der Maschinenfabrik und Eisengießerei Jacobi-Werke sowie folgende weitere Grundstücke:

Das Gelände eines Raiffeisenmarkts, Teilbereiche des Güterbahnhofs, das Grundstück des Schrottplatz Richarz, das ehem. Grundstück des Landwarenhandels Ersfeld, Teilbereiche der ehem. Ziegelei Mues, das Gelände einer ehem. BP-Tankstelle, das Grundstück des ehem. Hofes Lipgenshof, das Grundstück der Gärtnerei Schmitz sowie zwei als Wiesen genutzte Brachflächen.

Die vorgenannten Grundstücke sollen einer Neunutzung in Form einer gemischten Wohn- und Gewerbegebietes zugeführt werden.

Im Vorfeld der geplanten Neunutzung wurde das Ingenieurbüro Dr. Tillmanns & Partner GmbH von der Stadt Hennef beauftragt, die überplanten Grundstücke hinsichtlich einer von potentiellen Bodenbelastungen ausgehenden Gefährdung von Schutzgütern unter Berücksichtigung der Nutzungen zu untersuchen. Zusätzlich sollten die vorhandenen Auffüllungsböden im Hinblick auf ihre Verwertungs/Entsorgungsmöglichkeiten untersucht werden.

Neben den altlastentechnischen Untersuchungen sollte eine Baugrundvorerkundung sowie eine Untersuchung der Versickerungsfähigkeit von Niederschlagswasser für das Untersuchungsgebiet durchgeführt werden. Die Baugrundvorerkundung

sowie das Versickerungsgutachten sind im Teil II des vorliegenden Gutachtens dokumentiert.

Das vorliegende Gutachten basiert auf einer umfangreichen Aufarbeitung der dem Unterzeichnenden vorliegenden und zur Verfügung gestellten Gutachten, Berichte und Karten.

Mittels Auswertung der Voruntersuchungen sowie einer historischen Recherche, die eine Kartenauswertung sowie eine Ortsbegehung umfaßte, wurden Grundstücke mit Untersuchungsdefiziten ausgewiesen sowie eine Schadstoffpotentialkarte entwickelt.

Auf der Grundlage der ermittelten Schadstoffpotentiale sowie der erkannten Untersuchungsdefizite wurden Bodenuntersuchungen im Bereich der überplanten Grundstücke durchgeführt.

Das Untersuchungsgebiet liegt im Sedimentationsraum der ca. 5–8 m mächtigen pleistozänen Niederterrasse der Sieg, die von durchschnittlich 3 m mächtigen holozänen Hochflutlehmen überdeckt wird. Im östlichen Untersuchungsgebiet werden die Niederterrassenablagerungen von max. 8 m mächtigen Ablagerungen der holozänen Inselterrasse der Sieg überlagert.

Den tieferen Untergrund bilden unterdevonische Sand- und Tonsteine sowie Grauwacken der Wahnbachschichten.

Die Grundwasserfließrichtung in den quartären Terrassensedimenten (= Oberes, freies Grundwasserstockwerk) ist nach Westen bis Nordwesten gerichtet. Der Grundwasserflurabstand beträgt zwischen 6 m und 8 m u. Bei Grundwasserhochständen der Sieg muß mit einem Grundwasseranstieg bis zu 4 m unter Flur gerechnet werden.

Das Untersuchungsgebiet liegt im Anstrom der Wasserschutzzone des Wasserwerks Siegbogen.

Die historische Entwicklung des Untersuchungsgebiets weist bis zum Jahr 1879 eine landwirtschaftliche Nutzung aus. 1879 wird die **Eisengießerei und Maschinenfabrik Jacobi** gegründet, deren Gelände bis 1975 kontinuierlich erweitert wird. Die Fa. Jacobi stellt 1991 ihre Produktion ein, die Gebäude werden in 2. Bauabschnitten von 1993-1995 rückgebaut. Im Rahmen des Rückbaus wurde das Grundstück mit der Intension einer Gewerbenutzung baureif gemacht.

Im zentralen Bereich des Untersuchungsgebiets ist ab Ende des letzten Jahrhunderts die **Ziegelei und Getreidemühle Mues** ansässig. Im Umfeld der Ziegelei werden die Hochflutlehme der Sieg zur Herstellung von Ziegeln abgegraben. Die Gebäude der Ziegelei Mues wurden mit Ausnahme des an der Mittelstraße gelegenen Verwaltungsgebäudes im April 1990 rückgebaut. Der zentrale Bereich des Ziegeleigeländes wurde 1991 durch die Montana Wohnungsbau GmbH einer Wohnbebauung in Form von Einfamilienreihenhäusern zugeführt.

Die Abgrabungen im Umfeld der Ziegelei wurden bis 1980 vollständig verfüllt. In einem Teilbereich der ehem. Abgrabungsfläche wurde 1964 eine **BP-Tankstelle** errichtet und bis 1994 betrieben. Im Rahmen des Tankstellenrückbau wurden umfangreiche Bodensanierungsmaßnahmen mittels Bodenaustausch durchgeführt.

Auf dem westlich benachbarten Grundstück war von 1906 bis 1948 der landwirtschaftliche Betrieb **Lipgenshof** ansässig. Teilbereiche des Grundstücks Lipgenshof gehörten zur Abgrabungsfläche der Ziegelei Mues und wurden bis 1980 verfüllt. Das Grundstück Lipgenshof wird heute als Parkplatz genutzt.

Die **Fa. Karl Ersfeld & Co.** ist seit ca. 1940 im Bereich des Untersuchungsgebiet ansässig. Das Verwaltungsgebäude befindet sich an der zur Bahn gelegenen Seite der Mittelstraße. Auf der gegenüberliegenden Straßenseite befinden sich Schuppen und Lager für landwirtschaftliche Produkte, Baustoffe sowie ein Tanklager für Heizöl und Diesel. Im Bereich des Tanklagers ist aus 1972 ein Ölschaden aktenkundig.

