STAATLICHES HOCHBAUAMT
Bergheimerstraße 147 69115 Heidelberg

IBL UMWELT- UND BIOTECHNIK GMBH



Orientierende Erkundung (Phase IIa) auf der Konversionsfläche Spinelli Barracks Mannheim Feudenheim

Anzahl der Seiten: 241
Anzahl der Anlagen: 12
Anzahl der Abbildungen: 56
Anzahl der Tabellen: 213
Exemplar 1 von 1

Auftraggeber:

Staatliches Hochbauamt Heidelberg
Bergheimer Straße 147
69115 Heidelberg

Auftrag vom 14.06.2016

Projekt-Nr. 2054294

Auftragnehmer:

IBL Umwelt- und Biotechnik GmbH
Wieblinger Weg 21
69123 Heidelberg
Tel. 06221 45045-0

Verfasser:
Dipl.-Geol. Alexander Mitev
Dipl.-Geol. Stefan Mauch

Heidelberg, 28.03.2017

Inhaltsverzeichnis

1 Anlass und Aufgabenstellung....1
2 Kenntnisstand vor Untersuchungsbeginn....1
2.1 Vorhandene Unterlagen und Berichte....1
2.2 Liegenschaftsbeschreibung....1
2.3 Standortsituation....3
2.3.1 Geologie....3
2.3.2 Hydrogeologie....3
2.3.3 Hydrologie....4
3 Grundlagen der Ergebnisbeurteilung....5
3.1 Eigenschaften relevanter Stoffe....5
3.2 Darstellung und Begründung der Beurteilungskritierien- und Maßstäbe....9
4 Methodik durchgeführter Untersuchungen....11
4.1 Feldarbeiten....11
4.1.1 Geländebegehungen....11
4.1.2 Errichten von Aufschlüssen....11
4.1.3 Generelle Vorgehensweise bei den Probenahmen....15
4.1.4 Vermessungsarbeiten....16
4.1.5 Geophysiklaische Untersuchungen....20
4.2 Begleitender Arbeits- und Emissionsschutz....20
4.3 Sofortmaßnahmen....20
4.4 Chemische Analytik....20
4.5 Untersuchungen zur Bestimmung hydraulischer Parameter....21
4.6 Berechnungen....21
4.7 Bodenmechanische Untersuchungen....21
5 Untersuchungsergebnisse und Beurteilungen....21
5.1 Liegenschaftsbezogene Untersuchungen....21
5.1.1 Ergebnisse von Recherchen und Datenaufbereitungen....21
5.1.2 Boden- und Untergrundaufbau des Untersuchungsgebietes....22
5.1.3 Hydrogeologische und hydrologische Beschreibung....22
5.1.4 Sonstige Untersuchungsergebnisse, die die gesamte Liegenschaft betreffen....22
5.2 Untersuchungsergebnisse einzelner KVF....23
5.2.1 KVF 1 (Kfz-Halle Gebäude 1560)....23
5.2.1.1 Kontaminationshypothese....23
5.2.1.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....23

5.2.1.3 Rechercheergebnisse....23
5.2.1.4 Boden- und Untergrundaufbau....23
5.2.1.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....24
5.2.1.6 Chemische Analytik....24
5.2.1.7 Auswertungen und Interpretationen....26
5.2.1.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....26
5.2.2 KVF 2 (Kfz-Halle Gebäude 1570)....27
5.2.2.1 Kontaminationshypothese....27
5.2.2.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....27
5.2.2.3 Rechercheergebnisse....27
5.2.2.4 Boden- und Untergrundaufbau....27
5.2.2.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....28
5.2.2.6 Chemische Analytik....28
5.2.2.7 Auswertungen und Interpretationen....30
5.2.2.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....31
5.2.3 KVF 3 (Kfz-Halle Gebäude 1571)....31
5.2.3.1 Kontaminationshypothese....31
5.2.3.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....31
5.2.3.3 Rechercheergebnisse....32
5.2.3.4 Boden- und Untergrundaufbau....32
5.2.3.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....33
5.2.3.6 Chemische Analytik....33
5.2.3.7 Auswertungen und Interpretationen....34
5.2.3.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....35
5.2.4 KVF 4 (Kfz-Halle Gebäude 1572)....36
5.2.4.1 Kontaminationshypothese....36
5.2.4.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....36
5.2.4.3 Rechercheergebnisse....36
5.2.4.4 Boden- und Untergrundaufbau....36
5.2.4.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....37
5.2.4.6 Chemische Analytik....37
5.2.4.7 Auswertungen und Interpretationen....38
5.2.4.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....39
5.2.5 KVF 5 (Kfz-Halle Gebäude 1577)....40
5.2.5.1 Kontaminationshypothese....40
5.2.5.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....40
5.2.5.3 Rechercheergebnisse....40

5.2.5.4 Boden- und Untergrundaufbau....40
5.2.5.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....41
5.2.5.6 Chemische Analytik....41
5.2.5.7 Auswertungen und Interpretationen....43
5.2.5.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und –maßstäbe....44
5.2.6 KVF 15 (Löschwasserbecken Süd)....44
5.2.6.1 Kontaminationshypothese....44
5.2.6.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....44
5.2.6.3 Rechercheergebnisse....45
5.2.6.4 Boden- und Untergrundaufbau....45
5.2.6.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....45
5.2.6.6 Chemische Analytik....46
5.2.6.7 Auswertungen und Interpretationen....46
5.2.6.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....47
5.2.7 KVF 17 (Tankstelle Gebäude 1576)....47
5.2.7.1 Kontaminationshypothese....47
5.2.7.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....48
5.2.7.3 Rechercheergebnisse....48
5.2.7.4 Boden- und Untergrundaufbau....48
5.2.7.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....49
5.2.7.6 Chemische Analytik....49
5.2.7.7 Auswertungen und Interpretationen....50
5.2.7.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....50
5.2.8 KVF 18 (Leichtflüssigkeitsabscheider (2x) nördlich Gebäude 1582)....51
5.2.8.1 Kontaminationshypothese....51
5.2.8.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....51
5.2.8.3 Rechercheergebnisse....51
5.2.8.4 Boden- und Untergrundaufbau....51
5.2.8.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....52
5.2.8.6 Chemische Analytik....52
5.2.8.7 Auswertungen und Interpretationen....54
5.2.8.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....54
5.2.9 KVF 19 (Gefahrstofflager nördl. Gebäude 1578)....55
5.2.9.1 Kontaminationshypothese....55
5.2.9.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....55
5.2.9.3 Rechercheergebnisse....55
5.2.9.4 Boden- und Untergrundaufbau....55

5.2.9.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....56
5.2.9.6 Chemische Analytik....56
5.2.9.7 Auswertungen und Interpretationen....57
5.2.9.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....59
5.2.10 KVF 20 (Altöltank 1/ Frostschutzmitteltank Gebäude 1577)....59
5.2.10.1 Kontaminationshypothese....59
5.2.10.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....60
5.2.10.3 Rechercheergebnisse....60
5.2.10.4 Boden- und Untergrundaufbau....60
5.2.10.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....61
5.2.10.6 Chemische Analytik....61
5.2.10.7 Auswertungen und Interpretationen....61
5.2.10.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....62
5.2.11 KVF 21 (Altöltank 2 Gebäude 1577)....62
5.2.11.1 Kontaminationshypothese....62
5.2.11.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....62
5.2.11.3 Rechercheergebnisse....62
5.2.11.4 Boden- und Untergrundaufbau....63
5.2.11.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....63
5.2.11.6 Chemische Analytik....63
5.2.11.7 Auswertungen und Interpretationen....64
5.2.11.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....64
5.2.12 KVF 22 (Leichtflüssigkeitsabscheider (3x) nördl. Gebäude 1577)....65
5.2.12.1 Kontaminationshypothese....65
5.2.12.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....65
5.2.12.3 Rechercheergebnisse....65
5.2.12.4 Boden- und Untergrundaufbau....65
5.2.12.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....66
5.2.12.6 Chemische Analytik....66
5.2.12.7 Auswertungen und Interpretationen....68
5.2.12.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....69
5.2.13 KVF 26 (Altölsammelstelle, ehem. Tank östl. Gebäude 1571)....69
5.2.13.1 Kontaminationshypothese....69
5.2.13.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....70
5.2.13.3 Rechercheergebnisse....70
5.2.13.4 Boden- und Untergrundaufbau....70
5.2.13.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....71

5.2.13.6 Chemische Analytik....71
5.2.13.7 Auswertungen und Interpretationen....72
5.2.13.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....73
5.2.14 KVF 27 (Leichtflüssigkeitsabscheider (3x) nördl. Gebäude 1571)....73
5.2.14.1 Kontaminationshypothese....73
5.2.14.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....73
5.2.14.3 Rechercheergebnisse....73
5.2.14.4 Boden- und Untergrundaufbau....73
5.2.14.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....74
5.2.14.6 Chemische Analytik....74
5.2.14.7 Auswertungen und Interpretationen....76
5.2.14.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....77
5.2.15 KVF 31 (ehem. Kfz-Halle Gebäude 1569)....77
5.2.15.1 Kontaminationshypothese....77
5.2.15.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....77
5.2.15.3 Rechercheergebnisse....77
5.2.15.4 Boden- und Untergrundaufbau....78
5.2.15.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....78
5.2.15.6 Chemische Analytik....78
5.2.15.7 Auswertungen und Interpretationen....80
5.2.15.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....80
5.2.16 KVF 32 (Leichtflüssigkeitsabscheider (3x) nördl. Gebäude 1569A)....81
5.2.16.1 Kontaminationshypothese....81
5.2.16.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....81
5.2.16.3 Rechercheergebnisse....81
5.2.16.4 Boden- und Untergrundaufbau....81
5.2.16.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....82
5.2.16.6 Chemische Analytik....82
5.2.16.7 Auswertungen und Interpretationen....84
5.2.16.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....84
5.2.17 KVF 33 (Leichtflüssigkeitsabscheider (5x) östl. Gebäude 1563)....85
5.2.17.1 Kontaminationshypothese....85
5.2.17.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....85
5.2.17.3 Rechercheergebnisse....85
5.2.17.4 Boden- und Untergrundaufbau....85
5.2.17.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....86
5.2.17.6 Chemische Analytik....86

5.2.17.7 Auswertungen und Interpretationen....88
5.2.17.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....89
5.2.18 KVF 34 (Waschplatz südl. Gebäude 1560)....89
5.2.18.1 Kontaminationshypothese....89
5.2.18.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....90
5.2.18.3 Rechercheergebnisse....90
5.2.18.4 Boden- und Untergrundaufbau....90
5.2.18.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....91
5.2.18.6 Chemische Analytik....91
5.2.18.7 Auswertungen und Interpretationen....92
5.2.18.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....93
5.2.19 KVF 35 (Löschwasserbecken Nord)....93
5.2.19.1 Kontaminationshypothese....93
5.2.19.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....94
5.2.19.3 Rechercheergebnisse....94
5.2.19.4 Boden- und Untergrundaufbau....94
5.2.19.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....95
5.2.19.6 Chemische Analytik....95
5.2.19.7 Auswertungen und Interpretationen....95
5.2.19.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....97
5.2.20 KVF 36 (Altöltank südl. Gebäude 1567)....97
5.2.20.1 Kontaminationshypothese....97
5.2.20.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....97
5.2.20.3 Rechercheergebnisse....98
5.2.20.4 Boden- und Untergrundaufbau....98
5.2.20.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....99
5.2.20.6 Chemische Analytik....99
5.2.20.7 Auswertungen und Interpretationen....99
5.2.20.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....100
5.2.21 KVF 37 (Werkstatthalle Gebäude 1567)....100
5.2.21.1 Kontaminationshypothese....100
5.2.21.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....100
5.2.21.3 Rechercheergebnisse....101
5.2.21.4 Boden- und Untergrundaufbau....101
5.2.21.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....102
5.2.21.6 Chemische Analytik....102
5.2.21.7 Auswertungen und Interpretationen....103

5.2.21.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....104
5.2.22 KVF 38 (Leichtflüssigkeitsabscheider (3x) nördl. Gebäude 1567)....105
5.2.22.1 Kontaminationshypothese....105
5.2.22.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....105
5.2.22.3 Rechercheergebnisse....105
5.2.22.4 Boden- und Untergrundaufbau....106
5.2.22.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....106
5.2.22.6 Chemische Analytik....107
5.2.22.7 Auswertungen und Interpretationen....108
5.2.22.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....109
5.2.23 KVF 40 (Altöltank südl. Gebäude 1563)....109
5.2.23.1 Kontaminationshypothese....109
5.2.23.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....109
5.2.23.3 Rechercheergebnisse....109
5.2.23.4 Boden- und Untergrundaufbau....110
5.2.23.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....110
5.2.23.6 Chemische Analytik....110
5.2.23.7 Auswertungen und Interpretationen....111
5.2.23.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....111
5.2.24 KVF 41 (Leichtflüssigkeitsabscheider (2x) südl. Gebäude 1563)....112
5.2.24.1 Kontaminationshypothese....112
5.2.24.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....112
5.2.24.3 Rechercheergebnisse....112
5.2.24.4 Boden- und Untergrundaufbau....112
5.2.24.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....113
5.2.24.6 Chemische Analytik....113
5.2.24.7 Auswertungen und Interpretationen....114
5.2.24.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....115
5.2.25 KVF 42 (Werkstatthalle, Gefahrstofflager Gebäude 1563)....116
5.2.25.1 Kontaminationshypothese....116
5.2.25.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....116
5.2.25.3 Rechercheergebnisse....116
5.2.25.4 Boden- und Untergrundaufbau....116
5.2.25.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....117
5.2.25.6 Chemische Analytik....117
5.2.25.7 Auswertungen und Interpretationen....119
5.2.25.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....120

5.2.26 KVF 44 (Kfz-Stellfläche/ Waschplatz, Montagegrube westl. Gebäude 1563)....121
5.2.26.1 Kontaminationshypothese....121
5.2.26.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....121
5.2.26.3 Rechercheergebnisse....121
5.2.26.4 Boden- und Untergrundaufbau....121
5.2.26.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....122
5.2.26.6 Chemische Analytik....122
5.2.26.7 Auswertungen und Interpretationen....123
5.2.26.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....124
5.2.27 KVF 45 (Kfz-Stellfläche nördl. Gebäude 1563)....124
5.2.27.1 Kontaminationshypothese....124
5.2.27.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....125
5.2.27.3 Rechercheergebnisse....125
5.2.27.4 Boden- und Untergrundaufbau....125
5.2.27.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....126
5.2.27.6 Chemische Analytik....126
5.2.27.7 Auswertungen und Interpretationen....127
5.2.27.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....128
5.2.28 KVF 48 (Kfz-Stellfläche, ehem. Waschplatz westl. Gebäude 1563)....128
5.2.28.1 Kontaminationshypothese....128
5.2.28.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....129
5.2.28.3 Rechercheergebnisse....129
5.2.28.4 Boden- und Untergrundaufbau....129
5.2.28.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....130
5.2.28.6 Chemische Analytik....130
5.2.28.7 Auswertungen und Interpretationen....132
5.2.28.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....133
5.2.29 KVF 49 (Tankstelle Gebäude 1559)....134
5.2.29.1 Kontaminationshypothese....134
5.2.29.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....134
5.2.29.3 Rechercheergebnisse....134
5.2.29.4 Boden- und Untergrundaufbau....134
5.2.29.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....135
5.2.29.6 Chemische Analytik....136
5.2.29.7 Auswertungen und Interpretationen....137
5.2.29.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und –maßstäbe....138
5.2.30 KVF 51 (Leichtflüssigkeitsabscheider (1x) westl. Gebäude 1566)....139

5.2.30.1 Kontaminationshypothese....139
5.2.30.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....139
5.2.30.3 Rechercheergebnisse....139
5.2.30.4 Boden- und Untergrundaufbau....139
5.2.30.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....140
5.2.30.6 Chemische Analytik....140
5.2.30.7 Auswertungen und Interpretationen....141
5.2.30.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....142
5.2.31 KVF 56 (Tank nordöstl. Gebäude 1609)....142
5.2.31.1 Kontaminationshypothese....142
5.2.31.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....142
5.2.31.3 Rechercheergebnisse....143
5.2.31.4 Boden- und Untergrundaufbau....143
5.2.31.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....144
5.2.31.6 Chemische Analytik....144
5.2.31.7 Auswertungen und Interpretationen....145
5.2.31.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....145
5.2.32 KVF 58 (Tank nordwestl. Gebäude 1609)....146
5.2.32.1 Kontaminationshypothese....146
5.2.32.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....146
5.2.32.3 Rechercheergebnisse....146
5.2.32.4 Boden- und Untergrundaufbau....146
5.2.32.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....147
5.2.32.6 Chemische Analytik....147
5.2.32.7 Auswertungen und Interpretationen....148
5.2.32.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....149
5.2.33 KVF 66 (Waschplatz mit Leichtflüssigkeitsabscheider) südl. Gebäude 1855B. .149
5.2.33.1 Kontaminationshypothese....149
5.2.33.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....149
5.2.33.3 Rechercheergebnisse....150
5.2.33.4 Boden- und Untergrundaufbau....150
5.2.33.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....151
5.2.33.6 Chemische Analytik....151
5.2.33.7 Auswertungen und Interpretationen....152
5.2.33.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....153
5.2.34 KVF 69 (Altöltank östl. Gebäude 1701)....153
5.2.34.1 Kontaminationshypothese....153

5.2.34.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise.....153
5.2.34.3 Rechercheergebnisse.....154
5.2.34.4 Boden- und Untergrundaufbau.....154
5.2.34.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten.....155
5.2.34.6 Chemische Analytik.....155
5.2.34.7 Auswertungen und Interpretationen.....156
5.2.34.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe.....157
5.2.35 KVF 70 (Leichtflüssigkeitsabscheider (10x) östl. Gebäude 1701).....158
5.2.35.1 Kontaminationshypothese.....158
5.2.35.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise.....158
5.2.35.3 Rechercheergebnisse.....158
5.2.35.4 Boden- und Untergrundaufbau.....158
5.2.35.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten.....160
5.2.35.6 Chemische Analytik.....160
5.2.35.7 Auswertungen und Interpretationen.....162
5.2.35.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe.....163
5.2.36 KVF 71 (Leichtflüssigkeitsabscheider (4x) südl. Gebäude 1855).....163
5.2.36.1 Kontaminationshypothese.....163
5.2.36.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise.....164
5.2.36.3 Rechercheergebnisse.....164
5.2.36.4 Boden- und Untergrundaufbau.....164
5.2.36.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten.....165
5.2.36.6 Chemische Analytik.....165
5.2.36.7 Auswertungen und Interpretationen.....167
5.2.36.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe.....167
5.2.37 KVF 72 (Waschplatz für Kettenfahrzeuge Gebäude 1855).....168
5.2.37.1 Kontaminationshypothese.....168
5.2.37.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise.....168
5.2.37.3 Rechercheergebnisse.....168
5.2.37.4 Boden- und Untergrundaufbau.....168
5.2.37.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten.....169
5.2.37.6 Chemische Analytik.....169
5.2.37.7 Auswertungen und Interpretationen.....170
5.2.37.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe.....171
5.2.38 KVF 74 (Werkstatthalle Gebäude 1701A).....171
5.2.38.1 Kontaminationshypothese.....171
5.2.38.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise.....171

5.2.38.3 Rechercheergebnisse....172
5.2.38.4 Boden- und Untergrundaufbau....172
5.2.38.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....173
5.2.38.6 Chemische Analytik....173
5.2.38.7 Auswertungen und Interpretationen....174
5.2.38.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....175
5.2.39 KVF 76 (Werkstatthalle Gebäude 1854)....176
5.2.39.1 Kontaminationshypothese....176
5.2.39.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....176
5.2.39.3 Rechercheergebnisse....176
5.2.39.4 Boden- und Untergrundaufbau....176
5.2.39.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....177
5.2.39.6 Chemische Analytik....177
5.2.39.7 Auswertungen und Interpretationen....178
5.2.39.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....179
5.2.40 KVF 78 (Altöltank Gebäude 1853)....180
5.2.40.1 Kontaminationshypothese....180
5.2.40.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....180
5.2.40.3 Rechercheergebnisse....180
5.2.40.4 Boden- und Untergrundaufbau....180
5.2.40.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....181
5.2.40.6 Chemische Analytik....181
5.2.40.7 Auswertungen und Interpretationen....181
5.2.40.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....182
5.2.41 KVF 79 (Werkstatthalle Gebäude 1853)....182
5.2.41.1 Kontaminationshypothese....182
5.2.41.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....182
5.2.41.3 Rechercheergebnisse....183
5.2.41.4 Boden- und Untergrundaufbau....183
5.2.41.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....183
5.2.41.6 Chemische Analytik....184
5.2.41.7 Auswertungen und Interpretationen....185
5.2.41.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....185
5.2.42 KVF 81 (Altöltank Gebäude 1852)....186
5.2.42.1 Kontaminationshypothese....186
5.2.42.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....186
5.2.42.3 Rechercheergebnisse....186