Der Ölschaden wurde 1992-1993 bis auf eine Restbelastung unterhalb der Nachbarbebauung ausgekoffert. Im Bereich des Firmengeländes wurden im Rahmen von Bodenuntersuchungen zusätzlich Belastungen mit PAK nachgewiesen, deren Ursprung nicht geklärt werden konnte.

Nördlich des Jacobi-Geländes befindet sich der **Schrottplatz der Fa. Richarz**, der z.Zt. geräumt wird. Zur Dauer der Schrottplatznutzung liegen keine Informationen vor. Bodenuntersuchungen wurden im Bereich des Schrottplatzes erstmals im Rahmen dieses Gutachtens durchgeführt.

Die **Fa. Zelter**, ein Zulieferbetrieb der Automobilindustrie, ist seit ca. 1970 im Bereich des Untersuchungsgebiets ansässig. Das Grundstück der Fa. Zelter bleibt unverändert bestehen und wird keiner Neunutzung zugeführt.

Weitere überplante Grundstücke sind das Gelände des seit 1970 bestehenden **Raiffeisenmarkts**, der **Gärtnerei Schmitz**, des **Güterbahnhofs** sowie die landwirtschaftlich genutzten Flurstücke 372 (Flur 18) und 389 (Flur 5).

Im Bereich der landwirtschaftlich genutzten Flurstücke sind ausweislich der historischen Recherche keine umweltrelevanten Vornutzungen wie z.B. Abgrabungen und deren Wiederverfüllung zu besorgen.

Auf der Grundlage der historischen Entwicklung sowie der Auswertung der vorhandenen Unterlagen wurden die für das überplante Gebiet anzunehmenden Schadstoffpotentiale herausgearbeitet.

Demnach war in weiten Bereichen des Untersuchungsgebietes mit Auffüllungsböden zu rechnen, die entsorgungstechnisch problematische Schlacken, Aschen und Gießereisande enthalten können. Besonders zu beachten waren das Jacobi-Gelände sowie die Grundstücke der ehem. BP-Tankstelle und das Grundstück Lipgenshof, die im Bereich der verfüllten Abgrabung der Ziegelei Mues liegen.

Im Bereich des Schrottplatzes Richarz, des Jacobi-Geländes, des ehem. Betriebsgeländes der Fa. Ersfeld sowie der ehem. BP-Tankstelle waren insbesondere nutzungsspezifische Bodenbelastungen mit mineralölähnlichen Kohlenwasserstoffen zu besorgen.

Im Bereich des Schrottplatzes Richarz waren zudem als weitere Schadstoffpotentiale PAK und PCB aus dem Umgang mit Altölen zu beachten. Zusätzlich war im Bereich des ehem. Grundstücks der Fa. Ersfeld aufgrund der Ergebnisse der Voruntersuchungen lokal mit Bodenbelastungen durch PAK zu rechnen.

Die entsprechend den anzunehmenden Schadstoffpotentialen durchgeführten Bodenuntersuchungen zeigen, daß der unmittelbare Untergrund im Untersuchungsgebiet mit Ausnahme der Grundstücke Flurstück 372 (Flur 18) und Flurstück 389 (Flur 5) aus durchschnittlich 1 m mächtigen Auffüllungsböden gebildet wird. Im Bereich der genannten beiden Flurstücke setzten die Sondierungen mit Ausnahme zweier kleinräumiger Bereiche mit geringmächtigen Auffüllungsböden in Überein-

stimmung mit den Befunden der historischen Recherche direkt in gewachsenem Boden an.

Die Auffüllungsböden bestehen aus Bodenaushub, dem mit wechselnden Anteilen Schlacken, Aschen und Bauschutt beigemengt sind.

Im Liegenden der Auffüllungen folgen bindige Hochflutlehme mit einem relativ hohen Rückhaltevermögen für Schadstoffe sowie die sandig-kiesigen, lokal schluffigen Ablagerungen der Niederterrasse bzw. der Inselterrasse der Sieg.

Im Bereich des Jacobi-Geländes wurden lokal, im Bereich des Schrottplatzes Richarz flächig organoleptische Auffälligkeiten in Form eines KW-Geruchs als Hinweis auf Bodenbelastungen festgestellt.

Die Mehrzahl der im Hinblick auf eine Verwertung/Entsorgung auf die Parameter der LAGA-Liste untersuchten Auffüllungsböden genügen den Kriterien der LAGA Zuordnungswerte Z 1.2 und Z 2 für den eingeschränkten offenen Einbau sowie den eingeschränkten Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen.

Auf der Grundlage der durchgeführten Bodenuntersuchungen sowie den Planungsgrundlagen der Stadt Hennef beträgt die Menge der anfallenden, den Kriterien der LAGA genügenden Auffüllungsböden ca. 28.000 m^3 (= 50.000 t).

Für die anfallenden Auffüllungsböden ist eine Verwertung in einem abgedeckten Lärmschutzwall oder unter Flächenversiegelungen vor Ort sowie ein Einbau unter Flächenversiegelung im Hennefer Gewerbegebiet Hossenberg möglich.

Die kostengünstigste Verwertung (Kosten ca. DM 400.000,-) ist der Einbau in einem Lärmschutzwall vor Ort, da Trans-

portkosten und aufwendige Verdichtungsmaßnahmen entfallen. Der Lärmschutzwall führt jedoch zu einem Flächenverbrauch im Entwicklungsbereich.

Eine weitere Verwertungsmöglichkeit für die Auffüllungsböden stellt der Einbau unter Flächenversiegelungen vor Ort dar. Diese Verwertungsvariante (Kosten ca. 1.250.000,-) ist aufgrund der deutlich aufwendigeren Verdichtungsarbeit kostenintensiver als der Einbau in einem Lärmschutzwall.

Ähnliche Kosten, die insbesondere von den notwendigen Verdichtungsmaßnahmen bestimmt werden, fallen bei Einbau der Auffüllungsböden im Hennefer Gewerbegebiet Hossenberg (Verwertungsvariante 3) an. Zusätzlich ist mit Transportkosten für das östlich des Hennefer Zentrums gelegene Gewerbegebiet zu rechnen.

Neben der Verwertung ist eine Entsorgung der Auffüllungsböden auf der Bauschutt-Deponie der RSAG in Sankt-Augustin-Niederpleis möglich. Dieser Entsorgungsweg ist der kostenintensivste und sollte nur beschritten werden, wenn die Varianten zur Verwertung der Auffüllungsböden geprüft und technisch nicht durchführbar sind.

Im Bereich der ehem. Fa. Ersfeld sowie lokal im Bereich des Jacobi-Geländes sowie des Lipgenshof wurden an Aschen und Schlacken gebundene, erhöhte PAK-Gehalte festgestellt, die eine Verwertung gemäß LAGA nicht zulassen (ca. 3.000 t).

Diese PAK-belasteten Auffüllungsböden aus dem Bereich der ehem. Fa. Ersfeld sowie des Jacobi-Geländes genügen jedoch den Annahmekriterien der Bauschutt-Deponie der Rhein-Sieg-Abfallgesellschaft in Sankt-Augustin-Niederpleis. Gemäß des im Rhein-Sieg-Kreis geltenden Anschluß- und Benutzerzwang muß die Deponierung über die RSAG-Deponie erfolgen.

Für die Deponierung fallen bei geschätzten 3.000 t und Deponierungskosten von DM 32,-/t Kosten von ca. DM 100.000,- zuzügl. Transportkosten an.

Die im Bereich des Grundstücks Lipgenshof lokal festgestellten erhöhten PAK-Gehalte in den Auffüllungsböden überschreiten die Annahmekriterien der RSAG-Bauschutt-Deponie. Die Auffüllungsböden aus diesem Bereich können auf der Hausmülldeponie der RSAG deponiert werden. Die Hausmülldeponie der RSAG in Sankt-Augustin-Niederpleis befindet sich jedoch zur Zeit in der Endverfüllung, so daß bei Anfall des Bodens vermutlich ein andere Hausmülldeponie angefahren werden muß.

Die gemäß LAGA untersuchte Bodenprobe aus dem Bereich des Schrottplatzes überschreitet für die Parameter EOX, KW, Blei, Kupfer und Zink sowie den Phenolindex aus dem Eluat deutlich die LAGA Z 2 Zuordnungswerte. Auch die Annahmekriterien der RSAG-Deponie werden für die Parameter Kohlenwasserstoffe und Phenolindex aus dem Eluat überschritten.

Die im Bereich des Schrottplatzes Richarz durchgeführten, nutzungsspezifischen Bodenuntersuchungen zeigten massive, flächige, bis max. 1,8 m u. OKG reichende Belastungen mit mineralölähnlichen Kohlenwasserstoffen. Die Bodenbelastungen mit mineralölähnlichen Kohlenwasserstoffen sowie Schwermetallen sind auf die Schrottplatznutzung auf unversiegelten Flächen zurückzuführen.

Die festgestellten Bodenbelastungen stellen mittelfristig eine Gefährdung für das Schutzgut Grundwasser dar, da das Schrottplatzgelände unversiegelt ist und die Belastungen mit dem versickernden Niederschlagswasser mobilisiert werden können.

Die belasteten Böden im Bereich des Schrottplatzes Richarz müssen einer Sonderbehandlung wie z.B. einer thermische Behandlung zugeführt werden. Bei geschätzten 2.700 t belasteten Bodens und Behandlungskosten für die thermische Behandlung von ca. DM 300,-/t fallen Kosten von ca. DM 800.000,- an.

Nachgeordnet wurde eine lokale MKW-Bodenbelastung auf dem Jacobi-Gelände im Bereich der ehem. Maschinenhalle festgestellt. Die belasteten Böden können einer mikrobiologischen Behandlung zugeführt werden. Bei geschätzten 400 t MKW-belasteten Bodens und Behandlungskosten für die mikrobiologische Behandlung von ca. DM 150,-/t fallen Kosten von ca. DM 60.000,- an.

Die Bodeneingriffe im Bereich des Schrottplatzes Richarz sind aufgrund der festgestellten massiven Bodenbelastungen unter gutachterlicher Begleitung durchzuführen. Auch die lokale MKW-Belastung im Bereich der Fa. Jacobi ist unter gutachterlicher Begleitung zu separieren.

Es empfiehlt sich, im Vorfeld der notwendigen Sanierungsmaßnahmen die notwendigen Entsorgungs-/Verwertungsnachweise zu beantragen, um längere Standzeiten von Containern zu vermeiden und separierte Böden sofort abfahren zu können.

Die im Rahmen von Baumaßnahmen anfallenden Auffüllungsböden sind entsprechend den durchgeführten Untersuchungen zu separieren und aufzuhalden. In Anlehnung an die LAGA sollten Chargen von 1.000 m^3 repräsentativ beprobt und gemäß LAGA im Hinblick auf die vorgeschlagene bzw. vorgesehene Verwertung/Entsorgung untersucht werden.

Die notwendigen Sanierungs- sowie alle Verwertungs-/und Entsorgungsmaßnahmen sind im Vorfeld mit dem Amt für Gewäs-

serschutz und Abfallwirtschaft des Rhein-Sieg-Kreises abzustimmen.