5.2.42.4 Boden- und Untergrundaufbau....186
5.2.42.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....187
5.2.42.6 Chemische Analytik....187
5.2.42.7 Auswertungen und Interpretationen....188
5.2.42.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....188
5.2.43 KVF 83 (Motorpool Gebäude 1852)....189
5.2.43.1 Kontaminationshypothese....189
5.2.43.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....189
5.2.43.3 Rechercheergebnisse....189
5.2.43.4 Boden- und Untergrundaufbau....189
5.2.43.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....190
5.2.43.6 Chemische Analytik....190
5.2.43.7 Auswertungen und Interpretationen....193
5.2.43.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....194
5.2.44 KVF 84 (Frostschutzmittel und Altöltank, Gebäude 1852)....194
5.2.44.1 Kontaminationshypothese....194
5.2.44.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....194
5.2.44.3 Rechercheergebnisse....194
5.2.44.4 Boden- und Untergrundaufbau....195
5.2.44.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....195
5.2.44.6 Chemische Analytik....196
5.2.44.7 Auswertungen und Interpretationen....197
5.2.44.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....197
5.2.45 KVF 88 (Tank Gebäude 1857)....198
5.2.45.1 Kontaminationshypothese....198
5.2.45.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....198
5.2.45.3 Rechercheergebnisse....198
5.2.45.4 Boden- und Untergrundaufbau....198
5.2.45.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....199
5.2.45.6 Chemische Analytik....199
5.2.45.7 Auswertungen und Interpretationen....200
5.2.45.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....201
5.2.46 KVF 90 (Altöltank Gebäude 1859)....201
5.2.46.1 Kontaminationshypothese....201
5.2.46.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....201
5.2.46.3 Rechercheergebnisse....202
5.2.46.4 Boden- und Untergrundaufbau....202

5.2.46.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....203
5.2.46.6 Chemische Analytik....203
5.2.46.7 Auswertungen und Interpretationen....203
5.2.46.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....204
5.2.47 KVF 108 (Betonfläche mit Benzinabscheider und oberirdischem Tank)....204
5.2.47.1 Kontaminationshypothese....204
5.2.47.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....204
5.2.47.3 Rechercheergebnisse....204
5.2.47.4 Boden- und Untergrundaufbau....205
5.2.47.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....206
5.2.47.6 Chemische Analytik....206
5.2.47.7 Auswertungen und Interpretationen....207
5.2.47.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....208
5.2.48 KVF 114 (Werkstatthalle Gebäude 1504)....208
5.2.48.1 Kontaminationshypothese....208
5.2.48.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....208
5.2.48.3 Rechercheergebnisse....208
5.2.48.4 Boden- und Untergrundaufbau....209
5.2.48.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....209
5.2.48.6 Chemische Analytik....209
5.2.48.7 Auswertungen und Interpretationen....211
5.2.48.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....212
5.2.49 KVF 115 (Altöltank Gebäude 1504)....212
5.2.49.1 Kontaminationshypothese....212
5.2.49.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....212
5.2.49.3 Rechercheergebnisse....212
5.2.49.4 Boden- und Untergrundaufbau....212
5.2.49.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....213
5.2.49.6 Chemische Analytik....213
5.2.49.7 Auswertungen und Interpretationen....214
5.2.49.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....214
5.2.50 KVF 117 (Gefahrstofflager mit Leichtflüssigkeitsabscheider (1x) Gebäude 1504)
....215
5.2.50.1 Kontaminationshypothese....215
5.2.50.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....215
5.2.50.3 Rechercheergebnisse....215
5.2.50.4 Boden- und Untergrundaufbau....215

5.2.50.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....216
5.2.50.6 Chemische Analytik....216
5.2.50.7 Auswertungen und Interpretationen....217
5.2.50.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....218
5.2.51 KVF 118 (Leichtflüssigkeitsabscheider (2x) südl. Gebäude 1504)....218
5.2.51.1 Kontaminationshypothese....218
5.2.51.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....218
5.2.51.3 Rechercheergebnisse....219
5.2.51.4 Boden- und Untergrundaufbau....219
5.2.51.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....220
5.2.51.6 Chemische Analytik....220
5.2.51.7 Auswertungen und Interpretationen....221
5.2.51.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....222
5.2.52 KVF 119 (Gefahrstofflager Gebäude 1515C)....222
5.2.52.1 Kontaminationshypothese....222
5.2.52.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....223
5.2.52.3 Rechercheergebnisse....223
5.2.52.4 Boden- und Untergrundaufbau....223
5.2.52.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....224
5.2.52.6 Chemische Analytik....224
5.2.52.7 Auswertungen und Interpretationen....225
5.2.52.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....225
5.2.53 KVF 122 (Heizraum Gebäude 1511)....226
5.2.53.1 Kontaminationshypothese....226
5.2.53.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....226
5.2.53.3 Rechercheergebnisse....226
5.2.53.4 Boden- und Untergrundaufbau....226
5.2.53.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....227
5.2.53.6 Chemische Analytik....227
5.2.53.7 Auswertungen und Interpretationen....228
5.2.53.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....229
5.2.54 KVF 128 (Brandschaden Gebäude 1841)....229
5.2.54.1 Kontaminationshypothese....229
5.2.54.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise....229
5.2.54.3 Rechercheergebnisse....230
5.2.54.4 Boden- und Untergrundaufbau....230
5.2.54.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten....231

5.2.54.6 Chemische Analytik....231
5.2.54.7 Auswertungen und Interpretationen....233
5.2.54.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe....234
6 Empfehlung für das weitere Vorgehen....235
6.1 Kontaminationsverdächtige/kontaminierte Flächen (KVF/KF)....235
6.2 Liegenschaft (und KVF-übergreifend)....237
7 Zusammenfassung....238
8 Literatur-/Quellenverzeichnis....240

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Pläne
Anlage 1.1 Übersichtslageplan
Anlage 1.2 Detailplan mit Lage der Untersuchungspunkte
Anlage 1.3 Detailplan mit Lage der Untersuchungspunkte West
Anlage 1.4 Detailplan mit Lage der Untersuchungspunkte Nordost
Anlage 1.5 Detailplan mit Lage der Untersuchungspunkte Südosten
Anlage 1.6 Detailplan mit Lage der Untersuchungspunkte Südwesten
Anlage 2 Bohrprofile/Bodenprofile
Anlage 3 Probenahmeprotokolle Bodenluft
Anlage 4 Zusammenfassende Bewertung der Analytikergebnisse
Anlage 5 Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den in Kap. 3.2 aufgeführten Prüfwerten und Orientierungswerten
Anlage 5.1 Bodenanalysen
Anlage 5.2 Bodenluftanalysen
Anlage 6 Laborberichte zur chemischen Analyse
Anlage 6.1 Bodenanalysen
Anlage 6.2 Bodenluftanalysen
Anlage 7 Tabellarische Zusammenstellung des Untersuchungsumfangs
Anlage 8 Aufstellung entnommener Proben
Anlage 9 Protokolle der Kampfmittelfreimessung
Anlage 10 Fotodokumentation
Anlage 11 Geologische Karte
Anlage 12 Hydrogeologische Karte

Abkürzungsverzeichnis

AG	Auftraggeber
AH BoGWS	Arbeitshilfe Boden- und Grundwasserschutz
AKW	aromatische Kohlenwasserstoffe
BAK	Boden- und Altlastenkataster
B(a)P	Benzo(a)pyren
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz-Verordnung
BG	Bestimmungsgrenze
BL	Bodenluft
BTEX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole
ehem.	ehemalig
etc.	et cetera
GFS	Geringfügigkeitsschwellenwert
GW	Grundwasser
GWG	Grundwassergeringleiter
GWL	Grundwasserleiter
HGK	Hydrogeologische Kartierung
HgKurzR	Historisch-genetische Kurzrekonstruktion
HS	Headspace
IBL	IBL Umwelt- und Biotechnik GmbH
i.d.R.	in der Regel
i.W.	im Wesentlichen
KVF	Kontaminationsverdachtsfläche
KRB/RKS	Synonyme für „Kleinrammbohrung“
LCKW	leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe
LFA	Leichtflüssigkeitsabscheider
LUBW	Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
MGWL	Mittlerer Grundwasserleiter
MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
NN	Normalnull
OFD	Oberfinanzdirektion Niedersachsen, Hannover
o.g.	oben genannt
OGWL	Oberer Grundwasserleiter
OZH	Oberer Zwischenhorizont
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
Sch	Baggerschurf
SM	Schwermetalle
sog.	Sogenannte
u.a.	unter anderem
u. GOK	unter Geländeoberkante
ü. NN	über Normalnull
WG	Wohngebiete
WP	Wirkungspfad
WP Bo→GW	Wirkungspfad Boden→Grundwasser
WP Bo→M	Wirkungspfad Boden→Mensch
z.B.	zum Beispiel
z.T	zum Teil
ZH	Zwischenhorizont

1 ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG

Im Bereich der Spinelli Barracks in Mannheim-Feudenheim sollte eine orientierende Erkundung durchgeführt werden.

Die IBL GmbH wurde vom Staatlichen Hochabuamt, Heidelberg am 2.5.2016 auf Grundlage der Ausschreibung „Phase II BoGwS Spinelli Barracks Mannheim, Ingenieurleistungen“ beauftragt, die ausgeschriebenen Leistungen zur Phase IIa für eine erste Bewertung des Gefährdungspotentials der Schutzgüter Mensch, Boden und Grundwasser gemäß der Leistungsbeschreibung durchzuführen. Die Beauftragung erfolgte aufgrund des Angebotes Nr. 2054294 vom 6.4.2016. Der Vertrag Bodenmechanik, Erd- und Grundbau trägt die Nummer 16-02228.

Die folgenden Leistungen wurden von den nachstehend genannten und durch IBL beauftragten fachlich Beteiligten erbracht:

Tabelle 1: Liste der beteiligten Unternehmen

Leistung	ausführende Unternehmer
Kleinrammbohrungen, Entnahme von Boden- und Bodenluftproben, Vermessung	WST GmbH (im Auftrag von Terrasond GmbH & Co. KG) Elly-Beinhorn-Str.6 69214 Eppelheim
Laboranalytik	Eurofins Umwelt West GmbH Labor Speyer, Hasenpfühlerweide 16 67346 Speyer

2 KENNTNISSTAND VOR UNTERSUCHUNGSBEGINN

2.1 Vorhandene Unterlagen und Berichte

Die im Folgenden aufgelisteten Unterlagen und Berichte standen vor Untersuchungsbeginn zur Verfügung und wurden bei den Untersuchungen berücksichtigt.

- Erfassung und Erstbewertung von kontaminationsverdächtigen Flächen (Phase I), ehemalige US-Liegenschaft Spinelli-Barracks, Feudenheim (WE 136743), CDM Smith 11.6.2015 [U6]
- Konzept für weitere Maßnahmen Boden- und Grundwasserschutz vom 23.10.2015, Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH [U8]

2.2 Liegenschaftsbeschreibung

Die Liegenschaft Spinelli Barracks befindet sich in der Rheinebene ca. 6 km östlich des Stadtzentrums Mannheim (Baden-Württemberg) im Stadtteil Mannheim-Feudenheim (Gemarkung Mannheim, Flurstücke 664/4, 666/6, 715/2-732, 773-847/1, 853/1, 854, 876 und 21386). Die Umgebungsnutzung der Kaserne umfasst im Norden und im Süden Wohnbebauung, sowie im Osten einen angrenzenden Bürgerpark und landwirtschaftliche Flächen. Südlich bis westlich des ehema-

ligen Kasernengeländes schliessen Wohn-/Gewerbeflächen, bzw. landwirtschaftliche Nutzflächen an. Die gesamte Liegenschaft umfasst eine Fläche von ca. 52 Hektar. [U6] Das flache Gelände misst von Norden nach Süden ca. 1.000 m und von Westen nach Osten ca. 1.300 m und befindet sich auf einer mittleren Geländehöhe von 99 m NN. In Anlage 1.1 ist ein Übersichtslageplan beigefügt.

Gemäß Bericht zur Erfassung und Erstbewertung von kontaminationsverdächtigen Flächen (Phase I) auf der ehemaligen US-Liegenschaft Spinelli-Barracks von CDM Smith (11.6.2015) [U6] wurden im Zuge der Ersterfassung 132 KVF festgestellt.

Tabelle 2: Abriss der historischen Entwicklung

vor 1929	ausschließlich landwirtschaftliche Nutzung
ab 1937	Bau der Pionierkaserne der Wehrmacht im Süden der Liegenschaft
bis 1945	Gelände größtenteils unbebaut, teilweise landwirtschaftliche Nutzung
ab 1945	Besetzung des Kasernenstandorts durch die alliierten Truppen und Nutzung als umfangreiche Depoteinrichtung zur Versorgung von US-Truppen in ganz Europa
1950	Bau der Lagerhallen im nordöstlichen Teil der Liegenschaft
ab 1971	Bau von 12 großen, eingeschossigen klimatisierten Lagerhallen (Gebäude 1836-1847) im nördlichen (zentralen) Bereich der Liegenschaft für Raupen- und andere Fahrzeuge
ab 1988	Bau von Fahrzeugwartungsbereichen mit Waschplätzen im Westen des Geländes
2014	Übergabe des Areals an die Bundesanstalt für Immobilienaufgaben



Abbildung 1: Spinelli frühe 1970iger Jahre, © Roger Horton 1st Maintenance Battalion, UARG [U3]

2.3 Standortsituation

2.3.1 Geologie

Die Liegenschaft befindet sich in der tektonisch und lithostratigraphisch dominierenden Struktur der Region: dem Oberrheingraben. Diese ab dem Eozän angelegte Grabenstruktur ist durch mehrere großräumige Staffelbrüche geprägt, die an einer Zentralachse mehr oder weniger parallel ausgerichtet sind. Hierdurch werden einzelne, gegeneinander abgesetzte Schollen definiert.

Im Gebiet Mannheim Feudenheim werden die jungquartären Ablagerungen überwiegend durch primär kalkhaltige Flugsande (Mittelsande bis Feinsande) und fluviatile Ablagerungen als Rheinsande, Schluffe und Tone aufgebaut. Im Bereich Süd, West, Nordwest der Liegenschaft Spinelli lagern Hochflutsande (Fein- bis Mittelsande) mit Mächtigkeiten von 1,5 m – 3 m über sandigen Neckarkiesen und im östlichen Bereich der Liegenschaft z.T. Auenlehmablagerungen mit Mächtigkeiten von 0,4 m – 1,5 m, wobei von einer engen Verzahnung der Sedimente auszugehen ist. Weiterhin können besonders im südlichen Bereich Ablagerungen von Flugsanden anzutreffen sein. [U4] [U6]

2.3.2 Hydrogeologie

Die Liegenschaft gehört zur hydrogeologischen Einheit „Quartäre / Pliozäne Sande und Kiese im Oberrheingraben (GWL) (siehe Abb.2).

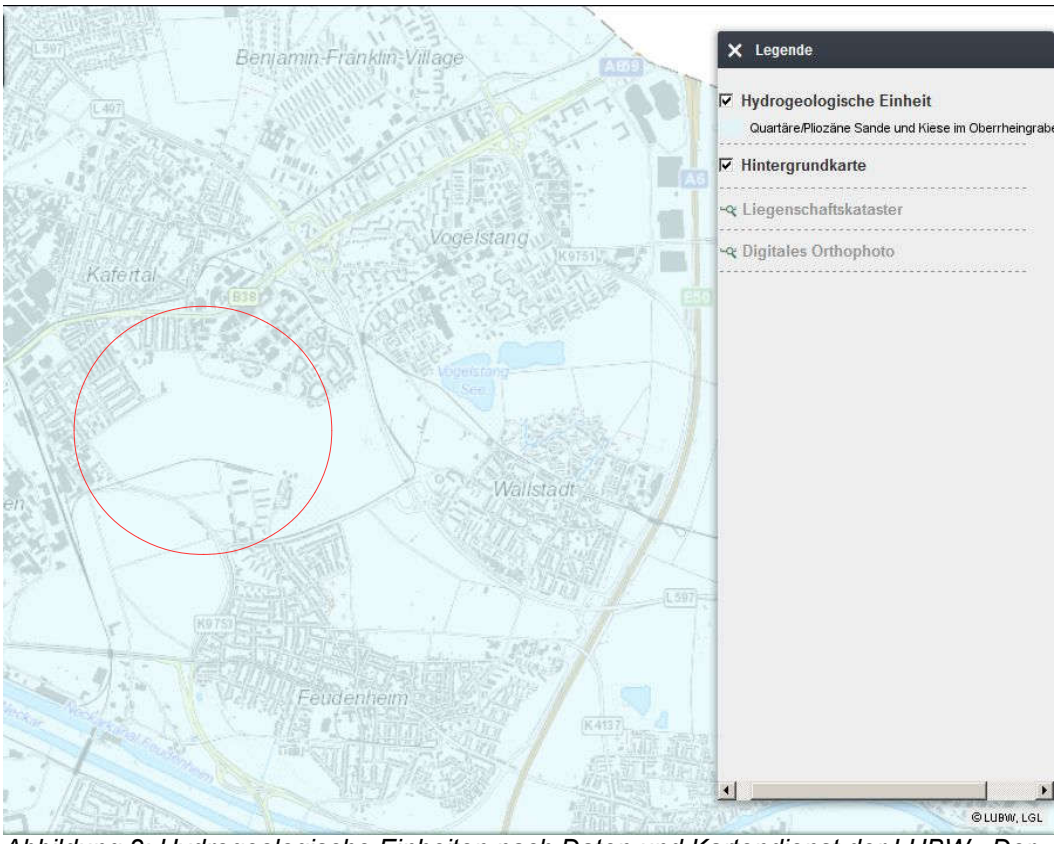


Abbildung 2: Hydrogeologische Einheiten nach Daten und Kartendienst der LUBW . Der Interessensbereich ist rot markiert.

Die in Kapitel 2.3.1 beschriebenen Schichten des Untergrunds werden entsprechend ihrer lithologischen Ausprägung in Grundwasserleiter und Grundwassergeringleiter eingeteilt. Das erste oder oberste Grundwasserstockwerk (Oberer Grundwasserleiter, OGWL) wird aus den Serien des OKL aufgebaut. Bei Vorhandensein des ZH 1 kann der OGWL noch in einem OGWLo („oben“) und OGWLu („unten“) unterteilt werden. Unterlagert wird der OGWL durch den Trennhorizont des OZH. An diesen schließt sich das zweite Grundwasserstockwerk des Mittleren Grundwasserleiters (MGWL) an, der in Abhängigkeit der Ausbildung von Zwischenhorizonten noch weiter unterteilt werden kann.

In Tab. 3 sind die hydrogeologischen Daten für den Oberen Grundwasserleiter (OGWL) nach Angabe des Amtes für Umweltschutz, Gewerbeaufsicht und Energie der Stadt Heidelberg zusammengestellt .

Tabelle 3: Hydrogeologische Daten Oberer Grundwasserleiter (OGWL)

Aquifermächtigkeit	ca. 55-65 m
Art des Leiters	freier Grundwasserleiter
Flurabstand	ca. 9,7-13 m
Grundwasserfließrichtung	NO nach SW
Grundwassergradient	0,9 °/$_{oo}$
Speicherkoeffizient	0,13 – 0,16
Durchlässigkeitsbeiwert (k_f-Wert)	0,3 x 10^{-3} m/s

Die Liegenschaft liegt außerhalb eines Wasserschutzgebietes. Das nächstgelegene Wasserschutzgebiets MAWSG-039-Mannheim-Käfertal MVV RHE AG liegt ca. 2 km in nordwestlicher Richtung entfernt.

2.3.3 Hydrologie

Das Neckartal verläuft ca. 1,4 km südlich, das Rheintal ca. 4,7 km westlich des Untersuchungsgebiets. Die ebenen bis mäßig geneigten Gebiete der Neckar-Rheinebene sind von durchlässigen Böden und hohen Grundwasserflurabständen geprägt, was zu einer nur geringen Dichte von Oberflächenabflüssen und Oberflächengewässern führt. Im Untersuchungsgebiet sind keine natürlichen Oberflächengewässer vorhanden, im Norden der Liegenschaft befindet sich hingegen ein Regenrückhaltebecken und im Südwesten ein vermutetes Absetzbecken. Bei dem nächstgelegenen Fließgewässer (ca. 1,4 km südl.) handelt es sich um den nach Westen abfließenden Neckar, der weitestgehend kanalisiert und überbaut wurde.

Der effektive Niederschlag (Grundwasserneubildung) ist als Lösemittel und als Transportmedium die maßgebende Größe für wasserlösliche Schadstoffe. Im Mittel liegen die jährlichen Niederschlagsmengen laut Phase I [U6] im Untersuchungszeitraum von 1961 bis 2011 bei rd. 669 mm/a.

Die Grundwasserneubildungsrate wird aufgrund der hohen Verdunstungsrate im Raum Mannheim als eher gering angesehen, bzw. die Niederschläge fließen oberirdisch ab. Die Grundwasserneubildungsrate kann mit 5 – 10 l*s/km² bzw. rd. 150 – 300 mm/a abgeschätzt werden. In versiegelten Flächenbereichen ist mit einer verringerten Grundwasserneubildungsrate
von rd. 2 l*s/km² bzw. rd. 50 – 60 mm/a zu rechnen.

3 GRUNDLAGEN DER ERGEBNISBEURTEILUNG

3.1 Eigenschaften relevanter Stoffe

Potenzielle Schadstoffbelastungen für die Schutzgüter Mensch und Grundwasser gehen im Wesentlichen von den nachfolgend aufgeführten Stoffgruppen sowie deren Reaktionsprodukten aus:

Schutzgut Grundwasser:

- Mineralölkohlenwasserstoffe
- Aromatische Kohlenwasserstoffe (i. W. BTEX)
- Leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW)
- Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Schutzgut Mensch:

- Schwermetalle + Arsen
- Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Nachstehend erfolgt eine kurze Charakterisierung einzelner Stoffgruppen hinsichtlich ihrer physikalischen, chemischen und toxischen Eigenschaften. Für die Parameter MKW, PAK, LCKW, BTEX und Schwermetalle diente als Quelle der Bericht zur Erfassung und Erstbewertung von kontaminationsverdächtigen Flächen (CDM Smith, 11.6.2015) [U6]. Als Quelle für die Parameter PFT dienten der Leitfaden zur Bearbeitung von Verdachtsbereichen mit per- und polyfluorierten Chemikalien (BAIUDBw, Mai 2015) [U9], sowie der Leitfaden zur vorläufigen Bewertung von PFC-Verunreinigungen in Wasser und Boden (LfU Bayern, Januar 2015) [U10].