Die durchgeführten Bodenuntersuchungen zeigten, daß eine Nutzung des gesamten Entwicklungsbereichs als Gewerbegebiet im Hinblick auf eine Gefährdung des Schutzgutes Mensch unproblematisch ist. Zum Schutze des Menschen ist für unversiegelte Flächen mit Auffüllungsböden im Umfeld von Wohnbebauungen sowie im Bereich geplanter Kinderspielplätzen ein Bodenauftrag oder -austausch vorzusehen. Endgültig kann zur Notwendigkeit solcher Maßnahmen erst auf der Grundlage von Bodenuntersuchungen an flächenrepräsentativen Oberflächenmischproben entschieden werden. Eine solche Vorgehensweise setzt wiederum konkrete Planungsunterlagen voraus.

Im Bereich der Gärtnerei Schmitz konnten aufgrund fehlender Betretungserlaubnis noch keine Bodenuntersuchungen durchgeführt werden. Die notwendigen Untersuchungen werden in Form eines Nachtrags nachgereicht.

II. Teil: Baugrundtechnische Untersuchungen

15. Allgemeines und Untersuchungsgang

Die Baugrunduntersuchungen wurden als Baugrundvorerkundung gemäß der von der Stadt Hennef zur Verfügung gestellten Planungsgrundlage durchgeführt.

Die geplante Bebauung des Entwicklungsbereich „Südliche Innenstadt“ Hennef ist in der Übersichtskarte in Anlage 2 ausgewiesen.

Demnach ist für den westlichen Entwicklungsbereich um das Kerngrundstück Jacobi-Gelände eine gemischte Wohn- und Gewerbe-/Dienstleistungsnutzung vorgesehen.

Für den östlich der Mittelstraße gelegenen Entwicklungsbereich ist überwiegend eine Wohnbebauung vorgesehen.

Ob die geplanten Gebäude unterkellert werden, ist gemäß Information der Stadt Hennef noch nicht abschließend geklärt.

Das ehem. Sportplatzgelände Ecke Bonner Straße/Beethovenstraße wird zur Zeit bereits bebaut.

Zur Baugrunduntersuchung wurden 34 Rammkernsondierungen sowie 34 Rammsondierungen an den Eckpunkten der geplanten Gebäude niedergebracht.

Die Rammkernsondierungen dienten gleichzeitig der Erkundung möglicher nutzungsspezifischer Bodenbelastungen sowie der Kartierung entsorgungstechnisch problematischer Auffüllungsböden.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Rammsondierungen (RS) zusammen mit den zugehörigen, an gleicher Position abgeteuften Rammkernsondierungen (RKS) sowie nach Lage zusammengestellt:

RS	RKS	Lage
1	16	Jacobi-Gelände
2	17	
3	15	
4	14	
5	18	
6	19	
7	20	
8	23	
9	12	
10	10	
11	11	
12	13	
13	25	Flur 18, Flurstück 372
14	29	(Kleewiese)
15	54	
17	51	
23	31	Lipgenshof
24	43	
25	41	
26	45	ehem. BP-Station
27	46	
16	60	Raiffeisenmarkt
18	61	
19	56	
20	68	Schrottplatz Richarz
21	85	Fa. Ersfeld
22	79	
33	92	Ziegelei Mues
34	93	

RS	RKS	Lage
28 29 30 31 32	91 90 89 88 87	Flur 5, Flurstück 389, Wiese östlich der Fa. Zelter
n.u. *)	n.u. *)	Gärtnerei Schmitz

*) n.u. = nicht untersucht

Tabelle 11: Lage der Rammsondierungen

Zusätzlich wurden 9 horizontierte Sickerversuche zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes durchgeführt. Die Sic??kerversuche wurden in Bereichen ohne geplante Bebauung sowie mit geringer Auffüllungsmächtigkeit durchgeführt.

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Rammkernsondierungen und der Rammsondierungen beschrieben:

16. Ergebnisse der Rammkernsondierungen

Die Untergrundverhältnisse im Bereich des engeren Untersuchungsgebietes wurden mittels 34 Rammkernsondierungen bis max. 6 m u. OKG erkundet.

Die Ansatzpunkte der abgeteuften Rammkernsondierungen zeigt Anlage 6.

Die Schichtenverzeichnisse zu den Rammkernsondierungen sind in Anlage 10 dokumentiert. In den Profilschnitten in Anlage 7 sind die Befunde der Rammkernsondierungen in Form von

Säulenprofilen dargestellt. Die Lage der Profilschnitte zeigt die Anlage 6.

Die Schichtenfolge wurde bereits im Kapitel 9 ausführlich beschrieben und soll nachfolgend im Hinblick auf die baugrundtechnischen Befunde zusammengefaßt werden:

Demnach besteht der Untergrund im Bereich der folgenden Grundstücke aus durchschnittlich 1 m mächtigen Auffüllungsböden: Jacobi-Gelände, Raiffeisen-Markt, Schrottplatz Richarz, ehem. Fa. Ersfeld, Lipgenshof und ehem. BP-Tankstelle. Lokal wurden größere Auffüllungsmächtigkeiten bis max. 3,8 m im Bereich von ehem. Fundamenten auf dem Jacobi-Gelände sowie im Bereich von Auskofferungsmaßnahmen auf dem ehem. Ersfeld- sowie dem Tankstellengrundstück angetroffen.

Im Bereich der Grundstücke Flur 18, Flurstück 372 östlich des Jacobi-Geländes, Flur 5, Flurstück 389 östlich des Betriebsgeländes der Fa. Zelter sowie des von der ehem. Ziegelei Mues genutzten Grundstücks wurden bis auf zwei lokal eng begrenzte Bereiche keine Auffüllungsböden festgestellt.

Das Liegende der Auffüllungsböden bilden schluffig-sandig, z.T. schwach tonig ausgebildete holozäne Hochflutlehme. Die bindigen Hochflutlehme sind zumeist von steifer Konsistenz und erdfeucht ausgebildet.

Die Hochflutlehme werden im westlichen Entwicklungsbereich von den sandig-kiesigen, lokal schluffigen Sedimenten der Niederterrasse der Sieg unterlagert. Im östlich des Hanfbachs gelegenen Entwicklungsbereich wurden unterhalb der Hochflutablagerungen die sandig-kiesigen Ablagerungen der Sieg-Inselterrasse erbohrt.

Die Terrassensedimente wurden in Tiefen zwischen 1,5 m u. OKG und 5,1 m u. OKG erbohrt. Die durchschnittliche Tiefen-

lage der Terrassensedimente beträgt ca. 2,8 m u. OKG. Lokal wurden die Terrassenablagerungen im Bereich der RKS 16, RKS 29 und RKS 61 im westlichen Entwicklungsbereich sowie der RKS 43 auf dem Grundstück Lipgenshof erst in Tiefen zwischen 4,0 m und 5,1 m u. OKG erbohrt.

Die Terrassensedimente sind zumeist dicht gelagert. Die hangenden Partien können lokal eine mitteldichte Lagerung aufweisen.

Nasse Bodenschichten als Hinweis auf Grund- oder Schichtwasser wurden lokal in 3 m bis 5 m u. OKG festgestellt.

Generell ist mit Grundwasserflurabständen von ca. 6 m zu rechnen. Bei langanhaltenden Hochwässern muß mit Grundwasserständen von ca. 4 m u. OKG bzw. 63,50 m ü. NN gerechnet werden.

17. Ergebnisse der Rammsondierungen

Im Untersuchungsgebiet wurden unmittelbar neben den in Tabelle 11 aufgeführten Rammkernsondierungen die Rammsondierungen RS 1-34 mit der mittelschweren Rammsonde (DPM) zur Erkundung der Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der den Untergrund bildenden Böden abgeteuft.

Die Rammdiagramme der Rammsondierungen sind in Anlage 11 dokumentiert. Die Anlage 12 zeigt die Schlagzahlprotokolle.

Die Schlagzahlen n_{10} sind ein Maß für die Lagerungsdichte und damit für die Tragfähigkeit der Böden.

In nachfolgender Tabelle sind die empirisch ermittelten Zuordnungen der Schlagzahlen für die mittelschwere Rammsonde (DPM) zur Lagerung bzw. Konsistenz der Böden zusammengestellt:

Lagerung	**DPM n_{10}**	**Konsistenz**	**DPM n_{10}**
sehr locker	0 – 4	breiig	0 – 3
locker	4 – 11	weich	3 – 8
mitteldicht	11 – 26	steif	8 – 14
dicht	26 – 44	halbfest	14 – 28
sehr dicht	> 44	fest	> 28

Tabelle 12: Empirische Abhängigkeit der Schlagzahlen für die mittelschwere Rammsonde (DPM) mit der Lagerung bzw. Konsistenz der Böden (aus Placzek, 1985).

Mit Schlagzahlen für n_{10} von 1–98 zeigen die Auffüllungsböden sowie die unterlagernden Hochflutlehme eine wechselnde und insgesamt schlechte Verdichtung. Die obersten Bereiche der Auffüllungsböden sowie die basalen Bereiche des Hochflutlehms zeigen lokal eine bessere Verdichtung.

Die im Liegenden der Hochflutlehme ab 1,5–5,1 m u. OKG anstehenden sandig-kiesigen Niederterrassen- und Inselterrassensedimente kommen mit Schlagzahlen für n_{10} von > 15 und ab einer Tiefe von durchschnittlich 3 m mit Schlagzahlen von >25 deutlich zum Ausdruck. Die Schlagzahlen dokumentieren die mitteldichte bis dichte Lagerung der Terrassensedimente.

In den Bereichen in denen die Niederterrassensedimente bereits ab 1,5 m bis 3 m u. OKG anstehen, zeigen die Terrassensedimente oberflächennah eine mittlere Lagerungsdichte.

Gründungen in den Sanden und Kiesen der Nieder- und Inselterrasse sind generell als unproblematisch zu bewerten.

18. Baugrundverhältnisse

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Geländeuntersuchungen hinsichtlich Bodenklassen, Bodenkennwerten und Gründungen bewertet.

18.1 Bodenklassen

Die den Untergrund bildenden Böden sind gemäß DIN 18300 folgenden Bodenklassen zuzuordnen:

Auffüllungsböden (Näherungswerte)

Bodenaushub und Bauschutt: Klasse 3-4 - leicht bis mittelschwer lösbare Bodenarten

Hochflutlehme

sandige Schluffe: Klasse 4 - mittelschwer lösbare Bodenarten

Niederterrasse, Inselterrasse

Sand und Kies: Klasse 3 - leicht lösbare Bodenarten.

18.2 Bodenmechanische Kennwerte

Für die den Untergrund bildenden Böden können aufgrund der Geländeuntersuchungen die nachfolgend aufgeführten bodenmechanischen Kennwerte nach DIN 1055 angenommen werden.

Auffüllungsboden (Näherungswerte)

Wichte des Bodens	γ = 18-20 kN/ m^3
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ' = 10-12 kN/ m^3
Innerer Reibungswinkel	φ' = 25,5°-30°
Kohäsion	C' = 0-5 kN/ m^2
Steifemodul	E_S = 5-10 MN/m^2

Hochflutlehm: Schluff, sandig

Wichte des Bodens	γ = 19-20 kN/ m^3
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ' = 10,5-11 kN/ m^3
Innerer Reibungswinkel	φ' = 27,5°
Kohäsion	C' = 2-5 kN/m^2
Steifemodul	E_S = 8-15 MN/m^2

Nieder- und Inselterrasse: Sand und Kies

Wichte des Bodens	γ = 19-21 kN/m^3
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ' = 11-12 kN/m^3
Innerer Reibungswinkel	φ' = 32,5°-35°
Kohäsion	C' = 0 kN/m^2
Steifemodul	E_S = 80-120 MN/m^2

18.3 Gründungsvorschlag

Ausweislich der Untersuchungsergebnisse und unter Berücksichtigung einer anzunehmenden Einbindetiefe von Einzel- und Streifenfundamenten ohne Unterkellerung von ca. 1,0 m würden die Gründungssohlen der geplanten Bauwerke zumeist in den Hochflutlehmen bzw. den Auffüllungsböden liegen.