Mineralölkohlenwasserstoffe:
Kohlenwasserstoffe sind chemische Verbindungen, die nur aus den Elementen Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen und über ihre Bindungsform in mehrere Stoffgruppen eingeteilt werden. Unter der Bezeichnung Mineralölkohlenwasserstoffe werden im Allgemeinen die Verarbeitungs-produkte der Rohöle wie Ottokraftstoffe, Mitteldestillate (leichtes Heizöl, Diesel), Schmieröle sowie Verarbeitungsrückstände wie schweres Heizöl und Bitumen unterschieden. Hauptbestandteile der Mineralölkohlenwasserstoffe sind aliphatische und alicyclische Kohlenwasserstoffe sowie wechselnde Anteile an Aromaten (z.B. BTEX, PAK). Entscheidend für das Migrationsverhalten von Mineralölkohlenwasserstoffen im Untergrund sind ihre chemisch-physikalischen Stoffeigenschaften. Hierzu zählen, neben der Stoffdichte und dem Volatilitätsverhalten (Flüchtigkeit), die kinematische Viskosität, die die Versickerungs -geschwindigkeit im Untergrund bestimmt.

Mit steigender Anzahl der Kohlenstoffatome verändert sich der Aggregatzustand der einzelnen Kohlenwasserstoffverbindungen bzw. deren chemisch-physikalische Eigenschaften wie Flüchtigkeit, Löslichkeit und Siedebereich. Mit zunehmender Kettenlänge nimmt die Wasserlöslichkeit und Flüchtigkeit ab, die Viskosität zu. Mineralölkohlenwasserstoffe sind von C1 - C4 gasförmig und von C5 bis C16 Flüssigkeiten, während die höhermolekularen MKW bis zur Ausbildung von z.T. wachsartigen Festkörpern (Paraffin) reichen.

Bezogen auf die Stoffmenge stellen Kohlenwasserstoffgemische mit Kettenlängen bis C20 (Heizöl / Diesel) die relevanteste Gruppe der Mineralölkohlenwasserstoffe dar. Kohlenwasserstoffe mit einer C-Zahl zwischen C10 und C20 werden den Mitteldestillaten zugeordnet. Mitteldestillate wie Diesel (C10 - C21), Heizöl EL (C9 - C23) oder auch Kerosin (C10 - C16) sind wenig flüchtig und relativ viskos. Die Wasserlöslichkeit ist gering, so dass der MKW-Austrag über das Sickerwasser ebenfalls gering ist. Insgesamt ist die Mobilität im Untergrund nur mäßig. Höhermolekulare MKW mit Kettenlängen > C20, z. B. Schmieröle und schwere Heizöle, sind bei Raumtemperatur zähflüssig bis fest. Die Mobilität im Untergrund ist gering.

Aufgrund klinisch-toxikologischer Befunde wird die toxische Wirkung als gering eingestuft. Der inhalativen Aufnahme der leichtflüchtigen Bestandteile muss die größte Beachtung geschenkt werden. Das Einatmen hoher Konzentrationen kann zu Lungenschädigungen führen. Die orale Aufnahme hoher Dosen kann Erbrechen und Schmerzen im Magen-Darmtrakt auslösen. Bei intakter Hautoberfläche kann die percutane Aufnahme vernachlässigt werden.

Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX):
Aromatische Kohlenwasserstoffe ist eine Sammelbezeichnung für zyklische Kohlenwasserstoffverbindungen, die als Grundkörper ein oder mehrere Kohlenwasserstoffmoleküle (Benzolring) der Summenformel C6H6 enthalten. Charakteristisch und namengebend ist der als "aromatisch" zu bezeichnende Geruch der Kohlenwasserstoffverbindungen. Zu der Stoffgruppe gehört als einfachste Bindungsform Benzol sowie u. a. die vom Benzol abgeleiteten Verbindungen Toluol, Xylol und Ethylbenzol.

Den aromatischen Kohlenwasserstoffen kommt aufgrund ihrer Wasserlöslichkeit, Toxizität, Persistenz, Akkumulierbarkeit etc. sowie ihres z. T. hohen Kompartiment überschreitenden Migrationsverhaltens eine hohe Bewertungsrelevanz zu. Sie sind bedeutend besser wasserlöslich als die aliphatischen Mineralölkohlenwasserstoffe mit der gleichen Zahl von Kohlenstoffatomen. Die Mobilität von aromatischen Kohlenwasserstoffen (BTEX) im Untergrund ist hoch bis sehr hoch. Aufgrund des hohen Dampfdruckes können sie sich über die Bodenluft weiträumig verteilen.

Für alle o. g. Stoffe ist der Hauptbelastungspfad die inhalative Aufnahme. Aromatische Kohlenwasser-stoffe führen bei einer Exposition zu erheblichen Gesundheitsgefahren. Akute Einwirkungen bereits geringer Mengen führen zu Schwindel, Erbrechen, Bewusstlosigkeit, Haut- und Schleimhautreizungen. BTEX verteilen sich recht schnell mit dem Blut im gesamten Körper. Anreicherungen finden sich aufgrund der Fettlöslichkeit im Fettgewebe, Gehirn und Knochenmark. Daneben können sie auch oral und percutan aufgenommen werden. Besondere Bedeutung besitzt die als giftig, krebserregend und stark wassergefährdend eingestufte Komponente Benzol (R45).

Aromatische Kohlenwasserstoffe werden vorwiegend unter aeroben aber auch unter anaeroben Milieubedingungen abgebaut. Für die Sanierungspraxis ist allein der aerobe Abbau von Bedeutung. Der anaerobe Abbau ist meist unvollständig. Innerhalb der BTEX-Aromaten nimmt die Abbaubarkeit mit zunehmender Zahl von Alkylsubstituenten ab. Beim Benzol bestimmt die Bildung des gut abbaubaren Brenzkatechins die gesamte Umsatzgeschwindigkeit. Xylole sind am schlechtesten abbaubar.

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK):
Bei der Stoffgruppe der PAK handelt es sich um eine Gruppe von 40 Einzelverbindungen. Von diesen sind unter öko- und humantoxikologischen Aspekten 11 relevante Vertreter als stark karzinogen bzw. mutagen bekannt. 10 Verbindungen sind als schwache Karzinogene einzustufen. PAK bestehen aus mindestens drei oder mehr kondensierten Benzolringen und enthalten im Molekül lediglich Kohlen- und Wasserstoffatome. Sie werden gebildet, wenn organische Strukturen höheren Temperaturen (> 700° C) ausgesetzt sind oder einer Pyrolyse bzw. unvollständigen Verbrennung unterliegen. PAK sind mit Volumenanteilen von bis zu 10 % in Dieselkraftstoff enthalten. Im Boden zeigen PAK aufgrund geringer Wasserlöslichkeit, niedrigem Dampfdruck und starker Adsorption an organischem und anorganischem Material geringe Mobilität und verbleiben weitgehend in den Bodenschichten. Die Mobilität der PAK nimmt mit steigender Ringzahl ab. PAK können in das Grundwasser gelangen, wenn sie -adsorbiert an Kolloiden- mit dem Sickerwasser verfrachtet werden oder wenn Tenside bzw. Lösungsvermittler im Boden vorliegen. Dann können auch 4er- und 5er-Ringe im Grundwasser nachgewiesen werden. Die Grundwassergefährdung ist in der Regel jedoch gering. Naphthalin nimmt unter den PAK eine Sonderstellung ein, da es wesentlich wasserlöslicher als andere PAK ist. Die Mobilität von Naphthalin ist jedoch wesentlich geringer als die von aromatischen Kohlenwasserstoffen (BTEX) und entspricht etwa der von Heizöl.

Die nachfolgenden Verbindungen haben sich im Tierversuch als krebserregend erwiesen:

Benz(a)anthracen Dibenz(ah)anthracen
Benzo(b)fluoranthen Dibenzo(ae)pyren
Benzo(j)fluoranthen Dibenzo(ah)pyren
Benzo(k)fluoranthen Dibenzo(ai)pyren
Benzo(a)pyren Dibenzo(al)pyren
Chrysen Indeno(1,2,3-cd)pyren

Leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW):
Bei den chlorierten Kohlenwasserstoffen handelt es sich um eine Stoffgruppe, die u. a. durch ihren meist „süßlichen“ Geruch wahrgenommen werden kann. Aufgrund ihrer Viskosität und geringen Oberflächenspannung sind LCKW in der Lage, Beton und Asphalt zu durchdringen. Aufgrund ihrer Dichte können LCKW auf dem Boden von Grundwasserleitern persistente Pfützen bilden.

Bedingt durch ihre besonderen physikalischen und chemischen Stoffeigenschaften sind die Einsatzbereiche der LCKW äußerst vielfältig. Die LCKW sind nicht brennbar. Als Zersetzungsprodukt sind unter hohen Temperaturen jedoch Phosgen und Salzsäure zu erwarten. Als Aufnahmepfade kommt in erster Linie die Inhalation bei Ausgasungen über die Lunge in

Betracht. Die orale Aufnahme findet durch unbeabsichtigten Hand-zu-Mund Kontakt statt. Aufgrund der fettlöslichen Eigenschaften besteht eine Gesundheitsgefährdung vor allem bei Hautkontakt durch Hautresorption. LCKW können sich in Fettgewebe, Gehirn und Leber anreichern. Die meisten LCKW rufen Hautreizungen und Leberschädigungen hervor. Ein Teil der LCKW gilt als krebserzeugend sowie fruchtschädigend. Gebrauch und Lagerung von LCKW sind bei der Metallbearbeitung (Reinigung, Lackiererei, Galvanik, Entfettung) und bei der Abwasserbehandlung verbreitet. Als Schwerpunkt der Anwendung können folgende Bereiche genannt werden:

- Oberflächenreinigung (Metall)
- Kaltreiniger, Abbeizmittel

Schwermetalle und Arsen:
Unter der Gruppe der Schwermetalle werden i.d.R. die nachfolgenden Elemente zusammengefasst: Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink. Schwermetalle werden im Boden als Kationen an die negativ geladenen Tonminerale, aber noch stärker an die organische Substanz und die Mn- und Fe-Oxide des Bodens adsorbiert. In der Regel werden Bodenuntersuchungen auf die o.a. Schwermetalle zusammen mit dem Halbmetall Arsen durchgeführt. In der Umwelt tritt Arsen in drei- bzw. fünfwertiger Form auf, wobei As (III) im Gegensatz zu dem kaum giftigen As (V) als stark warmblütertoxisch eingestuft wird.

Die genannten Elemente liegen geogen in unterschiedlichen Konzentrationen im Untergrund vor (Hintergrundbelastung). Darüber hinaus kann es über anthropogene Ablagerungen zu einer Anreicherung in Auffüllungsschichten kommen.

Hauptexpositionspfad für Schwermetalle ist die orale Aufnahme über Nahrung, Trinkwasser oder Boden/Staub. Über den inhalativen Pfad kann vor allem Quecksilber aufgenommen werden. Die Metalle werden im Körpergewebe (z.B. Knochen) angereichert. Schwermetalle sind nicht nur in der elementaren Form toxisch, sondern auch als lösliche Salze gesundheitlich gefährdend. Potenzielle Schadstoffeinträge resultieren insbesondere in metallbe- oder -verarbeitenden Technikbereichen (Werkstätten, Wartungs- und Montageeinrichtungen etc.).

Perfluorierte Tenside (PFT)
Bei den per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC) handelt es sich um seit den 1950er Jahren synthetisch hergestellte Verbindungen aus einer vollständig oder teilweise fluorierten Kohlenstoffkette und einer nicht fluorierten Kopfgruppe. Als kurzkettige PFC-Verbindungen gelten Verbindungen mit weniger als sieben Kohlenstoffatomen. Die kurzkettigen Stoffe sind besonders hydrophil und weniger adsorptiv, so dass sie bevorzugt in wässrigen Medien zu finden sind. Langkettige PFC-Verbindungen (sieben oder mehr Kohlenstoffatome) werden gut am Feststoff gebunden und sind damit eher in der Sedimentmatrix nachzuweisen.

Offiziell werden sowohl PFOS, PFOA und PFBA als human- und ökotoxikologisch kritisch bewertet. Bei hohen PFC-Gehalten im Blut können Leberschäden sowie Schilddrüsen- und Nierenerkrankungen auftreten. PFOS gilt laut US EPA als kanzerogen, jedoch nicht als mutagen. Längerkettige Verbindungen werden vorrangig aus tierischen Lebensmitteln aufgenommen

(Fleisch, Fisch und Meeresfrüchte), während kurzkettige Verbindungen hauptsächlich über das Trinkwasser aufgenommen werden.

Als Eintragspfade in den Boden sind die Aufbringung von PFC-haltigen Substanzen auf den Boden (z.B. Klärschlämme oder Bodenhilfsstoffe) und die Verwendung von Feuerlöschschäumen, welche z.B. nach Brandeinsätzen nicht aufgefangen werden konnten und in den Boden gelangen, zu nennen. Nach niederschlägen fließen die Verbindungen entweder oberflächennah ab oder sie werden durch Versickerung tiefer in den Boden eingetragen. Die gute Wasserlöslichkeit lässt PFC leicht durch Auswaschungsvorgänge von Bodensubstanz ins Grund- oder Oberflächenwasser gelangen. Die Flurtelomeralkohole als Vorläuferverbindungen der PFT sind schlechter wasserlöslich als PFOS oder PFOA und somit eher selten im Wasser nachzuweisen.

3.2 Darstellung und Begründung der Beurteilungskritierien- und Maßstäbe

Zur bodenschutzrechtlichen Bewertung im Hinblick auf die Gefährdung über den **Wirkungspfad (WP) Boden → Mensch** der in den Proben gemessenen Stoffgehalte werden die folgenden rechts-verbindlichen Dokumente herangezogen:

- Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) – 12. Juli 1998
- Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) – 12. Juli 1998

Bei der Bewertung von Gefährdungen über den Wirkungspfad Boden → Mensch ist zu beachten, dass die Entnahme von Bodenproben bei der Phase IIa im Wesentlichen schichtbezogen und nicht, wie in der BBodSchV gefordert, in definierten Tiefenintervallen erfolgt. Eine Bewertung für den WP Boden → Mensch kann somit nur orientierend erfolgen. Weiter ist anzumerken, dass der WP bei der aktuellen Flächensituation und derzeitigen Nutzung aufgrund der vorhandenen Versiegelung nur in wenigen Fällen relevant ist.

Bei der Bewertung ist zudem zu berücksichtigen, dass die aktuelle Nutzung (militärische Liegenschaft = Nutzungskategorie Industrie und Gewerbe) nicht fortgeführt wird. Die zukünftige Nutzung ist noch nicht abschließend geklärt, eine sensiblere Nutzung ist wahrscheinlich. Die Bewertung erfolgt daher grundsätzlich über einen Abgleich mit den Prüfwerten für alle Nutzungskategorien und nicht bezogen auf eine konkrete Nutzung.

Die Bewertung des **Wirkungspfades Boden → Grundwasser** erfolgt üblicherweise über die Bewertung von Eluatuntersuchungen an Proben vom Ort der Beurteilung. Im Rahmen der Phase IIa Untersuchung wurde das Grundwasser nicht erbohrt, Proben vom Ort der Beurteilung wurden nicht entnommen und Eluate wurden nicht hergestellt. Eine orientierende Gefährdungsabschätzung kann jedoch über die ermittelten Feststoffgehalte und eine verbal argumentative Sickerwasserprognose durchgeführt werden. Diese berücksichtigt die Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone, die biologische Abbaubarkeit des betrachteten Parameters, dessen Mobilität und die Stoffmenge. Über eine vorgegebene Bewertungsmatrix kann dann abgeleitet werden, ob eine Grundwassergefährdung „nicht zu erwarten“, „zu erwarten“ oder „wahrscheinlich“ ist. Da die von der LABO herausgegebene und in Baden-Württemberg angewendete „Arbeitshilfe zur Sickerwasserprognose“ nur für Detailuntersuchungen (Phase IIb) zur Anwendung kommt wird hierzu hilfsweise auf die folgende Handlungshilfe zurückgegriffen:

- Handbuch Altlasten, Band 3, Teil 3: Untersuchung und Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Grundwasser, Sickerwasserprognose (SiWa), Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2002 [U13]

Hinweis zur Sickerwasserprognose nach HLUG

Um eine Grundwassergefährdung über die Sickerwasserprognose einschätzen zu können werden die Mobilität der Schadstoffe, die Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone, sowie die Schadstoffgehalte im Boden betrachtet. Bezüglich der Schadstoffgehalte spricht man von sehr hohen Schadstoffgehalten wenn ein Beurteilungswert gemäß [U13] mehrfach überschritten wird, von hohen Schadstoffgehalten wenn der Beurteilungswert etwa dem gemessenen Gehalt entspricht und von geringen Schadstoffgehalten wenn der Beurteilungswert deutlich unterschritten wird. Die Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone steht in Abhängigkeit der unbelasteten Grundwasserüberdeckung, der Versiegelung der Fläche, der Durchlässigkeit des Bodens und der biologischen Abbaubarkeit. Aufgrund des Grundwasserflurabstandes auf der Untersuchungsfläche von 9,7 – 13 m (Kap. 2.3.2) wird die Mächtigkeit der unbelasteten Grundwasserüberdeckung auf der Fläche als mittel eingestuft. Im Falle von versiegelten Flächen ergibt sich bei großer Durchlässigkeit des Bodens (Sand, Kies) noch eine mittlere Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone. Fehlt eine Versiegelung ist die Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone bei großer Durchlässigkeit des Bodens als gering einzustufen. Die Einstufung der Mobilität der Stoffe ist hoch, mittel oder gering und für die relevanten Parameter im folgenden aufgeführt:
LCKW → hoch
BTEX → mittel, (hoch wenn überwiegend Benzol und/oder Toluol vorliegen)
MKW → hoch (Ottokraftstoffe), mittel (Diesel, Heizöl)
PAK → mittel (2er- und 3er-Ringe), gering (sonstige PAK)
SM → Die Mobilität und Verfügbarkeit von Schwer- und Halbmetallen in Böden hängt von verschiedenen Faktoren, wie chemische Bindungsform, pH-Wert, Redoxpotential, Gehalt von organ. Kohlenstoffverbindungen und Tonmineralen in Böden, Anwesenheit von Komplexbildern, usw. ab. Für die Einschätzung der tatsächlichen Mobilität sind i.d.R. Elutions- und Extraktionsuntersuchungen erforderlich. Generell kann hier von einer geringen Mobilität ausgegangen werden.
PFT → hohe Mobilität

Für Stoffe, die analytisch untersucht wurden, für die in den o.g. Rechtsgrundlagen keine Beurteilungskriterien angegeben sind, wird hilfsweise auf folgende Grundlagen zurückgegriffen:

Boden:

- Verwaltungsvorschrift über Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen, Umweltministerium Baden-Württemberg, 1998 [U16]

- Bodenschutz ALEX-Merkblatt 02, Altablagerungen, Orientierungswerte für die abfall- und wasserwirtschaftliche Beurteilung, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, 2011 [U17]

- Bodenschutz ALEX-Informationsblatt 29, Per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC) in der Umwelt, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, Juli 2016 [U15]

Bodenluft:

- Bodenschutz ALEX-Merkblatt 02, Altablagerungen, Orientierungswerte für die abfall- und wasserwirtschaftliche Beurteilung, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, 2011 [U17]

4 METHODIK DURCHGEFÜHRTER UNTERSUCHUNGEN

4.1 Feldarbeiten

4.1.1 Geländebegehungen

Am 15.06.2016 erfolgte eine Geländebegehung (Fläche und Gebäude) zusammen mit dem Auftraggeber. Hierbei wurde die Zugänglichkeit zu den einzelnen Kontaminations-verdachtsflächen geprüft und die Beschreibung der KVF aus der Phase I Untersuchung plausibilisiert.

Die genaue Festlegung der Ansatzpunkte erfolgte erst mit Beginn der Bohrarbeiten am 18.07.2016.

4.1.2 Errichten von Aufschlüssen

Die Geländearbeiten für die umwelttechnischen Untersuchungen wurden vom 18.07.2016 bis 05.08.2016 von der akkreditierten Firma WST GmbH, Eppelheim unter fachgutachterlicher Begleitung der IBL ausgeführt.

Zur Gewinnung von Proben zur umwelttechnischen Untersuchung wurden maschinengeführte Kleinrammbohrungen mit einem Bohrdurchmesser von 60 mm niedergebracht. Der bei der Bohrung festgestellte Bodenaufbau wurde von einem Dipl.-Geologen oder Ingenieur vergleichbarer Qualifikation aufgenommen und in einer Profildarstellung gemäß DIN 4023 dokumentiert. Die Bohrprofile und Bodenprofile sind in Anlage 2 beigefügt.

Die Entnahme von Bodenproben aus dem Bohrgut erfolgte unmittelbar nach dem Ziehen der Schappe.

Nach Fertigstellung der Bohrung wurde diese, sofern vorgesehen, als Bodenluftmessstelle ausgebaut. In Tabelle 4 sind die Untersuchungspunkte der umwelttechnischen Untersuchungen aufgeführt.