Ausweislich der Befunde der Rammsondierungen weisen sowohl die Auffüllungsböden wie auch die unterlagernden Hochflutlehme eine geringe bis mittlere Verdichtung bzw. eine steife bis lokal weiche Konsistenz auf.

Sowohl die Auffüllungsböden als auch der Hochflutlehm sind ein heterogener und nicht ausreichend verdichteter bzw. verdichtungsfähiger Boden für eine Gründung über Einzel- oder Streifenfundamente. Zudem ist die Wasserempfindlichkeit der Hochflutlehme zu beachten.

Entsprechend sind bei einer Gründung über Einzel-/Streifenfundamente innerhalb der Auffüllungen und Hochflutlehme ohne baugrundverbessernde Maßnahmen bauwerksschädliche Setzungen und Setzungsunterschiede zu besorgen.

Aufgrund der geringen Verdichtung der Hochflutlehme sollten die Fundamente generell auf den Sanden und Kiesen der Nieder und Inselterrasse in ca. 1,5 bis 5,1 m u. OKG gegründet werden.

Für Bereiche, in denen die Gründungssohlen in den Auffüllungsböden und Hochflutlehmen liegen, wird gutachterlicherseits ein Bodenaustausch empfohlen. Nach Aushub ist gut verdichtungsfähiger Boden oder Magerbeton gemäß DIN 18196 lagenweise einzubauen und zu verdichten.

Bei Übertrag von Einzel- oder Streifenlasten auf den Untergrund sowie bei einer Gründung sämtlicher Fundamente auf den Terrassensedimenten (Kies, sandig, schluffig) sind für die Gründungssohle für die zulässigen Bodenpressungen (kN/m^2) in Anlehnung an die DIN 1054 folgende Werte anzusetzen:

Einbindetiefe des Fundaments (m)	**Zulässige Bodenpressungen in kN/m^2 bei Streifenfundamenten mit Breiten b bzw. b' von**			
	0,5 m	**1 m**	**1,5 m**	**2 m**
0,5	200	300	330	280
1	270	370	360	310
1,5	340	440	390	340
2	400	500	420	360

Tabelle 13: Zulässige Bodenpressungen für nichtbindigen Baugrund bei setzungsempfindlichen Bauwerken

Ist der Abstand d zwischen dem maßgebendem Grundwasserspiegel und der Gründungssohle kleiner als die maßgebende Fundamentbreite b bzw. b', dann sind die Werte der Tabelle 12 zu verringern, und zwar um 40 %, wenn der Grundwasserspiegel das Fundament berührt (d = 0). Zwischenwerte (d/b zwischen 0 und 1) sind geradlinig einzuschalten.

Bei einer Gründung sämtlicher Fundamente auf den Hochflutlehmen (Schluff, sandig) sind für die Gründungssohle bei steifer bis halbfester Konsistenz des Hochflutlehems für die zulässigen Bodenpressungen (kN/m^2) in Anlehnung an die DIN 1054 folgende Werte anzusetzen:

Kleinste Einbindetiefe des Fundaments (m)	Zulässige Bodenpressung in kN/m² bei Streifenfundamenten mit Breiten b bzw. b' von
0,5	100
1	160
1,5	200
2	220

Tabelle 14: Zulässige Bodenpressungen bei bindigem Baugrund

Zwischenwerte sind gradlinig einzuschalten.

Bereiche mit Hochflutlehmen von breiiger bis weicher Konsistenz sind durch verdichtungsfähigen Boden auszutauschen.

Die Gründung von Gebäuden auf unterschiedlichen Bodenschichten (Hochflutlehm – Terrasse) ist wegen der zu erwartenden Setzungsunterschiede nicht zulässig.

Die Bodenpressungen (Sohlnormalspannungswerte) gelten bei zentrischer Lasteintragung. Bei außermittiger oder geneigter Lastresultierenden sind die Angaben in der DIN 1054 (zulässige Belastung des Baugrundes) zu berücksichtigen.

Da die anstehenden Terrassensedimente im Hangenden aufgelockert sein können, sind die Gründungssohlen vor Einbau der Fundamente mittels eines entsprechenden Verdichtungsgeräts nachzuverdichten.

Aufgrund des geringen Grundwasserflurabstands bei Grundwasserhochständen (ca. 3–4 m) wird der Einbau einer kapillarbrechenden Schicht unterhalb von Bodenplatten empfohlen.

Alternativ zu Streifen- und Einzelfundamenten ist auch die Gründung über eine bewehrte Bodenplatte möglich.

Bei einer Gründung mittels einer bewehrten Bodenplatte ist der überplante Bereich bis 1,0 m unter geplanter Unterkante Bodenplatte auszuheben. Der ausgehobene Bereich ist nachfolgend bis zur Unterkante der Fundamentplatte in Lagen von 0,25 m mit einem Mineralgemisch der Körnung 0/45 aufzufüllen und nachweislich auf 100 % Proctordichte zu verdichten.

19. Durchführung und Auswertung von Sickerversuchen

Im Rahmen der Neubebauung des Entwicklungsbereichs „Südliche Innenstadt“ ist beabsichtigt, das im Bereich der Dachflächen anfallende Niederschlagswasser zu versickern.

Im Vorfeld der Detailplanung sollte die Versik??kerungsfähigkeit des Untergrundes erkundet und darauf aufbauend eine angepaßte Versickerungsanlage bemessen werden.