Tabelle 4: Untersuchungspunkte umwelttechnische Untersuchungen

KVF	Name	Nutzung
KVF 1	RKS 1/1 RKS 1/2 RKS 1/3	Kfz-Halle Gebäude 1560

KVF	Name	Nutzung
	RKS 1/4 RKS 1/5	
KVF 2	RKS 2/1 RKS 2/2 RKS 2/3 RKS 2/4	Kfz-Halle Gebäude 1570
KVF 3	RKS 3/1 RKS 3/2 RKS 3/3 RKS 3/4	ehem. Kfz-Halle Gebäude 1571
KVF 4	RKS 4/1 RKS 4/2 RKS 4/3	Kfz-Halle Gebäude 1572
KVF 5	RKS 5/1 RKS 5/2 RKS 5/3 RKS 5/4	Kfz-Halle Gebäude 1577
KVF 15	BS 15	Löschwasserbecken Süd
KVF 17	RKS 17/1 RKS 17/2	Tankstelle Gebäude 1576
KVF 18	RSK 18/1 RSK 18/2 RSK 18/3	Leichtflüssigkeitsabscheider (2x) nördl. Gebäude 1582
KVF 19	RSK 19/1 RSK 19/2	Gefahrstofflager nördl. Gebäude 1578
KVF 20	RSK 20/1	Altöltank 1/ Frostschutzmitteltank Gebäude 1577
KVF 21	RSK 21/1	Altöltank 2 Gebäude 1577
KVF 22	RKS 22/1 RKS 22/2 RKS 22/3 RKS 22/4	Leichtflüssigkeitsabscheider (3x) nördl. Gebäude 1577
KVF 26	RKS 26/1 RKS 26/2 RKS 26/3 RKS 26/4	Altölsammelstelle, ehem. Tank östl. Gebäude 1571
KVF 27	RKS 27/1 RKS 27/2 RKS 27/3 RKS 27/4	Leichtflüssigkeitsabscheider (3x) nördl. Gebäude 1571
KVF 31	RKS 31/1 RKS 31/2	ehem. Kfz-Halle Gebäude 1569
KVF 32	RKS 32/1 RKS 32/2 RKS 32/3 RKS 32/4	Leichtflüssigkeitsabscheider (3x) nördl. Gebäude 1569A
KVF 33	RKS 33/1 RKS 33/2 RKS 33/3 RKS 33/4 RKS 33/5 RKS 33/6	Leichtflüssigkeitsabscheider (5x) östl. Gebäude 1563
KVF 34	RKS 34/1 RKS 34/2	Waschplatz südl. Gebäude 1560
KVF 35	BS 35	Löschwasserbecken Nord

KVF	Name	Nutzung
KVF 36	RKS 36/1 RKS 36/2	Altöltank südl. Gebäude 1567
KVF 37	RKS 37/1 RKS 37/2 RKS 37/3 RKS 37/4 RKS 37/5 RKS 37/6	Werkstatthalle Gebäude 1567
KVF 38	RKS 38/1 RKS 38/2 RKS 38/3 RKS 38/4	Leichtflüssigkeitsabscheider (3x) nördl. Gebäude 1567
KVF 40	RKS 40/1	Altöltank südl. Gebäude 1563
KVF 41	RKS 41/1 RKS 41/2 RKS 41/3	Leichtflüssigkeitsabscheider (2x) südl. Gebäude 1563
KVF 42	RKS 42/1 RKS 42/2 RKS 42/3 RKS 42/4 RKS 42/5 RKS 42/6 RKS 42/7	Werkstatthalle, Gefahrstofflager Gebäude 1563
KVF 44	RKS 44/1 RKS 44/2	Kfz-Stellfläche/ Waschplatz, Montagegrube westl. Gebäude 1563 Gebäude 1563
KVF 45	RKS 45/1 RKS 45/2 RKS 45/3	Kfz-Stellfläche nördl. Gebäude 1563
KVF 48	RKS 48/1 RKS 48/2 RKS 48/3 RKS 48/4 RKS 48/5 RKS 48/6	Kfz-Stellfläche, ehem. Waschplatz westl. Gebäude1563
KVF 49	RKS 49/1 RKS 49/2 RKS 49/3 RKS 49/4	Tankstelle Gebäude 1559
KVF 51	RKS 51/1 RKS 51/2	Leichtflüssigkeitsabscheider (1x) westl. Gebäude 1566
KVF 56	RKS 56/1 RKS 56/2	Tank nordöstl. Gebäude 1609
KVF 58	RKS 58/1 RKS 58/2	Tank nordwestl. Gebäude 1609
KVF 66	RKS 66/1 RKS 66/2 RKS 66/3	Waschplatz mit Leichtflüssigkeitsabscheider (2x) südl. Gebäude 1855B
KVF 69	RKS 69/1 RKS 69/2 RKS 69/3 RKS 69/4 RKS 69/5	Altöltank östli.Gebäude 1701
KVF 70	RKS 70/1 RKS 70/2 RSK 70/3 RSK 70/4 RSK 70/5	Leichtflüssigkeitsabscheider (10x) östl. Gebäude 1701

KVF	Name	Nutzung
	RKS 70/6 RKS 70/7 RKS 70/8	
KVF 71	RSK 71/1 RSK 71/2 RSK 71/3	Leichtflüssigkeitsabscheider (4x) südl. Gebäude 1855
KVF 72	RSK 72/1 RSK 72/2	Waschplatz für Kettenfahrzeuge Gebäude 1855
KVF 74	RSK 74/1 RKS 74A /1 RSK 74A/2	Werkstatthalle Gebäude 1701A
KVF 76	RSK 76/1 RSK 76/2	Werkstatthalle Gebäude 1854
KVF 78	RSK 78/1	Altöltank Gebäude 1853
KVF 79	RKS 79/1 RKS 79/2	Werkstatthalle Gebäude 1853
KVF 81	RKS 81/1	Altöltank Gebäude 1852
KVF 83	RSK 83/1 RKS 83/2 RKS 83/3 RKS 83/4 RKS 83/5 RKS 83/6 RKS 83/7B RKS 83/9 RKS 83/10	Motor Pool Gebäude 1852
KVF 84	RKS 84/1 RKS 84/2	Frostschutzmittel und Altöltank Gebäude 1852
KVF 88	RKS 88/1 RKS 88/2	Tank Gebäude 1857
KVF 90	RKS 90/1	Altöltank Gebäude 1859
KVF 108	RKS 108/1 RKS 108/2	Betonfläche mit Benzinabscheider und oberirdischem Tank
KVF 114	RKS 114/1 RKS 114/2 RKS 114/3 RKS 114/4	Werkstatthalle Gebäude 1504
KVF 115	RKS 115/1	Altöltank Gebäude 1504
KVF 117	RKS 117/1 RKS 117/2	Gefahrstofflager mit Leichtflüssigkeitsabscheider (1x) Gebäude 1504
KVF 118	RKS 118/1 RKS 118/2 RKS 118/3	Leichtflüssigkeitsabscheider (2x) südl. Gebäude 1504
KVF 119	RKS 119/1	Gefahrstofflager Gebäude 1515C
KVF 122	RKS 122/1 RKS 122/2	Heizraum Gebäude 1511
KVF 128	RKS 128/1 RKS 128/2 RKS 128/3 RKS 128/4 RKS 128/5 RKS 128/6	Brandschaden Gebäude 1841

Zur Gefährdungsbeurteilung der Schutzgüter Mensch, Boden und Grundwasser wurden an insgesamt 54 umweltrelevanten Eintragsorten (KVF) 164 Kleinrammbohrungen bis max. 7 m Tiefe gebohrt sowie 2 Baggerschurfe erstellt. Ziel war es, die Bohrungen durch die Auffüllschicht bis in den gewachsenen Boden niederzubringen. Boden- und Bodenluftuntersuchungen wurden gemäß der Leistungsbeschreibung durchgeführt.

Die Lage der Probenahmepunkte (RKS) ist dem Plan in Anlage 1.2 zu entnehmen. Die Bohrprofile sind als Anlage 2 und die Bodenluftprobenahmeprotokolle als Anlage 3 beigefügt. Die Anzahl und Art der entnommenen Proben, sowie die Anzahl der Rückstellproben können Anlage 8 entnommen werden.

Hinweis zu Verschiebungseffekten der KVF-Lage in den Plänen

Aufgrund der Anhaltspunkte vor Ort, sowie aufgrund von Planungenauigkeiten aus dem Originalbestand zu den tatsächlich ermittelten Daten aus der Vermessung im Rahmen der Phase IIa-Untersuchung ergeben sich Verschiebungen der KVF-Lage in einigen Fällen. Die ursprünglich angegebene Lage einer KVF ist dabei im Plan rot, die neu ermittelte Lage blau umrahmt.

4.1.3 Generelle Vorgehensweise bei den Probenahmen

Bodenprobenahme

Die Bodenprobenahme zur umwelttechnischen Untersuchung erfolgte meterweise bzw. bei Schichtwechsel und/oder organoleptischer Auffälligkeit in 500 ml Braungläsern sowie zum analytischen Nachweis leichtflüchtiger Substanzen in mit 2-Methoxy-Ethanol vorkonditionierten 20 ml-Headspacegefäßen.

Die Probennahme erfolgte unter Anleitung von IBL durch Mitarbeiter des ausführenden Bohrunternehmens WST GmbH. Die Proben wurden unmittelbar nach der Probennahme gekühlt und bis zum arbeitstäglichen Transport ins Labor dunkel gelagert. Insgesamt wurden 717 Bodenproben entnommen. Hiervon wurden 361 Proben als Einzelproben analysiert. 355 Proben wurden als Rückstellproben verwahrt (siehe Anlage 8). Für eine Bodenprobe wurde kein Laboreingang registriert.

Bodenluftprobenahme

Aus den Bohrungen erfolgte die Entnahme von Bodenluft auf Aktivkohlesampler (nach VDI 3865 Blatt 2) [U18]. Dabei wird ein vorgegebenes Volumen (5 Liter Bodenluft) in einer bestimmten Zeit (5 Minuten) über ein Adsorbens (Aktivkohleröhrchen) geleitet.

Die Probennahme erfolgte unter Anleitung von IBL durch Mitarbeiter des ausführenden Bohrunternehmens WST GmbH im Auftrag von Terrasond GmbH & Co. KG. Die umwelttechnische Analytik wurde vom Labor Eurofins Umwelt West GmbH, Speyer durchgeführt. Beide Unternehmen sind gemäß DIN/ISO 17025:2005 bei der DAkks akkreditiert und verfügen somit über die Kompetenz, die Probenahme bzw. Analytik gemäß den Anforderungen des Fachmoduls Boden und Altlasten durchzuführen. Insgesamt wurden 94 Bodenluftproben entnommen. Für eine Bodenluftprobe wurde kein Laboreingang registriert. Die Probenahmeprotokolle der Bodenluft sind in Anlage 3 beigefügt.

Grundwasserprobenahme

Aufgrund der Tiefenlage des Grundwasserspiegels in ca. 9-13 m [U6] unter Geländeoberkante wurde kein Grundwasser in den Bohrungen angetroffen und somit erfolgte keine Grundwasserbeprobung.

4.1.4 Vermessungsarbeiten

Alle Kleinrammbohrungen wurden durch die Fa. WST GmbH nach Lage und Höhe eingemessen. In der nachfolgenden Tabelle 5 sind die Koordinaten (Gauß-Krüger) aufgeführt.

Tabelle 5: Vermessungsdaten der Kleinrammbohrungen (Umwelttechnische Untersuchungen)

Bohrung	Rechtswert	Hochwert	Höhe [m ü. NHN]	Datenherkunft
RKS 1/1	3465480	5484786	-	aus Plan gelesen
RKS 1/2	3465434	5484803	-	aus Plan gelesen
RKS 1/3	3465404	5484809	-	aus Plan gelesen
RKS 1/4	3465365	5484819	-	aus Plan gelesen
RKS 1/5	3465337	5484825	-	aus Plan gelesen
RKS 2/1	3465518	5484671	-	aus Plan gelesen
RKS 2/2	3465530	5484673	-	aus Plan gelesen
RKS 2/3	3465583	5484680	-	aus Plan gelesen
RKS 2/4	3465600	5484684	-	aus Plan gelesen
RKS 3/1	3465586	5484641	100,67	GPS-Koordinaten
RKS 3/2	3465566	5484645	100,75	GPS-Koordinaten
RKS 3/3	3465547	5484636	100,76	GPS-Koordinaten
RKS 3/4	3465548	5484647	100,75	GPS-Koordinaten
RKS 4/1	3465598	5484629	-	aus Plan gelesen
RKS 4/2	3465544	5484620	-	aus Plan gelesen
RKS 4/3	3465527	5484612	-	aus Plan gelesen
RKS 5/1	3465583	5484584	-	aus Plan gelesen
RKS 5/2	3465571	5484582	-	aus Plan gelesen
RKS 5/3	3465542	5484579	-	aus Plan gelesen
RKS 5/4	3465531	5484579	-	aus Plan gelesen
BS 15	3465440	5484433	-	aus Plan gelesen
RKS 17/1	3465486	5484604	99,08	GPS-Koordinaten
RKS 17/2	3465488	5484606	99,16	GPS-Koordinaten
RKS 18/1	3465539	5484532	99,96	GPS-Koordinaten
RKS 18/2	3465543	5484529	99,95	GPS-Koordinaten
RKS 18/3	3465545	5484532	99,98	GPS-Koordinaten
RKS 19/1	3465589	5484569	100,29	GPS-Koordinaten
RKS 19/2	3465584	5484564	100,22	GPS-Koordinaten
RKS 20/1	3465544	5484575	100,44	GPS-Koordinaten
RKS 21/1	3465585	5484581	100,43	GPS-Koordinaten
RKS 22/1	3465529	5484595	100,29	GPS-Koordinaten
RKS 22/2	3465532	5484597	100,33	GPS-Koordinaten

Bohrung	Rechtswert	Hochwert	Höhe [m ü. NHN]	Datenherkunft
RKS 22/3	3465535	5484598	100,32	GPS-Koordinaten
RKS 22/4	3465539	5484597	100,32	GPS-Koordinaten
RKS 26/1	3465610	5484643	100,58	GPS-Koordinaten
RKS 26/2	3465614	5484647	100,55	GPS-Koordinaten
RKS 26/3	3465610	5484651	100,59	GPS-Koordinaten
RKS 26/4	3465612	5484655	100,56	GPS-Koordinaten
RKS 27/1	3465520	5484655	100,71	GPS-Koordinaten
RKS 27/2	3465523	5484653	100,69	GPS-Koordinaten
RKS 27/3	3465525	5484656	100,71	GPS-Koordinaten
RKS 27/4	3465529	5484655	100,70	GPS-Koordinaten
RKS 31/1	3465523	5484691	100,97	GPS-Koordinaten
RKS 31/2	3465540	5484693	100,83	GPS-Koordinaten
RKS 32/1	3465502	5484701	100,94	GPS-Koordinaten
RKS 32/2	3465505	5484704	100,90	GPS-Koordinaten
RKS 32/3	3465509	5484702	101,04	GPS-Koordinaten
RKS 32/4	3465512	5484704	100,91	GPS-Koordinaten
RKS 33/1	3465503	5484725	100,76	GPS-Koordinaten
RKS 33/2	3465506	5484720	100,80	GPS-Koordinaten
RKS 33/3	3465509	5484719	100,80	GPS-Koordinaten
RKS 33/4	3465501	5484719	100,81	GPS-Koordinaten
RKS 33/5	3465507	5484714	100,92	GPS-Koordinaten
RKS 33/6	3465503	5484715	100,91	GPS-Koordinaten
RKS 34/1	3465506	5484739	100,48	GPS-Koordinaten
RKS 34/2	3465520	5484727	100,56	GPS-Koordinaten
BS 35	3465502	5484745	-	aus Plan gelesen
RKS 36/1	3465434	5484651	99,66	GPS-Koordinaten
RKS 36/2	3465432	5484653	99,65	GPS-Koordinaten
RKS 37/1	3465452	5484677	-	aus Plan gelesen
RKS 37/2	3465442	5484670	-	aus Plan gelesen
RKS 37/3	3465416	5484665	-	aus Plan gelesen
RKS 37/4	3465404	5484663	-	aus Plan gelesen
RKS 37/5	3465398	5484669	-	aus Plan gelesen
RKS 37/6	3465472	5484679	-	aus Plan gelesen
RKS 38/1	3465394	5484686	100,28	GPS-Koordinaten
RKS 38/2	3465390	5484688	100,24	GPS-Koordinaten
RKS 38/3	3465388	5484685	100,22	GPS-Koordinaten
RKS 38/4	3465384	5484687	100,15	GPS-Koordinaten
RKS 40/1	3465423	5484715	100,61	GPS-Koordinaten
RKS 41/1	3465375	5484699	100,08	GPS-Koordinaten
RKS 41/2	3465377	5484702	100,23	GPS-Koordinaten
RKS 41/3	3465380	5484699	100,25	GPS-Koordinaten
RKS 42/1	3465448	5484728	-	aus Plan gelesen

Bohrung	Rechtswert	Hochwert	Höhe [m ü. NHN]	Datenherkunft
RKS 42/2	3465443	5484727	-	aus Plan gelesen
RKS 42/3	3465438	5484726	-	aus Plan gelesen
RKS 42/4	3465434	5484722	-	aus Plan gelesen
RKS 42/5	3465449	5484739	-	aus Plan gelesen
RKS 42/6	3465462	5484731	-	aus Plan gelesen
RKS 42/7	3465447	5484731	-	aus Plan gelesen
RKS 44/1	3465369	5484729	99,88	GPS-Koordinaten
RKS 44/2	3465369	5484717	99,83	GPS-Koordinaten
RKS 45/1	3465384	5484760	100,61	GPS-Koordinaten
RKS 45/2	3465383	5484771	100,52	GPS-Koordinaten
RKS 45/3	3465401	5484768	-	aus Plan gelesen
RKS 48/1	3465397	5484790	100,35	GPS-Koordinaten
RKS 45/3	3465401	5484768	100,61	GPS-Koordinaten
RKS 48/2	3465339	5484805	100,40	GPS-Koordinaten
RKS 48/3	3465327	5484784	100,30	GPS-Koordinaten
RKS 48/4	3465329	5484772	100,20	GPS-Koordinaten
RKS 48/5	3465339	5484752	100,12	GPS-Koordinaten
RKS 48/6	3465348	5484730	100,00	GPS-Koordinaten
RKS 49/1	3465329	5484694	100,29	GPS-Koordinaten
RKS 49/2	3465329	5484698	100,84	GPS-Koordinaten
RKS 49/3	3465338	5484699	101,28	GPS-Koordinaten
RKS 49/4	3465342	5484702	101,91	GPS-Koordinaten
RKS 51/1	3465339	5484604	107,94	GPS-Koordinaten
RKS 51/2	3465342	5484606	99,62	GPS-Koordinaten
RKS 56/1	3465223	5484708	98,79	GPS-Koordinaten
RKS 56/2	3465221	5484713	98,77	GPS-Koordinaten
RKS 58/1	3465111	5484663	98,66	GPS-Koordinaten
RKS 58/2	3465104	5484662	98,65	GPS-Koordinaten
RKS 66/1	3464709	5484752	98,84	GPS-Koordinaten
RKS 66/2	3464744	5484770	98,75	GPS-Koordinaten
RKS 66/3	3464727	5484770	98,53	GPS-Koordinaten
RKS 69/1	3464738	5484787	98,61	GPS-Koordinaten
RKS 69/2	3464736	5484792	98,46	GPS-Koordinaten
RKS 69/3	3464733	5484793	98,33	GPS-Koordinaten
RKS 69/4	3464794	5484791	-	aus Plan gelesen
RKS 69/5	3463735	5484789	-	aus Plan gelesen
RKS 70/1	3464746	5484784	98,90	GPS-Koordinaten
RKS 70/2	3464739	5484782	98,73	GPS-Koordinaten
RKS 70/3	3464745	5484789	98,88	GPS-Koordinaten
RKS 70/4	3464744	5484794	98,82	GPS-Koordinaten
RKS 70/5	3464741	5484798	98,55	GPS-Koordinaten
RKS 70/6	3464743	5484780	98,82	GPS-Koordinaten

Bohrung	Rechtswert	Hochwert	Höhe [m ü. NHN]	Datenherkunft
RKS 70/7	3464737	5484790	98,52	GPS-Koordinaten
RKS 70/8	3464738	5484795	98,58	GPS-Koordinaten
RKS 71/1	3464751	5484787	98,90	GPS-Koordinaten
RKS 71/2	3464748	5484794	98,81	GPS-Koordinaten
RKS 71/3	3464752	5484793	98,82	GPS-Koordinaten
RKS 72/1	3464748	5484805	98,61	GPS-Koordinaten
RKS 72/2	3464749	5484808	98,69	GPS-Koordinaten
RKS 74/1	3464702	5484816	-	aus Plan gelesen
RKS 74A/1	3464700	5484787	98,61	GPS-Koordinaten
RKS 74A/2	3464701	5484793	98,53	GPS-Koordinaten
RKS 76/1	3464731	5484835	-	aus Plan gelesen
RKS 76/2	3464742	5484837	-	aus Plan gelesen
RKS 78/1	3464724	5484860	98,63	GPS-Koordinaten
RKS 79/1	3464731	5484872	-	aus Plan gelesen
RKS 79/2	3464737	5484874	-	aus Plan gelesen
RKS 81/1	3464755	5484904	99,03	GPS-Koordinaten
RKS 83/1	3464778	5484905	-	aus Plan gelesen
RKS 83/2	3464782	5484891	-	aus Plan gelesen
RKS 83/3	3464784	5484880	-	aus Plan gelesen
RKS 83/4	3464786	5484870	-	aus Plan gelesen
RKS 83/5	3464795	5484822	-	aus Plan gelesen
RKS 83/6	3464796	5484817	-	aus Plan gelesen
RKS 83/7B	3464798	5484810	-	aus Plan gelesen
RKS 83/9	3464791	5484803	-	aus Plan gelesen
RKS 83/10	3464795	5484825	-	aus Plan gelesen
RKS 84/1	3464778	5484795	99,20	GPS-Koordinaten
RKS 84/2	3464779	5484792	99,16	GPS-Koordinaten
RKS 88/1	3464894	5484892	99,24	GPS-Koordinaten
RKS 88/2	3464894	5484897	99,06	GPS-Koordinaten
RKS 90/1	3464929	5484923	98,86	GPS-Koordinaten
RKS 108/1	3465271	5485330	99,31	GPS-Koordinaten
RKS 108/2	3465270	5485333	99,31	GPS-Koordinaten
RKS 114/1	3465368	5485131	-	aus Plan gelesen
RKS 114/2	3465377	5485133	-	aus Plan gelesen
RKS 114/3	3465375	5485150	-	aus Plan gelesen
RKS 114/4	3465361	5485141	-	aus Plan gelesen
RKS 115/1	3465383	5485140	99,11	GPS-Koordinaten
RKS 117/1	3465362	5485121	99,09	GPS-Koordinaten
RKS 117/2	3465364	5485121	99,12	GPS-Koordinaten
RKS 118/1	3465360	5485122	99,09	GPS-Koordinaten
RKS 118/2	3465358	5485125	99,07	GPS-Koordinaten
RKS 118/3	3465358	5485122	99,09	GPS-Koordinaten

Bohrung	Rechtswert	Hochwert	Höhe [m ü. NHN]	Datenherkunft
RKS 119/1	3465305	5485122	99,44	GPS-Koordinaten
RKS 122/1	3465490	5485071	-	aus Plan gelesen
RKS 122/2	3465490	5485073	-	aus Plan gelesen
RKS 128/1	3465219	5485145	99,04	GPS-Koordinaten
RKS 128/2	3465221	5485073	99,01	GPS-Koordinaten
RKS 128/3	3465183	5485054	98,63	GPS-Koordinaten
RKS 128/4	3465173	5485091	98,94	GPS-Koordinaten
RKS 128/5	3465163	5485133	98,78	GPS-Koordinaten
RKS 128/6	3465192	5485139	99,00	GPS-Koordinaten

4.1.5 Geophysiklaische Untersuchungen

geophysikalische Untersuchungen waren nicht Bestandteil der Ausschreibung und wurden auf der Fläche nicht durchgeführt.

4.2 Begleitender Arbeits- und Emissionsschutz

Aufgrund der Ergebnisse der Phase I Untersuchung war auf den KVF nicht von wesentlichen Emissionen auszugehen. Ein maßnahmenbegleitendes Arbeits- und Emissionsschutzkonzept wurde nicht erarbeitet bzw. angewendet.

Die bei der Ausführung obligatorische persönliche Schutzausrüstung bestand aus S3-Sicherheitsschuhen, Schutzbrille und chemikalienresistenten Arbeitshandschuhen.

4.3 Sofortmaßnahmen

Die Ausführung der Untersuchung erfolgte analog zum Untersuchungskonzept von Mull und Partner 2015 [U8]. Die Geländebefunde waren insoweit unauffällig, dass keine Sofortmaßnahmen zur weiteren Gefahrenerforschung bzw. Gefahrenabwehr erforderlich waren.

4.4 Chemische Analytik

Die Anzahl der untersuchten Proben für bodenschutzrechtliche Fragestellungen orientierte sich am Konzept für weitere Maßnahmen Boden- und Grundwasserschutz, Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH, 23.10.2015 [U8]. Zur Analyse kamen Proben aus dem als relevant angesehenen Tiefenbereich aus der Auffüllung bzw. bei Verdacht auch aus dem anstehenden Boden. So wurden bei Lagerflächen üblicherweise die oberen Bodenhorizonte untersucht. Bei unterirdischen Einrichtungen (Lagertanks, Benzinabscheider) wurden Proben aus dem Schachtbereich und dem vermuteten Tiefenbereich der Tank- oder Abscheidersohle zur Analyse gegeben um Undichtigkeiten an den Einrichtungen zu erfassen. Die Untersuchungsparameter der Bodenproben und Bodenluftproben sind für jede einzelne KVF in der jeweiligen Tabelle unter den Punkten 5.2.x.6 (Chemische Analytik) aufgelistet. Die Analytik wurde von dem nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 akkreditierten Labor Eurofins Umwelt West GmbH in Speyer durchgeführt.

4.5 Untersuchungen zur Bestimmung hydraulischer Parameter

Im Rahmen der Phase IIa- Untersuchung wurden keine hydraulischen Parameter bestimmt.

4.6 Berechnungen

Im Rahmen der Phase IIa- Untersuchung wurden keine Modelle erstellt.

4.7 Bodenmechanische Untersuchungen

Im Rahmen der Phase IIa- Untersuchung wurden keine bodenmechanischen Untersuchungen durchgeführt.

5 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE UND BEURTEILUNGEN

5.1 Liegenschaftsbezogene Untersuchungen

5.1.1 Ergebnisse von Recherchen und Datenaufbereitungen

Für eine erste Einschätzung des Stoffinventars der Konversionsfläche lagen neben einer probenlosen, historischen Erhebung mit Ausweisung von 132 Kontaminationsverdachtsflächen (KVF), (Phase I) [U6] bisher sechs umwelt-/abfalltechnischen Untersuchungen vor.

- IBL Umwelt- und Biotechnik GmbH (April 2009): Boden- Bodenluftuntersuchungen im Bereich der Tankstelle (Geb. 1559)
- IBL Umwelt- und Biotechnik GmbH (April 2009): Boden- Bodenluftuntersuchungen im Bereich der Tankstelle (Geb. 1576)
- ALSTOM Power Environmental Consult GmbH (Februar 2003): Tank Cleaning and Removal, US Army Mannheim, 293rd BSB (Geb. 1529)
- AMEC Earth & Environmental GmbH (Dezember 2011): CLAIMS Type 2 Survey Spinelli
- Barracks (ARLOC GE79R) USAG Baden Württemberg, Draft Report
- Energieconsulting Heidelberg GmbH (Dezember 1991): Boden- und Bodenluftuntersuchungen im Bereich der Gebäude Nr. 1560-1563, 1569-1578, 1567-1576, 1517-1522 und Autowrackplatz südliche Gebäude-Nr. 1703 in der Spinelli-Barracks/ Mannheim
- Auszug aus dem Altlastenkataster (Schreiben vom 05.08.2014) – hier zusätzliche Informationen u.a. zu Altablagerungen

Im Rahmen der Phase I Untersuchung wurden 132 KVF identifiziert, von denen 81 KVF zu E und damit zu weiterführenden Gefahrenerforschungsmaßnahmen eingestuft wurden. Im Konzept für weitere Maßnahmen Boden- und Grundwasserschutz von Mull und Partner 2015 [U8] wurden 54 Flächen der Liegenschaft in die Kategorie E und 5 Flächen in die Kategorie (E) eingestuft. Bei einer der E-Flächen (KVF 122) bestand noch Klärungsbedarf im Rahmen der Begehung zur Phase IIa.

Im Rahmen der Phase IIa-Untersuchung wurde eine punktuelle Oberflächenfreimessung auf Kampfmittel durch die Fa. WST GmbH, aus Eppelheim durchgeführt. Die Protokolle zur Kampfmittelfreimessung sind in Anhang 8 beigefügt.

Rüstungsaltlasten und Deponien sind auf der Liegenschaft nicht bekannt. Deponiegasmessungen wurden nicht vorgenommen.

5.1.2 Boden- und Untergrundaufbau des Untersuchungsgebietes

Der im Folgenden beschriebene Bodenaufbau ist über die gesamte Untersuchungsfläche vergleichbar. Die Beschreibung erfolgt auf Basis der in Anlage 2 beigefügten Profildarstellungen aus den Bohrkampagnen.

Im Rahmen der hier durchgeführten Untersuchungen wurden neben der künstlichen Auffüllung die jungdiluvialen Aufschüttungen aus Rheinsand und Flugsand erschlossen.

An den Erkundungspunkten beginnt die Schichtenfolge zumeist mit künstlich aufgebrachter Versiegelung von unterschiedlicher Mächtigkeit, i.d.R. aber min. 0,05 m bis max. 0,46 m Stärke (Beton, Schwarzdecken, Verbundsteine). Diese wird durch Auffüllmassen in feinsandiger bis mittelsandiger, z. T. kiesiger Beschaffenheit in stark variierender Mächtigkeit (bis max. 4,65 m u. GOK) unterlagert. In dieser Auffüllungsschicht wurden Beimengungen von Bauschutt (Ziegelbruchstücke, Schlackereste) angetroffen. Unter den Auffüllungen folgen Mittel- bis Feinsande mit z. T. schluffigen Beimengungen.

Bei einem Großteil der durchgeführten Bohrungen wurden die Auffüllungen bis zum Erreichen der im Konzept von Mull und Partner [U8] vorgegebenen Endtiefen nicht durchteuft. Bei einem weiteren Anteil der Bohrungen konnte bis zum Erreichen der Endtiefen keine Abgrenzung zwischen Auffüllung und anstehedenem Material vorgenommen werden.

5.1.3 Hydrogeologische und hydrologische Beschreibung

In den aktuellen Bohrungen wurde bis zu der max. Endteufe von 7 m u. GOK kein Grund- oder Schichtwasser angetroffen.

Die im Bereich des Untersuchungsgebiets ermittelten Grundwasserstände werden mit 9,7 m – 12,3 m u. GOK aus dem Jahre 2011 angegeben [U6].

5.1.4 Sonstige Untersuchungsergebnisse, die die gesamte Liegenschaft betreffen

Im Rahmen der Phase IIa- Untersuchung wurden keine weiteren Untersuchungen durchgeführt.

5.2 Untersuchungsergebnisse einzelner KVF

5.2.1 KVF 1 (Kfz-Halle Gebäude 1560)

5.2.1.1 Kontaminationshypothese

Aufgrund der langjährigen Nutzung der Fläche als Standort einer Kfz-Halle und aufgrund von konkreten Hinweisen auf Kontaminationen (südlich angrenzend an das Gebäude wurden in einer Untersuchung aus dem Jahr 1991 MKW-Konzentrationen > 1.000 mg/kg nachgewiesen) [U6], wurde für die Phase IIa weiterer Untersuchungsbedarf gesehen.

5.2.1.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 1 fünf Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von vier Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter LCKW und BTEX vorgesehen. Ein umfangreiches Untersuchungsprogramm wurde nicht für notwendig erachtet, da außer der bisherigen Untersuchungen keine Informationen zu sinnvollen Ansatzpunkten vorliegen. [U8]

Im Bereich der KVF 1 wurden aufgrund mangelnder Verdachtspunkte (Montagegruben, etc.) fünf Bohrungen (RKS 01/1 bis RKS 01/5) in der Halle statistisch verteilt, bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK niedergebracht. Die Bohrlöcher von allen fünf Bohrungen wurden zur Entnahme von Bodenluftproben zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut.

5.2.1.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 1 erstreckt sich vom Zentrum der Liegenschaft in ostsüdöstliche Richtung (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 3.125 m². Das Gebäude Nr. 1560 wurde ca. 1937 errichtet und 1945 z.T. zerstört [U6]. Die KVF 1 ist heute überbaut, wobei in der Erfassung und Erstbewertung (Phase 1) der Bausubstanz (erstellt vom staatlichen Hochbauamt 2014) [U7] das Baujahr des Gebäudes mit 1971 und der Nutzungszeitraum von 1937 bis 2014 angegeben wird. Nach der Nutzung als Kfz-Halle folgte eine Nutzung als Warenumschlaghalle. Es existiert eine Oberflächenversiegelung aus Beton.

5.2.1.4 Boden- und Untergrundaufbau

Unter einer 0,18 m bis 0,27 m mächtigen Betondecke wurde in allen fünf Bohrungen bis in eine Tiefe von 2,10 m u. GOK eine Auffüllung aus hellbraunem mittelsandigem Feinsand erbohrt. Unterlagert wird die Auffüllung bis zur jeweiligen Endtiefe der Bohrungen (3,0 m u. GOK) von einem braunen, feinsandig bis mittelsandigen, schwach tonigen Schluff.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 3 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

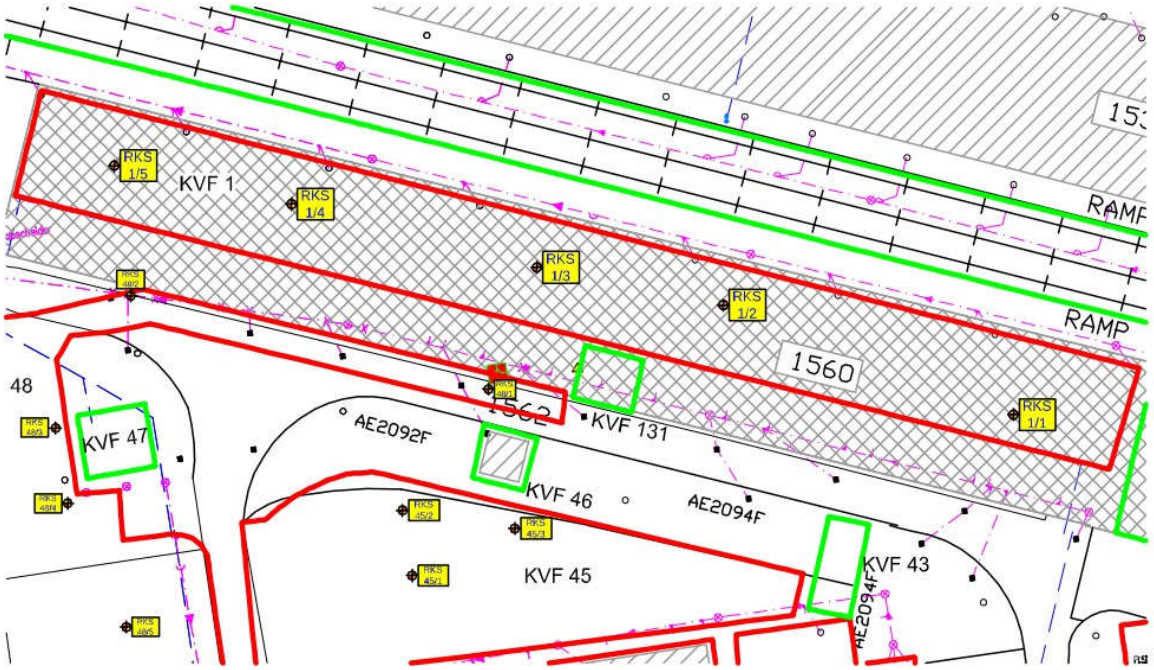


Abbildung 3: Lage der Untersuchungspunkte, KVF1

5.2.1.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der fünf bis auf 3,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.1.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 6 entnommen werden.

Tabelle 6: Entnommene Proben KVF 1

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 1/1 0,2-1,1	Boden							1
RKS 1/1 1,1-2,1	Boden	1	1					
RKS 1/1 2,1-3,0	Boden	1						
RKS 1/1 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 1/2 0,27-1,1	Boden	1						
RKS 1/2 1,1-2,1	Boden	1	1					
RKS 1/2 2,1-3,0	Boden							1
RKS 1/2 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 1/3 0,18-1,1	Boden	1	1					
RKS 1/3 1,1-2,1	Boden							1
RKS 1/3 2,1-3,0	Boden	1						

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 1/3 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 1/4 0,23-1,1	Boden							1
RKS 1/4 1,1-2,1	Boden	1	1					
RKS 1/4 2,1-3,0	Boden	1						
RKS 1/4 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 1/5 0,27-1,1	Boden							1
RKS 1/5 1,1-2,1	Boden	1	1					
RKS 1/5 2,1-3,0	Boden	1						
RKS 1/5 Bolu	Bodenluft					1	1	
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 1		**10**	**5**	**0**	**0**	**5**	**5**	**5**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 7 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 1 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 7: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 1

KVF 1	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 1/1 (1,1-2,1)	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 1/1 (2,1-3,0)	< 40	-	-	-	-
RKS 1/2 (0,27-1,1)	< 40	-	-	-	-
RKS 1/2 (1,1-2,1)	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 1/3 (0,18-1,1)	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 1/3 (2,1-3,0)	< 40	-	-	-	-
RKS 1/4 (1,1-2,1)	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 1/4 (2,1-3,0)	< 40	-	-	-	-
RKS 1/5 (1,1-2,1)	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 1/5 (2,1-3,0)	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 8 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 8: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 1

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 1/1 Bolu	0,43	0,05	0,05
RKS 1/2 Bolu	0,55	0,03	0,03

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 1/3 Bolu	0,42	0,23	0,23
RKS 1/4 Bolu	0,36	0,67	0,67
RKS 1/5 Bolu	0,42	1,04	1,04

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.1.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen für den Wirkungspfad Boden → Mensch keine Prüfwertüberschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Die Bodenluftkonzentrationen der Einzelparameter für BTEX und LCKW unterschreiten die orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft gemäß LABO [U14]. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.2 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch die Stoffe LCKW und BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX und LCKW in der Bodenluft die jeweiligen Beurteilungswerte von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht jedoch keine Gefährdung des Grundwassers durch LCKW und BTEX.

Die Stoffe MKW und PAK wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone für diese beiden Stoffe nicht zu erwarten.

5.2.1.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse aus Phase IIa nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 1 in die Kategorie A.

Tabelle 9: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 1) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 1 nicht zu erwarten.

5.2.2 KVF 2 (Kfz-Halle Gebäude 1570)

5.2.2.1 Kontaminationshypothese

Aufgrund der Historie der Fläche und konkreten Hinweisen auf Kontaminationen (nördlich angrenzend an das Gebäude wurden in einer Untersuchung aus dem Jahr 1991 MKW-Konzentrationen > 400 mg/kg nachgewiesen) [U6], wurde für Phase IIa weiterer Untersuchungsbedarf gesehen.

5.2.2.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für KVF 2 vier Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von drei Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter LCKW und BTEX vorgesehen.

In KVF 2 wurden im Bereich der Montagegruben vier Bohrungen (RKS 02/1 bis RKS 02/4) bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK niedergebracht. Drei von vier Bohrlöchern (RKS 02/1, RKS 02/2, RKS 02/4) wurden zur Entnahme von Bodenluftproben zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut. Eine Bohrung musste neu angesetzt werden, da die Bohrung nach 18 cm im Stahlbeton festhing.

5.2.2.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 2 befindet sich im Südosten der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 910 m². Das Gebäude Nr. 1570 wurde ca. 1937 errichtet und wurde vermutlich 1971 umgebaut [U6]. Im Nutzungszeitraum von 1937 bis 2014 wurde das Gebäude durchgehend als Kfz-Halle mit Reperaturhallen und Wartungsgruben betrieben.

5.2.2.4 Boden- und Untergrundaufbau

Unter einer 0,21 m bis 0,38 m mächtigen Stahlbetondecke wurden in allen vier Bohrungen Auffüllungen unterschiedlicher Zusammensetzung und Mächtigkeit erbohrt. Die Auffüllungen werden gebildet durch beigen, kiesigen, teils schwach schluffigen Sand, bzw. schwach kiesigen Feinsand bis Mittelsand und führen teilweise Ziegelbruch, Betonbruch und Kunststoff. Lediglich in RKS 02/1 wurde ab einer Tiefe von 1,20 m u. GOK bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK eindeutig ein anstehender, beiger Fein- bis Mittelsand erbohrt. In den drei weiteren Bohrungen konnte aufgrund der fehlenden Hinweise nicht abschließend geklärt werden ob es sich in den tieferen Bereichen bis 3,00 m u. GOK um Auffüllungen oder anstehenden Boden handelt.

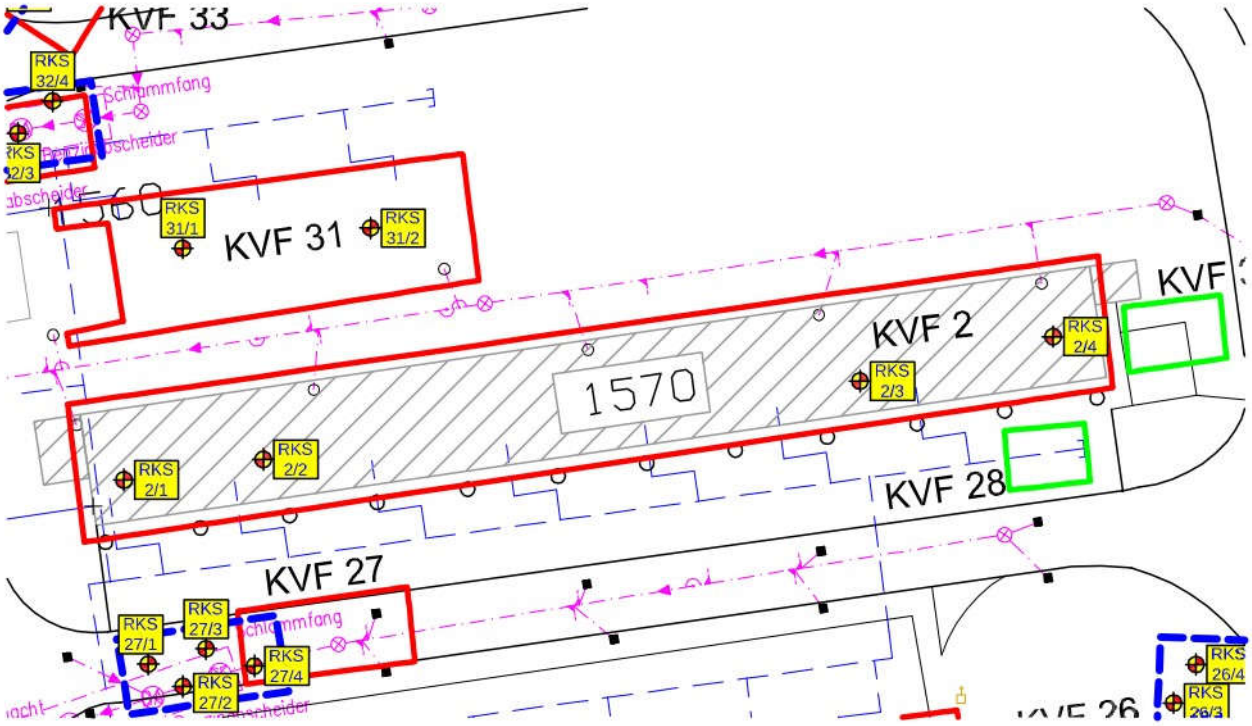


Abbildung 4: Lage der Untersuchungspunkte, KVF2

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 4 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

5.2.2.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der fünf bis auf 3,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.2.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 10 entnommen werden.