19.1 Untersuchungsdurchführung

Am 11.08.96 wurden von Mitarbeitern des Unterzeichnenden im Bereich des Untersuchungsgebietes 9 Rammkernsondierungen (Ø 50 mm) bis in eine Teufe von 4 Metern niedergebracht.

Die Rammkernsondierungen wurden gemäß vorliegenden Planunterlagen im Bereich von Freiflächen sowie Bereichen mit vermuteter geringer Auffüllungsmächtigkeit niedergebracht.

Die Ansatzpunkte der Rammkernsondierungen sind im Lageplan in Anlage 6 ausgewiesen.

Die Befunde der Rammkernsondierungen sind in den Schichtenverzeichnissen in Anlage 10, Blatt 95-103 dokumentiert.

In den Rammkernsondierungen wurden insgesamt 9 horizontierte Sickerversuche durchgeführt.

Die Ergebnisse der Sickerversuche sind in Anlage 14 dokumentiert.

19.2 Untersuchungsergebnisse

19.2.1 Ergebnisse der Rammkernsondierungen

Die 9 Rammkernsondierungen, in denen die Sickerversuche (SV) durchgeführt wurden, wurden in nachfolgenden Bereichen abgeteuft:

SV 1: Raiffeisenmarkt
SV 2: Flurstück 372 (Flur 18)
SV 3-5: Jacobi-Gelände
SV 6: ehem. Fa. Ersfeld
SV 7: Flurstück 389, Flur 5
SV 8: Lipgenshof
SV 9: ehem. BP-Tankstelle

Im Bereich der SV 3, 4 und 7 wurden geringmächtige (0,7-0,8 m) Auffüllungen erbohrt. Im Bereich der SV 5 und SV 9 betrug die Auffüllungsmächtigkeit 3,8 m bzw. 1,9 m. Die Auffüllungen bestehen aus Bodenaushub mit Beimengungen aus Schlacken, Aschen und Bauschutt.

Die RKS zu den SV 1, 2, 6 und 8 setzten direkt in gewachsenem Boden an.

Der gewachsene Boden besteht aus schluffig-sandigen Hochflutlehmen, die von den sandig-kiesig, lokal schluffig ausgebildeten Ablagerungen der Nieder- bzw. Inselterrasse der Sieg unterlagert werden.

Die erbohrten Bodenschichten sind ausschließlich erdfeucht ausgebildet.

Die Auffüllungen sind überwiegend dicht gelagert. Der Hochflutlehm zeigt eine steife Konsistenz.

Die Schichten der pleistozänen Niederterrasse und holozänen Inselterrasse sind mitteldicht gelagert.

Der Grundwasserflurabstand betrugt zum Untersuchungszeitpunkt ca. 6-8 m.

19.2.2 Ergebnisse der Sickerversuche

Die Sickerversuche wurden mit veränderlichem hydraulischen Gradienten in unterschiedlichen Tiefen innerhalb des Hochflutlehms, sowie der Terrassenablagerungen durchgeführt.

Hierbei wurde im ersten Schritt die Rammkernsondierung bis in den zu prüfenden Bodenbereich abgeteuft. Nachfolgend wurde das Bohrloch mittels eines 2"-Vollrohres für den Sik??kerversuch ausgebaut. Das Vollrohr wurde zu Verhinderung von Umläufigkeiten 0,2 m tief in die an der Basis des Bohrlochs anstehenden Sedimente eingerammt.

Anschließend wurde das Vollrohr mit Wasser gefüllt und das Absinken des Wasserspiegels über die Zeit gemessen.

Die Ergebnisse der Sickerversuche sind nachfolgend tabellarisch zusammengestellt:

SV	**Schicht**	**Prüftiefe (m u. OKG)**	**Durchlässigkeitsbeiwert (m/s)**
1	HFL	1,0	$1,7x10^{-6}$
	NT	2,0	$4,1x10^{-6}$
2	HFL	1,0	$1,9x10^{-6}$
	NT	2,0	$2,8x10^{-5}$
3	HFL	1,0	$2,4x10^{-6}$
	NT	3,0	$1,6x10^{-5}$
4	HFL	1,0	$2,9x10^{-6}$
	NT	4,0	$9,0x10^{-6}$
5	NT	4,0	$2,5x10^{-5}$
6	HFL	1,0	$1,1x10^{-6}$
	NT	4,0	$1,9x10^{-5}$
7	HFL	1,0	$1,3x10^{-6}$
	NT	4,0	$5,0x10^{-6}$
8	IT	2,0	$6,6x10^{-6}$
9	HFL	2,5	$1,7x10^{-6}$
	IT	4,0	$1,2x10^{-5}$
Mittelwert für Hochflutlehme			**$1,9x10^{-6}$**
Mittelwert für Niederterrasse			**$1,5x10^{-5}$**
Mittelwert für Inselterrasse			**$1,8x10^{-5}$**

HFL=Hochflutlehm

Nt=Niederterrasse

IT=Inselterrasse

Tabelle 15: Ergebnisse der Sickerversuche

Die Durchlässigkeitsbeiwerte um $1x10^{-5}$ charakterisieren die sandig-kiesigen, lokal schluffigen Schichten der Niederterrasse und Inselterrasse der Sieg und zeigen gemäß DIN 18130 einen durchlässigen Untergrund. Der relativ geringe kf-Wert der Terrassensedimente ist auf die schluffigen Nebengemengteile zurückzuführen.

Die geringeren Durchlässigkeitsbeiwerte von $1,1x10^{-6}$ bis $2,9x10^{-6}$ gelten für die bindigen Hochflutablagerungen (Hochflutlehme) und charakterisieren gemäß DIN 18130 einen schwach durchlässigen Untergrund.