Tabelle 10: Entnommene Proben KVF 2

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 2/1 0,34-1,2	Boden	1	1					
RKS 2/1 1,2-2,0	Boden	1						
RKS 2/1 2,0-3,0	Boden							1
RKS 2/1 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 2/2 0,38-1,0	Boden	1						
RKS 2/2 1,0-2,0	Boden	1	1					
RKS 2/2 2,0-3,0	Boden							1
RKS 2/2 Bolu	Bodenluft					1	1	

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 2/3 0,21-0,8	Boden	1	1					
RKS 2/3 0,8-1,9	Boden							1
RKS 2/3 1,9-3,0	Boden	1						
RKS 2/4 0,23-1,3	Boden	1	1					
RKS 2/4 1,3-2,4	Boden	1	1					
RKS 2/4 2,4-3,0	Boden							1
RKS 2/4 Bolu	Bodenluft					1	1	
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 2		**8**	**5**	**0**	**0**	**3**	**3**	**4**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 11 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 2 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 11: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 2

KVF 2	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 2/1 0,34-1,2	< 40	< 0,05	< 0,05	0,22	0,22
RKS 2/1 1,2-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS 2/2 0,38-1,0	< 40	-	-	-	-
RKS 2/2 1,0-2,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 2/3 0,21-0,8	130	< 0,05	0,74	7,55	7,55
RKS 2/3 1,9-3,0	< 40	-	-	-	-
RKS 2/4 0,23-1,3	430	< 0,05	0,38	3,54	3,54
RKS 2/4 1,3-2,4	210	< 0,05	2,2	25,1	25,1

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 12 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 12: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 2

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 2/1 Bolu	0,18	0,06	0,06
RKS 2/2 Bolu	0,33	0,17	0,17
RKS 2/4 Bolu	0,35	0,03	0,03

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.2.7 Auswertungen und Interpretationen

Die MKW-Gehalte liegen in den Bohrungen RKS 02/1 und RKS 02/2 unter der Nachweisgrenze von 40 mg/kg. In den Proben RKS 02/3 0,21-0,8 (140 mg/kg), RKS 02/4 0,23-1,3 (430 mg/kg) und RKS 02/4 1,3-2,4 (210 mg/kg) wurden MKW festgestellt. Dabei halten mit Ausnahme der Probe RKS 02/4 0,23-1,3 alle analysierten Proben den oPW1 (Kinderspielflächen) für den Parameter MKW ein. In der Probe RKS 02/4 0,23-1,3 wird der oPW2 (Wohnbebauung) für den Parameter MKW eingehalten.

PAK wurden in der Probe aus Bohrung RKS 02/2 nicht festgestellt. In den Proben RKS 02/1 0,34-1,2 (0,22 mg/kg EPA15), RKS 02/3 0,21-0,8 (7,55 mg/kg EPA15), RKS 02/4 0,23-1,3 (3,54 mg/kg EPA15) und RKS 02/4 1,3-2,4 (25,1 mg/kg) wurden PAK nachgewiesen. In Probe RKS 02/4 1,3-2,4 wird der P-M3 (Gewerbeflächen) und in Probe RKS 02/3 0,21-0,8 der P-M2 (Siedlungsflächen) für PAK eingehalten. In den übrigen Proben wird der P-M1 (Kinderspielflächen) eingehalten. Der Einzelparameter Benzo(a)Pyren hält mindestens den Prüfwert für die Nutzung Wohngebiete BBodSchV [U19] in allen auf PAK untersuchten Bodenproben ein. Hinweise zur Bewertung können dem Kapitel 3.2 entnommen werden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (BTEX, LCKW) in der Bodenluft liegen keine Überschreitungen der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft oder Werten zur Gefahrenabschätzung gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Die Auflistung sämtlicher Einzelparameter und deren Gegenüberstellung mit den Orientierungswerten der LABO, den orientierenden Hinweisen auf Prüfwerte für leichtflüchtige Stoffe des Bundeslandes Baden-Württemberg, sowie den hilfsweise herangezogenen Beurteilungswerten des Merkblattes ALEX 02 für die Summen der Einzelparameter befindet sich in Anlage 5.2.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch die Stoffe LCKW und BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX und LCKW in der Bodenluft die jeweiligen Beurteilungswerte von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht jedoch keine Gefährdung des Grundwassers durch LCKW oder BTEX.

MKW wurde in den Proben RKS 02/3 0,21-0,8, RKS 02/4 0,23-1,3 und RKS 02/4 1,3-2,4 nachgewiesen. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von MKW in den Bodenproben den Beurteilungswert von 2.500 mg/kg deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch MKW.

Gemäß HLUG SIWA [U13] ist aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter in den Proben, der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone, trotz

der hohen Schadstoffgehalte im Boden eine Grundwassergefährdung, auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.2.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Auch für den Wirkungspfad Boden → Mensch konnte aufgrund der Tiefe der PAK-belasteten Probe RKS 02/4 1,3-2,4 so wie der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit keine Gefährdung nachgewiesen werden. Die festgestellte Kontamination stellt zum gegenwärtigen Zeitpunkt und für die gegenwärtige Nutzung keine Gefährdung dar. Sie ist zu dokumentieren, damit bei einer Nutzungsänderung oder bei Infrastrukturmaßnahmen eine Neubewertung durchgeführt werden kann. Die festgestellten Stoffgehalte für PAK und dem Einzelparameter Benzo(a)Pyren können bei Bodeneingriffsmaßnahmen zu einer Abfallrelevanz und erhöhtem Entsorgungsaufwand führen. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 2 in die Kategorie B.

Tabelle 13: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 2) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**B**

Da anhand der vorliegenden Daten, bezüglich der PAK-Werte in Bohrung RKS 02/4 keine Abgrenzung gegen die Tiefe vorhanden ist, wird empfohlen bei Bodeneingriffsmaßnahmen in diesem Bereich eine fachgutachterliche Begleitung vorzusehen.

5.2.3 KVF 3 (Kfz-Halle Gebäude 1571)

5.2.3.1 Kontaminationshypothese

Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf der Historie der Fläche und auf den bisherigen Bodenuntersuchungen angrenzend an das Gebäude (MKW-Konzentrationen > 1.000 mg/kg). Durch mögliche Leckagen und Handhabungsverluste von Benzin, Öl, mineralölhaltigen Flüssigkeiten sowie LCKW sind Verunreinigungen von Boden und Grundwasser nicht auszuschließen. Im Altlastenkataster wird die Fläche ebenfalls als KVF geführt. [U6]

5.2.3.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für KVF 3 vier Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von drei Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter LCKW und BTEX vorgesehen.

Im Bereich der KVF 3 wurden aufgrund mangelnder Verdachtspunkte vier Bohrungen (RKS 03/1 bis RKS 03/4) auf der Fläche verteilt, bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK niedergebracht. Zwei Bohrlöcher (RKS 03/1 und RKS 03/4) wurden zur Entnahme von Bodenluftproben zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut.

5.2.3.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 3 befindet sich im Südosten der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 1.020 m². Das Gebäude Nr. 1571 mit Reparaturhalle und Wartungsgruben wurde ca. 1937 errichtet und 1945 zerstört [U6]. Wann das Gebäude neu errichtet wurde ist in den Unterlagen nicht verzeichnet. Nach der Nutzung als Kfz-Halle folgte eine Nutzung als Kfz-Stellfläche [U6]. Es existiert eine Oberflächenversiegelung aus Beton und Schwarzdecke.

5.2.3.4 Boden- und Untergrundaufbau

Unter einer 0,15 m bis 0,17 m mächtigen Schwarzdecke (RKS 03/1 – RKS 03/3), bzw. 0,22 m mächtigen Betondecke (RKS 03/4) wurde in allen vier Bohrungen bis in eine Tiefe von 0,40 bis 0,60 m u. GOK eine Auffüllung aus schotterhaltigem, grauen, sandigen Feinkies bis Mittelkies erbohrt. Unterlagert wird die kiesige Auffüllung bis zur jeweiligen Endtiefe der Bohrungen (3,0 m u. GOK) von einem hellbraunen Feinsand bis Mittelsand. Aufgrund fehlender Hinweise konnte nicht abschließend geklärt werden ob es sich bei den fein- bis mittelsandigen Schichten um eine Auffüllung oder den anstehenden Boden handelt.

In den schotterhaltigen, fein- bis mittelkiesigen Auffüllungen wurden z.T. Schwarzdeckenreste, Betonbruchstücke und Ziegelbruchstücke registriert.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 5 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

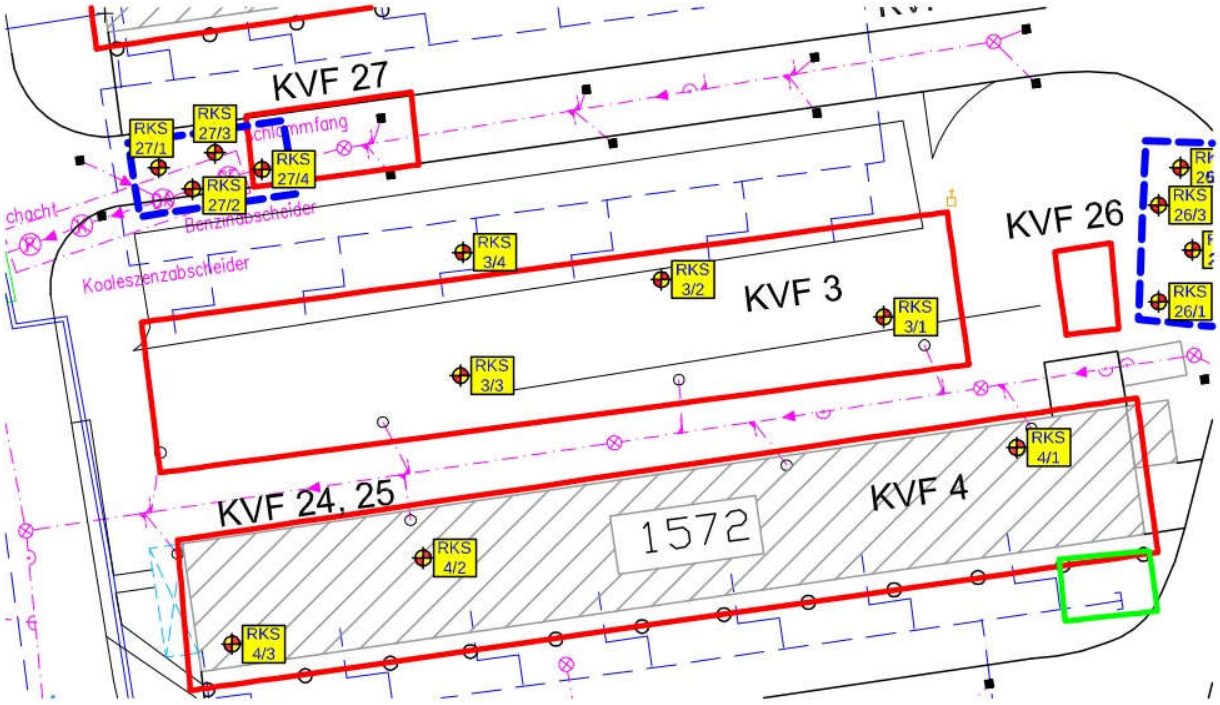


Abbildung 5: Lage der Untersuchungspunkte, KVF3

5.2.3.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der fünf bis auf 3,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.3.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 14 entnommen werden.

Tabelle 14: Entnommene Proben KVF 3

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 3/1 0,17-0,4	Boden							1
RKS 3/1 0,4-1,0	Boden	1						
RKS 3/1 1,0-2,0	Boden	1	1					
RKS 3/1 2,0-3,0	Boden							1
RKS 3/1 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 3/2 0,15-0,4	Boden							1
RKS 3/2 0,4-1,0	Boden	1	1					
RKS 3/2 1,0-2,0	Boden	1						
RKS 3/2 2,0-3,0	Boden							1
RKS 3/3 0,15-0,5	Boden							1
RKS 3/3 0,5-1,0	Boden	1	1					
RKS 3/3 1,0-2,0	Boden							1
RKS 3/3 2,0-3,0	Boden	1						
RKS 3/4 0,22-0,6	Boden	1	1					
RKS 3/4 0,6-1,0	Boden							1
RKS 3/4 1,0-2,0	Boden	1						
RKS 3/4 2,0-3,0	Boden							1
RKS 3/4 Bolu	Bodenluft					1	1	
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 3		**8**	**4**	**0**	**0**	**2**	**2**	**8**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 15 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 3 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 15: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 3

KVF 3	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 3/1 0,4-1,0	< 40	-	-	-	-
RKS 3/1 1,0-2,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 3/2 0,4-1,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 3/2 1,0-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS 3/3 0,5-1,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 3/3 2,0-3,0	< 40	-	-	-	-
RKS 3/4 0,22-0,6	150	< 0,05	2,4	29,6	29,6
RKS 3/4 1,0-2,0	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 16 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 16: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 3

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RSK 3/1 Bolu	1,16	0,11	0,11
RSK 3/4 Bolu	0,61	0,34	0,34

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.3.7 Auswertungen und Interpretationen

Die MKW-Gehalte liegen mit Ausnahme der Probe RKS 03/4 (150 mg/kg) in allen analysierten Bodenproben unter der Nachweisgrenze von 40 mg/kg. Alle analysierten Bodenproben halten den oPW1 (Kinderspielflächen) für den Parameter MKW ein.

PAK wurde ausschliesslich in der Probe RKS 03/4 0,22-0,6 (29,6 mg/kg EPA15) festgestellt. In dieser Probe wird der P-M3 (Gewerbeflächen) für PAK, sowie der Prüfwert für die Nutzung Wohngebiete für den Einzelparameter Benzo(a)Pyren eingehalten. Hinweise zur Bewertung können dem Kapitel 3.2 entnommen werden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Die Bodenluftkonzentrationen der Einzelparameter für BTEX und LCKW unterschreiten die orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft gemäß LABO [U14]. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Die Auflistung sämtlicher Einzelparameter und deren Gegenüberstellung mit den Orientierungswerten der LABO, den orientierenden Hinweisen

auf Prüfwerte für leichtflüchtige Stoffe des Bundeslandes Baden-Württemberg, sowie den hilfsweise herangezogenen Beurteilungswerten des Merkblattes ALEX 02 für die Summen der Einzelparameter befindet sich in Anlage 5.2.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch LCKW und BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX und LCKW in der Bodenluft die jeweiligen Beurteilungswerte von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch LCKW oder BTEX.

MKW wurde in der Probe RKS 03/4 0,22-0,6 nachgewiesen. Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch MKW, ausgehend von einer hohen Mobilität (Ottokraftstoffe), trotz des geringen Schadstoffgehaltes zu erwarten. Da ausschließlich in einer von sieben auf MKW analysierten Proben MKW nachgewiesen wurden und die nachgewiesene Konzentration den Beurteilungswert von 2.500 mg/kg deutlich unterschreitet besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers.

Gemäß HLUG SIWA [U13] ist aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter in den Proben, der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone, trotz der hohen Schadstoffgehalte im Boden eine Grundwassergefährdung, auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.3.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Bei Entsiegelungs- und Rückbaumaßnahmen ist der Wirkungspfad Boden → Mensch neu zu betrachten. Die festgestellte Kontamination stellt zum gegenwärtigen Zeitpunkt und für die gegenwärtige Nutzung keine Gefährdung dar. Sie ist zu dokumentieren, damit bei einer Nutzungsänderung oder bei Infrastrukturmaßnahmen eine Neubewertung durchgeführt werden kann. Daraus kann sich u. U. ein neuer Handlungsbedarf ergeben. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 3 in die Kategorie B.

Tabelle 17: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 3) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**B**

Da anhand der vorliegenden Daten, bezüglich der PAK-Werte in Bohrung RKS 03/4 keine Abgrenzung gegen die Tiefe vorhanden ist, wird empfohlen bei Bodeneingriffsmaßnahmen in diesem Bereich eine fachgutachterliche Begleitung vorzusehen.

Die festgestellten Stoffgehalte für PAK und dem Einzelparameter Benzo(a)Pyren können bei Bodeneingriffsmaßnahmen zu einer Abfallrelevanz führen.

5.2.4 KVF 4 (Kfz-Halle Gebäude 1572)

5.2.4.1 Kontaminationshypothese

Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf der Historie der Fläche und auf den bisherigen Bodenuntersuchungen angrenzend an das Gebäude. Durch mögliche Leckagen und Handhabungsverluste von Benzin, Öl, mineralölhaltigen Flüssigkeiten sowie LCKW sind Verunreinigungen von Boden und Grundwasser nicht auszuschließen. Im Altlastenkataster wird die Fläche ebenfalls als KVF geführt. [U6]

5.2.4.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für KVF 4 vier Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von drei Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter LCKW und BTEX vorgesehen.

Da im Rahmen der Begehung keine Auffälligkeiten erkennbar waren, wurde der Untersuchungsumfang der KVF 4 auf drei Bohrungen (RKS 04/1 bis RKS 04/3) im Bereich der Motnagegruben und im Arbeitsbereich bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK reduziert. Alle drei Bohrungen wurden zur Entnahme von Bodenluftproben zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut.

5.2.4.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 4 befindet sich im Südosten der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 1.050 m². Das Gebäude Nr. 1572 mit Reparaturhalle und Wartungsgrube wurde ca. 1937 errichtet und vermutlich 1971 umgebaut. Im Nutzungszeitraum von 1937 bis 2014 wurde das Gebäude durchgehend als Kfz-Halle mit betrieben. Es existiert eine Oberflächenversiegelung aus Beton [U6].

5.2.4.4 Boden- und Untergrundaufbau

Unter einer 0,20 m mächtigen Stahlbetondecke am Ansatzpunkt RKS 04/2 wurde bis in eine Tiefe von 0,60 m u. GOK eine Auffüllung aus grauem, sandigen Kies erbohrt. Unterlagert wird die kiesige Auffüllung von einem beigen, schwach kiesigen Feinsand bis Mittelsand. Aufgrund fehlender Hinweise konnte nicht abschließend geklärt werden ob es sich dabei um eine Auffüllung oder einen anstehenden Boden handelt. Ab einer Tiefe von 1,80 m u. GOK bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK folgt ein anstehender, beiger Feinsand bis Mittelsand. In den Bohrungen RKS 04/1 und RKS 04/2 wurde unter einer Stahlbetondecke von ca. 0,40 m Mächtigkeit bis zur jeweiligen Endtiefe von 3,00 m u. GOK ein beiger Feinsand bis Mittelsand erbohrt. Auch hier konnte augrund fehlender Hinweise nicht abschließend geklärt werden ob es sich dabei um eine Auffüllung oder einen anstehenden Boden handelt.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 6 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

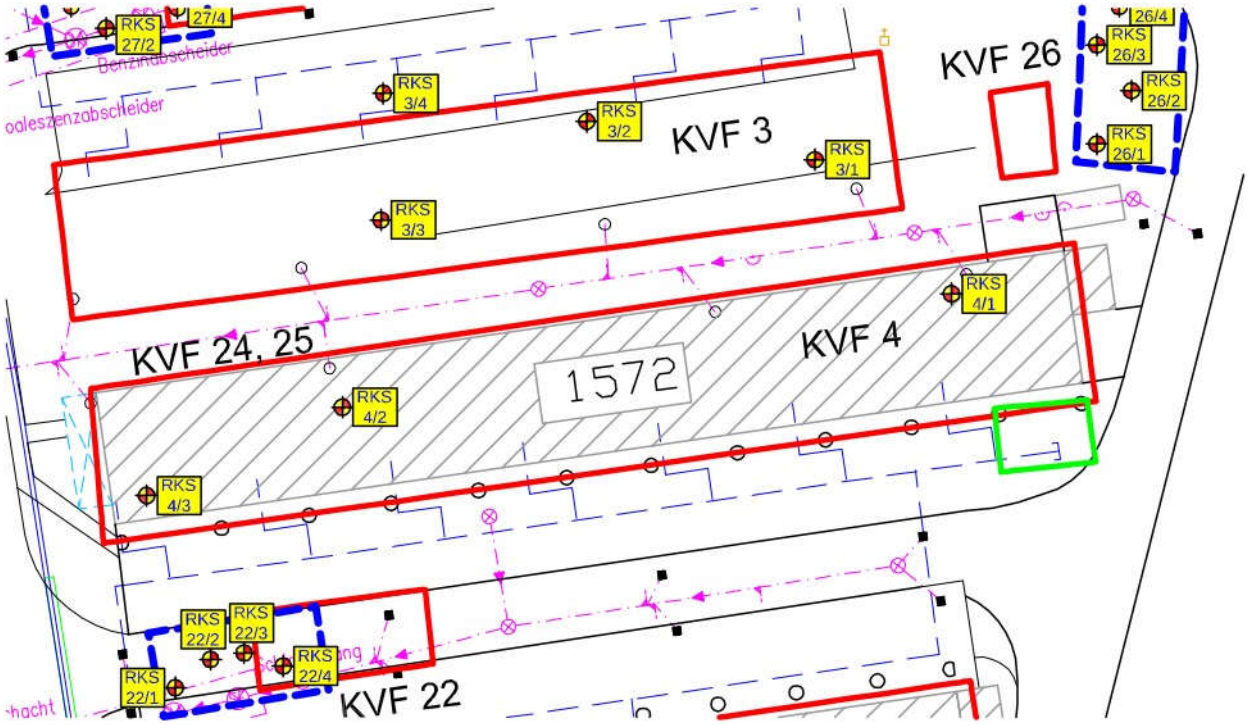


Abbildung 6: Lage der Untersuchungspunkte, KVF4

5.2.4.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der fünf bis auf 3,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.4.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 18 entnommen werden.

Tabelle 18: Entnommene Proben KVF 4

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 4/1 0,4-1,0	Boden	1	1					
RKS 4/1 1,0-2,0	Boden							1
RKS 4/1 1,0-3,0	Boden	1						
RKS 4/1 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 4/2 0,2-0,6	Boden							1
RKS 4/2 0,6-1,8	Boden	1	1					
RKS 4/2 1,8-3,0	Boden	1						

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 4/2 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 4/3 0,42-1,0	Boden	1	1					
RKS 4/3 1,0-2,0	Boden	1						
RKS 4/3 2,0-3,0	Boden							1
RKS 4/3 Bolu	Bodenluft					1	1	
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 4		**6**	**3**	**0**	**0**	**3**	**3**	**3**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 19 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 4 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 19: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 4

KVF 4	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 4/1 0,4-1,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 4/1 2,0-3,0	< 40	-	-	-	-
RKS 4/2 0,6-1,8	< 40	< 0,05	0,11	0,98	0,98
RKS 4/2 1,8-3,0	< 40	-	-	-	-
RKS 4/3 0,42-1,0	< 40	< 0,05	0,09	0,89	0,89
RKS 4/3 1,0-2,0	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 20 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 20: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 4

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 4/1 Bolu	0,18	0,79	0,79
RKS 4/2 Bolu	0,25	0,58	0,58
RKS 4/3 Bolu	0,37	0,11	0,11

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.4.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwertüberschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (BTEX, LCKW) in der Bodenluft liegen keine Überschreitungen der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft oder Werten zur Gefahrenabschätzung gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Die Auflistung sämtlicher Einzelparameter und deren Gegenüberstellung mit den Orientierungswerten der LABO, den orientierenden Hinweisen auf Prüfwerte für leichtflüchtige Stoffe des Bundeslandes Baden-Württemberg, sowie den hilfsweise herangezogenen Beurteilungswerten des Merkblattes ALEX 02 für die Summen der Einzelparameter befindet sich in Anlage 5.2.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch LCKW und BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX und LCKW in der Bodenluft die jeweiligen Beurteilungswerte von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch LCKW oder BTEX.

MKW wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwasser-gefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone für diesen Stoff nicht zu erwarten.

Gemäß HLUG SIWA [U13] ist aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter in den Proben, der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und der geringen Schadstoffgehalte im Boden eine Grundwassergefährdung, auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.4.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 4 in die Kategorie A.

Tabelle 21: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 4) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 4 nicht zu erwarten.

5.2.5 KVF 5 (Kfz-Halle Gebäude 1577)

5.2.5.1 Kontaminationshypothese

Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf der Historie der Fläche und auf den bisherigen Bodenuntersuchungen nordwestlich angrenzend an das Gebäude (MKW-Konzentrationen > 400 mg/kg). Durch mögliche Leckagen und Handhabungsverluste von Benzin, Öl, mineralölhaltigen Flüssigkeiten sowie LCKW sind Verunreinigungen von Boden und Grundwasser nicht auszuschließen. Im Altlastenkataster wird die Fläche ebenfalls als KVF geführt. [U6]

5.2.5.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für KVF 5 drei Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von zwei Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter LCKW und BTEX vorgesehen.

Drei Sondierungen wurden bei einer Vorbegehung mit dem AG (im Bereich einer Altöl-Abtropfvorrichtung und der Montagegrube) festgelegt. Im Verlauf der Arbeiten auf der KVF 5 wurde zusätzlich im Bereich eines Schachtes von unbekannter Funktion eine weitere Bohrung durchgeführt. Insgesamt wurden somit vier Bohrungen (RKS 05/1 bis RKS 05/4) bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK niedergebracht. Am Bohransatzpunkt RKS 05/2 konnte nach einer Tiefe von 2,00 m u. GOK kein weiterer Bohrfortschritt erzielt werden. Zwei Bohrungen wurden zur Entnahme von Bodenluftproben zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut.

5.2.5.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 5 befindet sich im Südosten der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 710 m². Das Gebäude Nr. 1577 mit Reparaturhalle wurde ca. 1937 errichtet und vermutlich 1971 umgebaut. Im Nutzungszeitraum von 1937 bis 2014 wurde das Gebäude durchgehend als Kfz-Halle mit betrieben. Es existiert eine Oberflächenversiegelung aus Beton. [U6]

5.2.5.4 Boden- und Untergrundaufbau

Unter einer 0,26 m bis 0,31 m mächtigen Stahlbetondecke wurde bis in eine Tiefe von 0,55 m bis 0,80 m u. GOK eine Auffüllung aus grauem bis graubraunem, teils sandigem Kies erbohrt. Unterlagert wird die kiesige Auffüllung in RKS 05/1 bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK von einer Auffüllung aus hellbraunem, schwach kiesigen Sand. In der Bohrung RKS 05/2 wurde unterhalb der Auffüllung bis zur Endtiefe von 2,00 m u. GOK ein schwach kiesiger, anstehender Sand erbohrt. Im Bohransatzpunkt RKS 05/3 folgt unter der kiesigen Auffüllung ab 0,60 m u. GOK bis 1,80 m u. GOK eine Auffüllung aus schwach beigebraunem, schwach kiesigem Feinsand bis Mittelsand. Aufgrund fehlender Hinweise konnte nicht abschließend geklärt werden ob es sich bei dem schwach schluffigen Feinsand bis Mittelsand von 1,80 m u. GOK bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK um eine Auffüllung oder einen anstehenden Boden handelt. Auch im Bohransatzpunkt RKS 05/4 konnte für die erbohrten Feinsand- bis Mittelsandschichten unterhalb der Auffüllung ab

1,80 m u. GOK nicht vollständig geklärt werden ob es sich um Auffüllung oder Anstehendes handelt.

In der Auffüllung aus RKS 05/3 und RKS 05/4 wurden Frembestandteile (Geotextil, Kunststoff, Ziegelbruchstücke) gefunden.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 7 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

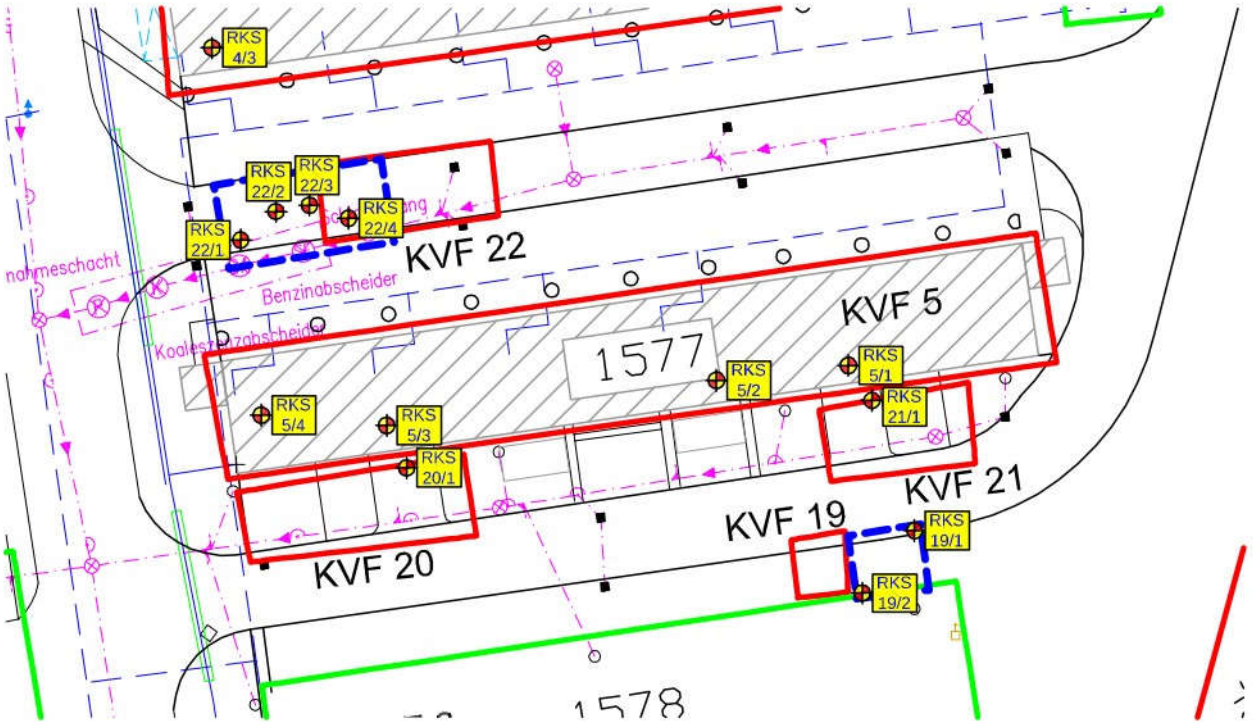


Abbildung 7: Lage der Untersuchungspunkte, KVF5

5.2.5.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der fünf bis auf 3,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.5.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 22 entnommen werden.

Tabelle 22: Entnommene Proben KVF 5

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 5/1 0,27-0,55	Boden							1
RKS 5/1 0,55-1,55	Boden	1	1					
RKS 5/1 1,55-2,55	Boden	1						
RKS 5/1 2,55-3,0	Boden							1
RKS 5/2 0,26-0,55	Boden							1
RKS 5/2 0,55-1,55	Boden	1	1					
RKS 5/2 1,55-2.55	Boden	1						
RKS 5/2 2,55-3,0	Boden							1
RKS 5/2 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 5/3 0,26-0,6	Boden	1	1					
RKS 5/3 0,6-1,8	Boden							1
RKS 5/3 1,8-3,0	Boden	1						
RKS 5/3 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 5/4 0,31-0,8	Boden							1
RKS 5/4 0,8-2,0	Boden	1	1					
RKS 5/4 2,0-3,0	Boden	1						
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 5		**8**	**4**	**0**	**0**	**2**	**2**	**6**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 23 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 5 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 23: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 5

KVF 5	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 5/1 0,55-1,55	< 40	< 0,05	0,6	7,79	7,79
RKS 5/1 1,55-2,55	< 40	-	-	-	-
RKS 5/2 0,55-1,55	< 40	< 0,05	0,11	1,33	1,33
RKS 5/2 1,55-2.55	< 40	-	-	-	-
RKS 5/3 0,26-0,6	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 5/3 1,8-3,0	< 40	-	-		
RKS 5/4 0,8-2,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 5/4 2,0-3,0	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen
In der folgenden Tabelle 24 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 24: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 5

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 5/2 Bolu	0,25	0,58	0,58
RKS 5/3 Bolu	0,37	0,11	0,11

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.5.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich des analysierten Schadstoffes MKW im Boden liegen keine Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor.

PAK wurden in den Proben RKS 05/1 0,55-1,55 (7,79 mg/kg EPA15) und RKS 05/1 1,55-2,55 (1,33 mg/kg EPA15) nachgewiesen. Dabei wird in Probe RKS 05/1 0,55-1,55 der Prüfwert P-M2 (Siedlungsflächen) gemäß VwV Altlasten BW [U11] und in den übrigen Proben der Prüfwert P-M1 (Kinderspielflächen) eingehalten. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (BTEX, LCKW) in der Bodenluft liegen keine Überschreitungen der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft oder Werten zur Gefahrenabschätzung gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Die Auflistung sämtlicher Einzelparameter und deren Gegenüberstellung mit den Orientierungswerten der LABO, den orientierenden Hinweisen auf Prüfwerte für leichtflüchtige Stoffe des Bundeslandes Baden-Württemberg, sowie den hilfsweise herangezogenen Beurteilungswerten des Merkblattes ALEX 02 für die Summen der Einzelparameter befindet sich in Anlage 5.2.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch LCKW und BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX und LCKW in der Bodenluft die jeweiligen Beurteilungswerte von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch LCKW oder BTEX.

MKW wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwasser-gefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone für diesen Stoff nicht zu erwarten.

Gemäß HLUG SIWA [U13] ist aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter in den Proben, der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und der geringen Schadstoffgehalte im Boden eine Grundwassergefährdung, auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.5.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und –maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Bei Entsiegelungs- und Rückbaumaßnahmen ist der Wirkungspfad Boden → Mensch neu zu betrachten. Die festgestellte Kontamination stellt zum gegenwärtigen Zeitpunkt und für die gegenwärtige Nutzung keine Gefährdung dar. Sie ist zu dokumentieren, damit bei einer Nutzungsänderung oder bei Infrastrukturmaßnahmen eine Neubewertung durchgeführt werden kann. Daraus kann sich u. U. ein neuer Handlungsbedarf ergeben. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 5 in die Kategorie B.

Tabelle 25: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 5) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**B**

Da anhand der vorliegenden Daten, bezüglich der PAK-Werte in Bohrung RKS 05/1 keine Abgrenzung gegen die Tiefe vorhanden ist, wird empfohlen bei Bodeneingriffsmaßnahmen in diesem Bereich eine fachgutachterliche Begleitung vorzusehen.

Die festgestellten Stoffgehalte für PAK und dem Einzelparameter Benzo(a)Pyren können bei Bodeneingriffsmaßnahmen zu einer Abfallrelevanz führen.

5.2.6 KVF 15 (Löschwasserbecken Süd)

5.2.6.1 Kontaminationshypothese

Im Bereich der Spinelli-Barracks sind Flächenbereiche als Kampfmittelverdachtsflächen ausgewiesen. Für die Flächen der Kategorie 2 besteht weiterer Erkundungsbedarf, da hier neben Kampfmitteln auch schädliche Bodenveränderungen durch die Verfüllung mit unbekannten Einlagerungen vermutet werden. Nach Informationen aus dem Bericht zur Phase I Untersuchung von CDM Smith aus dem Jahr 2015 [U6] befand sich ein Feuerlöschbecken nördlich des Gebäudes 1585. Das Feuerlöschbecken ist mit unbekannten Einlagerungen verfüllt.

5.2.6.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurde für KVF 15 ein Baggerschurf bis in eine Tiefe von 2,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW, PAK und SM n. KVO vorgesehen.

Im Bereich der KVF 15 wurde ein Baggerschurf (Schurf 15) bis in eine Tiefe von 2,00 m u. GOK niedergebracht.

5.2.6.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 15 befindet sich im Süden der Liegenschaft, nördlich von Gebäude 1585 (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 240 m². Das Löschwasserbecken wurde vermutlich von 1944 bis 1945 genutzt. Es existiert keine Oberflächenversiegelung. [U6]

5.2.6.4 Boden- und Untergrundaufbau

Unter einer 0,10 m mächtigen Schicht aus sandigem, schwach kiesigem, schwach schluffigem Oberboden wurde bis in eine Tiefe von 1,10 m u. GOK Auffüllungsmaterial (Sand, teils kiesig, teils schwach kiesig, schwach schluffig) angetroffen. Unterlagert wird die sandige Auffüllung bis zur Endtiefe von 2,00 m u. GOK von Anstehendem aus Sand mit Einschlüssen aus schwach schluffigem, schwach tonigem Sand.

In der Auffüllung wurden Fremdbestandteile (Ziegelbruchstücke, Betonbruchstücke, Metall, Bauschutt) gefunden.

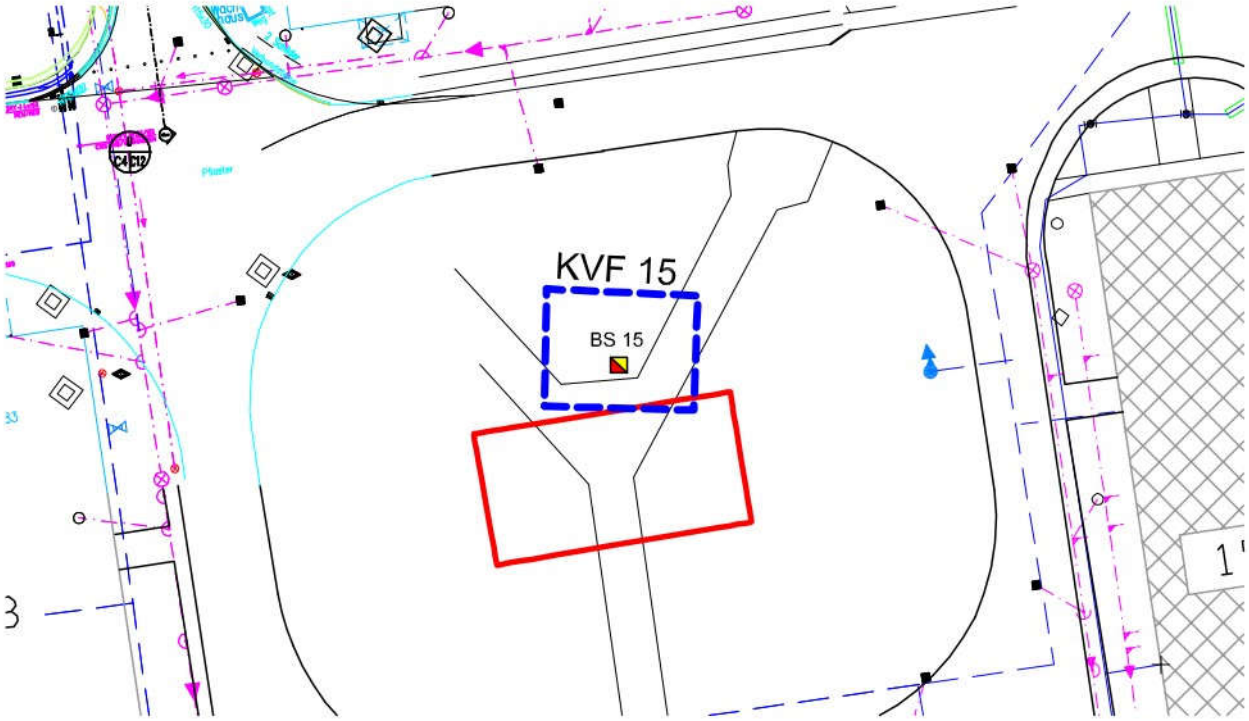


Abbildung 8: Lage der Untersuchungspunkte, KVF15

Die Lage des Schurfes ist aus Abb. 8 und Anlage 1.2 ersichtlich. Das Bodenprofil kann Anlage 2 entnommen werden.

5.2.6.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde nicht angetroffen.

5.2.6.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 26 entnommen werden.

Tabelle 26: Entnommene Proben KVF 15

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
BS 15 0,1-1,1	Boden	1	1	1				
BS 15 1,1-2,0	Boden	1	1	1				
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 15		**2**	**2**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 27 sind die Untersuchungsergebnisse der organischen Schadstoffparameter und in Tabelle 28 die Untersuchungsergebnisse der Schwermetallparameter aus den im Bereich der KVF 15 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 27: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter (org. Schadstoffe) KVF 15

KVF 15	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BS 15 0,1-1,1	< 40	< 0,05	0,21	2,09	2,09
BS 15 1,1-2,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Tabelle 28: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter (Schwermetalle) KVF 15

KVF 15	Arsen	Blei	Cadmium	Chrom gesamt	Kupfer	Nickel	Quecksilber	Zink
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BS 15 0,1-1,1	10,8	104	< 0,2	15	11	10	0,1	61
BS 15 1,1-2,0	3,0	8	< 0,2	13	4	9	< 0,07	23

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.6.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK und Schwermetalle) im Boden liegen keine Prüfwertüberschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). MKW wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine

Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone für diesen Stoff nicht zu erwarten.

PAK wurden ausschließlich in der Probe BS 15 0,1-1,1 (2,09 mg/kg EPA15) nachgewiesen. In der Probe aus der tieferen Schicht BS 15 1,1-2,0 wurden keine PAK festgestellt. Gemäß HLUG SIWA [U13] ist aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter in den Proben, der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und der geringen Schadstoffgehalte im Boden eine Grundwassergefährdung, auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für PAK nicht zu erwarten.

Mit Ausnahme von Cadmium und Quecksilber in Probe BS 15 1,1-2,0, wurden alle untersuchten Schwer- und Halbmetalle (Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink) in den beiden Proben nachgewiesen. Die Mobilität und Verfügbarkeit von Schwer- und Halbmetallen in Böden hängt von verschiedenen Faktoren, wie chemische Bindungsform, pH-Wert, Redoxpotential, Gehalt von organ. Kohlenstoffverbindungen und Tonmineralen in Böden, Anwesenheit von Komplexbildern, usw. ab. Für die Einschätzung der tatsächlichen Mobilität sind i.d.R. Elutions- und Extraktionsuntersuchungen erforderlich. Gemäß HLUG SIWA [U13] ist aufgrund der geringen Mobilität der Schwer- und Halbmetalle und der geringen Schadstoffgehalte im Boden, trotz der geringen Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone (keine Versiegelung), auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für die untersuchten Schwer- und Halbmetalle eine Grundwassergefährdung nicht zu erwarten.

5.2.6.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über die Wirkungspfade Boden → Grundwasser und Boden → Mensch nachgewiesen werden. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 15 in die Kategorie A.

Tabelle 29: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 15) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 15 nicht zu erwarten.