Gemäß ATV ist der kf-Wert der Hochflutlehme für eine Versickerung zu gering. Dementsprechend kann eine Versickerung nur in den Schichten der Nieder- und Inselterrasse durchgeführt werden.

19.3 Bemessung der Versickerungsanlage

Die Bemessung der Versickerungsanlage wurde gemäß ATV-Arbeitsblatt A 138 durchgeführt.

Die Berechnung der maximalen Abflußspende erfolgte gemäß ATV-Arbeitsblatt A 118.

Die Berechnungen sind in Anlage 15 dokumentiert.

Der maximale Abfluß aus den versiegelten Bereichen berechnet sich nach der Formel: $Q_r = r_{15} \times \varphi \times \psi_s \times A_E$.

r_{15} : Regenspende in l/(s x ha)

φ : Zeitbeiwert

A_E : Einzugsfläche (m^2)

ψ_s : Abflußbeiwert

Für die Dimensionierung der Versickerungseinrichtung wurde aus Vorsorgegründen der Bemessungsregen als Produkt aus Regenspende und Zeitbeiwert zugrunde gelegt.

Die Regenspende kann gemäß ATV-Arbeitsblatt A 118 für den Bereich Bonn mit 115 l/(s x ha) in Ansatz gebracht werden.

Der Zeitbeiwert wurde bei einer Regenhäufigkeit (n) von 0,5 für "wichtige Gewerbe- und Industriegebiete“ gem. ATV-Arbeitsblatt A 118 (Tafel 2) mit 1,3 in Ansatz gebracht.

Hiernach ergibt sich ein Bemessungsregen von 150 l/(s x ha).

In Anlage 15 ist die Versickerung über eine Mulde, eine Rigole sowie eine Rohrrigole für eine normierte Fläche von 1.000 m^2 jeweils im Hochflutlehm und in den Terrassenablagerungen berechnet.

Demnach sind für 1.000 m^2 Fläche folgende Volumen für die Versickerungseinrichtungen notwendig:

Versickerungsbauwerk	**Hochflutlehm**	**Terrasse**
Mulde	38,5	34,7
Rigole	52,8	45,4
Rohr-Rigole	44,4	38,6

Tabelle 16: Bemessung der Versickerungseinrichtungen in m^3

Gemäß ATV ist eine Versickerung nur in Böden mit einem k_f-Wert bis zu $5x10^{-6}$ zulässig. Daher ist eine Versickerung in den Hochflutlehmen nicht zulässig. Zudem ist eine Beeinträchtigung der Langzeitfunktionsfähigkeit der Vesickerungseinrichtungen durch Verschlickung bei Einrichtung in den Hochflutlehmen zu besorgen.

Daher sind die Versickerungseinrichtungen komplett in die Schichten der Nieder- bzw. Inselterrasse einzubinden.

Bei einer Realisierung der Versickerungsmulde sind die gemäß ATV notwendigen Wartungsarbeiten zur Vermeidung einer Verschlickung bzw. Verdichtung der Oberfläche zu berücksichtigen.

Die Mulde sowie die Rigole ist mittels Geotextil filterstabil von bindigen Bodenschichten zu trennen.

20. Zusammenfassung und Bewertung aus baugrundtechnischer Sicht

Für den Entwicklungsbereich „Südliche Innenstadt“ von Hennef wurde auf der Basis der Planungsgrundlage der Stadt Hennef eine Baugrundvorerkundung durchgeführt. Zusätzlich wurden zur Untersuchung der Versickerungsfähigkeit des Untergrundes Sickerversuche durchgeführt.

Im Entwicklungsbereich wurden im Bereich anthropogen überprägter Grundstücke durchschnittlich 1 m mächtige Auffüllungsböden erbohrt. Lokal können die Auffüllungen eine Mächtigkeit von bis zu 3,8 m erreichen.

Der gewachsene Boden besteht aus schluffig-sandig ausgebildeten Hochflutlehmen über sandig-kiesig, lokal schluffig ausgebildeten Nieder- und Inselterrassensediementen. Die Hochflutlehme sind von weicher bis steifer Konsistenz, die Terrassenablagerungen sind im Hangenden mitteldicht, ansonsten dicht gelagert.

Der Grundwasserspiegel liegt bei ca. 6 m unter Flur. Bei Hochwasserständen der Sieg ist mit einem Anstieg auf 4 m unter Flur zu rechnen.

Die Terrassensedimente wurden in Tiefen zwischen 1,5 m u. OKG und 5,1 m u. OKG erbohrt.

Sowohl die Auffüllungsböden als auch die Hochflutlehme sind aufgrund der inhomogenen Lagerung bzw. der weich-steifen Konsistenz nur gering tragfähig.

Daher wird gutachterlicherseits empfohlen, Fundamente auf den sandig-kiesigen Terrassenablagerungen zu gründen. Für die Gründung in den Terrassensedimenten gelten die in Tabelle 12 genannten zulässigen Bodenpressungen.

Bei Gründung in den Hochflutlehmen gelten die in Tabelle 13 genannten zulässigen Bodenpressungen. Es ist zu beachten, daß Bereiche mit Hochflutlehmen von breiiger bis weicher Konsistenz durch verdichtungsfähigen Boden zu ersetzen sind.

Die Gründung von Gebäuden auf unterschiedlichen Bodenschichten (Hochflutlehm / Terrasse) ist wegen der zu erwartenden Setzungsunterschiede nicht zulässig.

Die vorliegende Baugrundvorerkundung ersetzt nicht eine detaillierte Baugrunduntersuchung für die einzelnen Grundstücke im Entwicklungsbereich.

Die Auswertung der Sickerversuche zeigt, daß eine Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers in den Ablagerungen der Nieder- und Inselterrasse möglich ist.

Bergheim, den 22.08.97

Der Gutachter (PD Dr. W. Tillmanns)

Der Sachbearbeiter (Dipl.-Geol. A. Schäfer)