5.2.7 KVF 17 (Tankstelle Gebäude 1576)

5.2.7.1 Kontaminationshypothese

Bei dem Gebäude 1576 handelt es sich um eine Tankstelle mit zugehörigen Untergrundtanks für Diesel und Benzin sowie einem Abscheider. Es liegen aus dem Bericht zur Phase I Untersuchung von CDM Smith aus dem Jahr 2015 Informationen über durchgeführte Untersuchungen von Boden- und Bodenluftproben im Bereich der Tanks und der Zapfsäule vor [U6]. Im Bereich des Abscheiders fanden keine Untersuchungen statt. Der Kontaminationsverdacht beruht auf

möglichen Leckagen und Handhabungs- und Betankungsverlusten durch Dieselkraftstoff und/oder Benzin.

5.2.7.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 17 zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf den Parameter MKW, sowie der Ausbau von einer Bohrung zu einer temporären Bodenluftmessstelle und die Analyse der Bodenluftprobe auf den Parameter BTEX vorgesehen.

Im Bereich der KVF 17 wurden zwei Bohrungen im Bereich des Abscheiders (RKS 17/1 und RKS 17/2) bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK niedergebracht. Eine Bohrung (RKS 17/2) wurde zur Entnahme von Bodenluftproben zu einer temporären Bodenluftmessstelle ausgebaut.

5.2.7.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 17 befindet sich im Südosten der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 700 m². Das Gebäude Nr. 1576 mit Reparaturhalle wurde in den 1980er Jahren errichtet. Im Nutzungszeitraum von den 1980er Jahren bis 2014 wurde das Gebäude durchgehend als Tankstelle betrieben. Es existiert eine Oberflächenversiegelung aus Beton und Asphalt. [U6]

5.2.7.4 Boden- und Untergrundaufbau

Unter einer 0,20 m mächtigen Asphaltdecke wurde bis in eine Tiefe von 0,55 m bis 0,60 m u. GOK eine Auffüllung aus braungrauem, kiesigem, schwach steinigem Sand erbohrt. Darunter befindet sich bis in eine Tiefe von 0,75 m bis 0,80 m u. GOK eine Auffüllung aus dunkelgrauem bis schwarzem, kiesigem, schwach steinigem Sand. Von 0,80 m u. GOK bis 3,10 m (RKS 17/2) bzw. 3,40 m u. GOK (RKS 17/1) folgt Auffüllungsmaterial aus einem braunen, schwach kiesigen, feinsandigen Mittelsand. Die Basis der Bohrprofile wird bis zur Endtiefe von 4,00 m von hellbraunen, kiesigen Sanden gebildet.

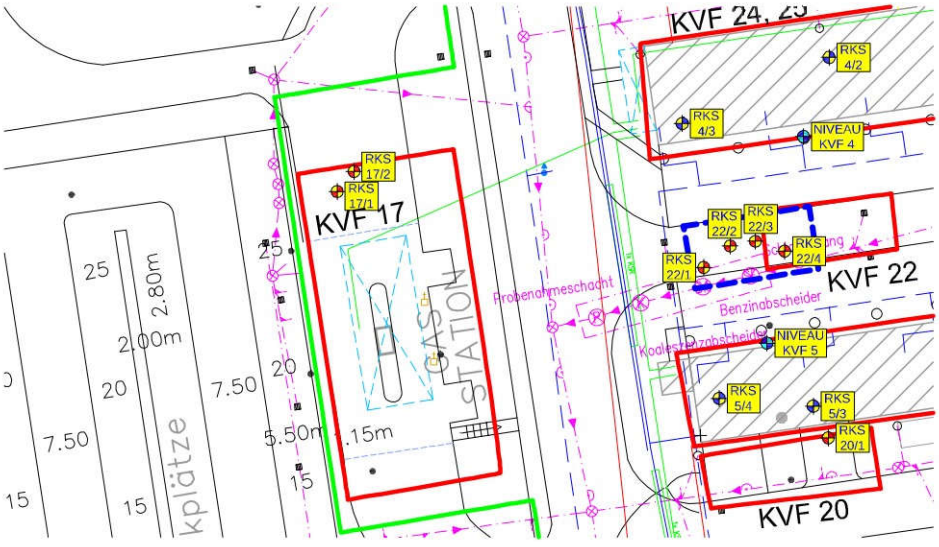


Abbildung 9: Lage der Untersuchungspunkte, KVF17

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 9 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

5.2.7.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der zwei bis auf 4,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.7.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 30 entnommen werden.

Tabelle 30: Entnommene Proben KVF 17

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 17/1 0,2-0,8	Boden							1
RKS 17/1 0,8-1,8	Boden							1
RKS 17/1 1,8-2,8	Boden	1						
RKS 17/1 2,8-3,4	Boden	1						
RKS 17/1 3,4-4,0	Boden							1
RKS 17/2 0,2-0,75	Boden							1
RKS 17/2 0,75-1,75	Boden	1						
RKS 17/2 1,75-3,1	Boden							1
RKS 17/2 3,1-4,0	Boden	1						
RKS 17/2 Bolu	Bodenluft						1	
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 17		**4**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**5**

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In Tabelle 31 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 17 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 31: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 17

KVF 17	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 17/1 1,8-2,8	< 40	-	-	-	-
RKS 17/1 2,8-3,4	< 40	-	-	-	-
RKS 17/2 0,75-1,75	< 40	-	-	-	-
RKS 17/2 3,1-4,0	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

In der folgenden Tabelle 32 sind die Summenparameter für BTEX aufgelistet.

Tabelle 32: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 17

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 17/2 Bolu	0,475	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.7.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich des analysierten Schadstoffes MKW im Boden liegen keine Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Bezüglich des analysierten Schadstoffe BTEX in der Bodenluft liegen keine Überschreitungen der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft oder Werten zur Gefahrenabschätzung gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.2 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesene Konzentration von BTEX in der Bodenluft den Beurteilungswert von 5 mg/m³ deutlich unterschreitet, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch BTEX.

MKW wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwasser-gefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone für diesen Stoff nicht zu erwarten.

5.2.7.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 17 in die Kategorie A.

Tabelle 33: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 17) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 17 nicht zu erwarten.

5.2.8 KVF 18 (Leichtflüssigkeitsabscheider (2x) nördlich Gebäude 1582)

5.2.8.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 18 um einen Leichtflüssigkeitsabscheider (unterflur) unbekannter Größe, nördlich von Gebäude 1582. Kontaminationsträchtige Faktoren sind Leckagen und Handhabungsverluste. Gemäß dem Bericht zur Phase I Untersuchung von CDM Smith aus dem Jahr 2015 [U6] sind Flächenbereiche als Kampfmittelverdachtsflächen ausgewiesen. Für die Flächen der Kategorie 2 besteht weiterer Erkundungsbedarf.

5.2.8.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 18 drei Bohrungen bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von zwei Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf den Parameter BTEX vorgesehen.

Auf der KVF 18 wurden im Umfeld der Schachtdeckel des Leichtflüssigkeitsabscheiders drei Bohrungen (RKS 18/1 bis RKS 18/3) bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK niedergebracht. Zwei Bohrungen (RKS 18/2 und RKS 18/3) wurden zur Entnahme von Bodenluftproben zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut.

5.2.8.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 18 befindet sich im Südosten der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 70 m². Baujahr und Nutzungszeitraum der Leichtflüssigkeitsabscheider sind nicht bekannt. Im Bereich des Abscheiders wurden im Jahr 2006 durch die IBL bereits Boden- und Bodenluftuntersuchungen durchgeführt (max. 174 mg/kg MKW im Feststoff, 0,92 mg/m³ BTEX, 0,02 mg/m³ LHKW in der Bodenluft). Es existiert eine Oberflächenversiegelung aus Asphalt. [U6]

5.2.8.4 Boden- und Untergrundaufbau

In RKS 18/1 wurde unter einer 0,13 m dicken Asphaltdecke bis in eine Tiefe von 0,22 m u. GOK Auffüllung aus einem grauen sandigen Kies erbohrt. Darunter befindet sich bis in 0,75 m u. GOK Auffüllungsmaterial aus einem graubraunen, feinsandigen Mittelsand. Zwischen 0,75 m u. GOK und 1,05 m u. GOK wurde eine Auffüllung hellbraunem feinsandigem Mittelsand erbohrt. Im Liegenden der Auffüllung findet sich anstehender Boden. Bis in eine Tiefe von 2,50 m u. GOK besteht das Anstehende aus einem dunkelbraunen, schluffigen, schwach tonigen Mittelsand. Ab 2,50 m u. GOK bis zur Endtiefe von 4,00 m u. GOK wurde ein hellbrauner, feinsandiger, schwach

feinkiesiger Mittelsand aufgeschlossen. In RKS 18/2 wurde unter einer 0,14 m dicken Asphaltdecke bis in eine Tiefe von 0,45 m u. GOK eine Auffüllung aus grauem sandigem Kies erbohrt. Darunter befindet sich bis in 2,50 m u. GOK Auffüllungsmaterial aus braunem, feinsandigem Mittelsand. Ab 2,50 m u. GOK bis zur Endtiefe von 4,00 m u. GOK wurde ein hellbrauner, feinsandiger, feinkiesiger Mittelsand aufgeschlossen. In RKS 18/3 wurde unter einer 0,13 m dicken Asphaltdecke bis in eine Tiefe von 0,45 m u. GOK eine Auffüllung aus graubraunem, stark kiesigem Sand erbohrt. Darunter befindet sich bis in eine Tiefe von 1,10 m u. GOK Auffüllungsmaterial aus hellbraunem, feinsandigem Mittelsand. Im Liegenden der Auffüllung findet sich anstehender Boden. Bis in eine Tiefe von 2,60 m u. GOK besteht das Anstehende aus einem dunkelbraunen, feinsandigen, schluffigen Mittelsand. Ab 2,60 m u. GOK bis zur Endtiefe von 4,00 m u. GOK wurde ein hellbrauner, feinsandiger Mittelsand aufgeschlossen.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 10 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

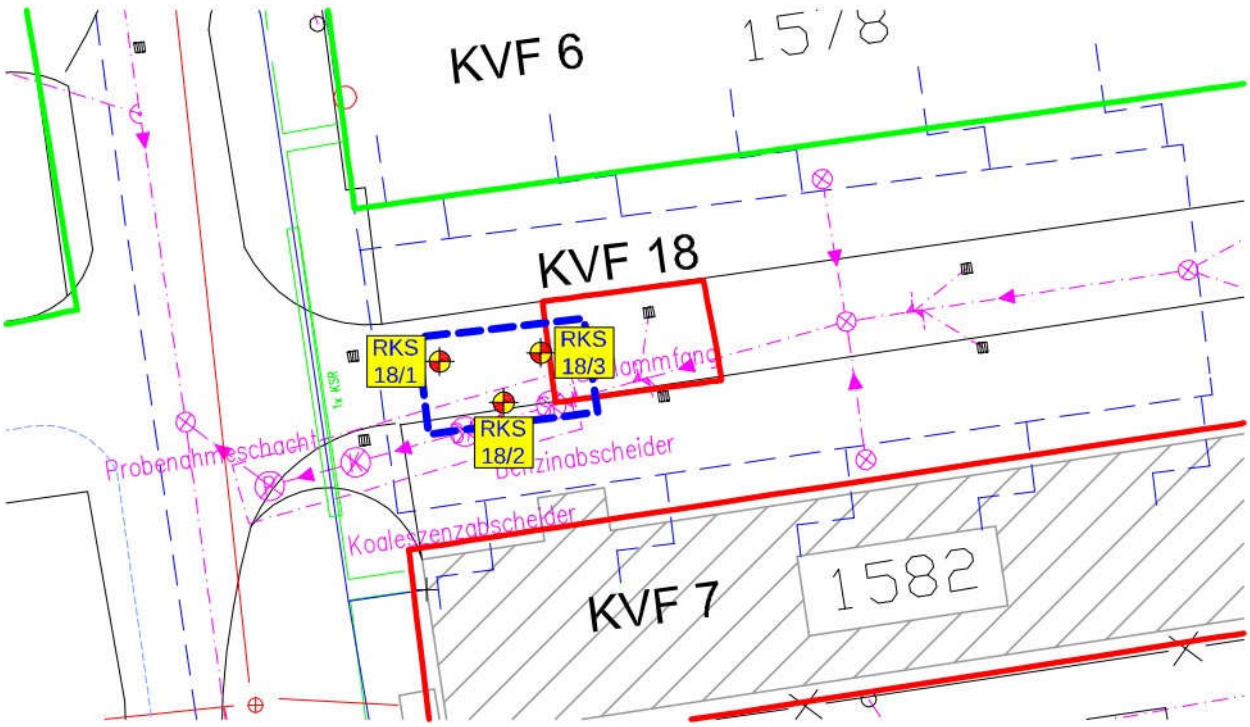


Abbildung 10: Lage der Untersuchungspunkte, KVF18

5.2.8.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der drei bis auf 4,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.8.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 34 entnommen werden.

Tabelle 34: Entnommene Proben KVF 18

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 18/1 0,13-0,75	Boden							1
RKS 18/1 0,75-1,05	Boden							1
RKS 18/1 1,05-2,0	Boden	1						
RKS 18/1 2,0-2,5	Boden							1
RKS 18/1 2,5-3,5	Boden	1	1					
RKS 18/1 3,5-4,0	Boden							1
RKS 18/2 0-0,14	Boden							1
RKS 18/2 0,14-0,45	Boden							1
RKS 18/2 0,45-1,45	Boden							1
RKS 18/2 1,45-2,5	Boden	1						
RKS 18/2 2,5-3,5	Boden	1	1					
RKS 18/2 3,5-4,0	Boden							1
RKS 18/2 Bolu	Bodenluft						1	
RKS 18/3 0,13-0,75	Boden							1
RKS 18/3 0,75-1,1	Boden							1
RKS 18/3 1,1-2,6	Boden	1						
RKS 18/3 2,6-4,0	Boden	1	1					
RKS 18/3 Bolu	Bodenluft						1	
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 18		**6**	**3**	**0**	**0**	**0**	**2**	**10**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 35 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 18 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 35: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 18

KVF 18	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RSK 18/1 1,05-2,0	< 40	-	-	-	-
RSK 18/1 2,5-3,5	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RSK 18/2 1,45-2,5	< 40	-	-	-	-
RSK 18/2 2,5-3,5	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RSK 18/3 1,1-2,6	< 40	-	-	-	-
RSK 18/3 2,6-4,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen
In der folgenden Tabelle 36 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 36: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 18

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RSK 18/2 Bolu	0,55	-	-
RSK 18/3 Bolu	0,4	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.8.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwert-überschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Bezüglich der analysierten Schadstoffe BTEX in der Bodenluft liegen keine Überschreitungen der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft oder Werten zur Gefahrenabschätzung gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Die Auflistung sämtlicher Einzelparameter und deren Gegenüberstellung mit den Orientierungswerten der LABO, den orientierenden Hinweisen auf Prüfwerte für leichtflüchtige Stoffe des Bundeslandes Baden-Württemberg, sowie den hilfsweise herangezogenen Beurteilungswerten des Merkblattes ALEX 02 für die Summen der Einzelparameter befindet sich in Anlage 5.2.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesene Konzentration von BTEX in der Bodenluft den Beurteilungswert von 5 mg/m³ deutlich unterschreitet, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch BTEX.

MKW wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwasser-gefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone aufgrund der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für diesen Stoff nicht zu erwarten.

5.2.8.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein

konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 18 in die Kategorie A.

Tabelle 37: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 18) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	E	A

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 18 nicht zu erwarten.

5.2.9 KVF 19 (Gefahrstofflager nördl. Gebäude 1578)

5.2.9.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 19 um ein Gefahrstofflager in Form eines Containers, der seit den 2000er Jahren bis 2014 genutzt wurde. Der Kontaminationsverdacht basiert auf der Nutzung des Containers nördl. Gebäude 1578, der als Gefahrstofflager genutzt wird. Kontaminationen durch Handhabungs- und Tropfverluste sind möglich. Laut dem Bericht zur Phase I Untersuchung von CDM Smith aus dem Jahr 2015 [U6] wurde bereits eine Untersuchung auf der KVF 19 durchgeführt, bei der Belastungen mit MKW (> 400 mg/kg) festgestellt wurden.

5.2.9.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 19 zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau einer Bohrung zu einer temporären Bodenluftmessstelle und die Analyse der Bodenluftprobe auf die Parameter LHKW und BTEX vorgesehen.

Im Bereich der KVF 19 wurden zwei Bohrungen (RKS 19/1 bis RKS 19/2) bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK niedergebracht. Die beiden Bohrungen wurden unmittelbar neben dem vorgefundenen Containerboden durchgeführt. Eine Bohrung (RKS 19/1) wurde zur Entnahme einer Bodenluftprobe zu einer temporären Bodenluftmessstelle ausgebaut.

5.2.9.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 19 befindet sich im Südosten der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 25 m². Die KVF wurde seit den 2000er Jahren bis 2014 genutzt. Der Containerboden dient als Versiegelung [U6].

5.2.9.4 Boden- und Untergrundaufbau

Bis in eine Tiefe von 0,30 m u. GOK bis 0,35 m u. GOK wurde in den beiden Bohrungen Auffüllungsmaterial aus schwarzem, schwach tonigen, schluffigem Oberboden angetroffen. In RKS 19/2 folgt bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK und in RKS 19/1 bis in eine Teife von 2,40 m u. GOK eine Auffüllung aus dunkelbraunem, feinsandigem Mittelsand. In RKS 19/1 bildet die Basis

der Bohrung zwischen 2,40 m u. GOK und der Endtiefe von 3,00 m u. GOK Auffüllungsmaterial aus hellbraunem, feinsandigem Mittelsand.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 11 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

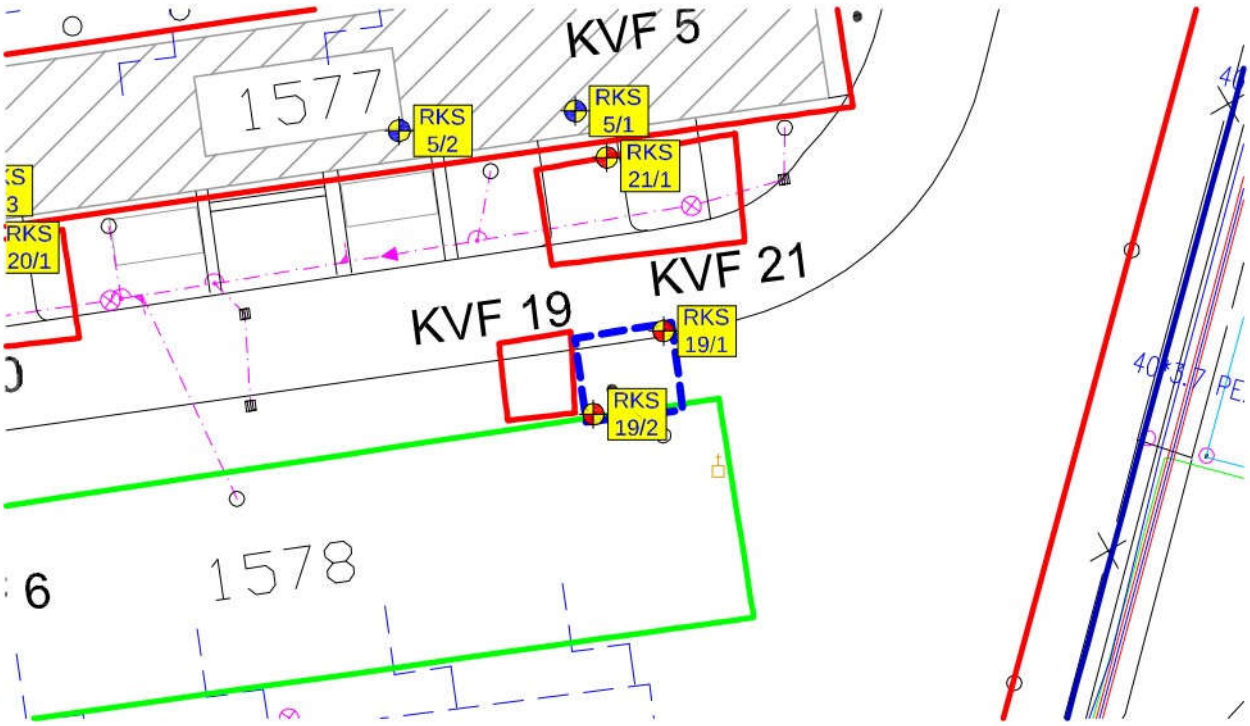


Abbildung 11: Lage der Untersuchungspunkte, KVF19

5.2.9.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der zwei bis auf 3,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.9.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 38 entnommen werden.

Tabelle 38: Entnommene Proben KVF 19

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 19/1 0-0,3	Boden							1
RKS 19/1 0,3-1,3	Boden	1	1					
RSK 19/1 1,3-2,4	Boden	1						
RKS 19/1 2,4-3,0	Boden							1

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 19/1 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 19/2 0-0,35	Boden	1	1					
RKS 19/2 0,35-1,35	Boden							1
RKS19/2 1,35-2,35	Boden	1						
RKS 19/2 2,35-3,0	Boden							1
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 19		**4**	**2**	**0**	**0**	**1**	**1**	**4**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 39 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 19 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 39: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 19

KVF 19	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RSK 19/1 0,3-1,3	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RSK 19/1 1,3-2,4	< 40	-	-	-	-
RSK 19/2 0-0,35	200	0,94	10	138	137
RSK 19/2 1,35-2,35	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 42 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 40: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 19

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RSK 19/1 Bolu	0,488	0,055	0,055

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.9.7 Auswertungen und Interpretationen

Die MKW-Gehalte liegen mit Ausnahme der Probe RKS 19/2 0-0,35 (200 mg/kg) in allen analysierten Bodenproben unter der Nachweisgrenze von 40 mg/kg. Alle analysierten Bodenproben halten den oPW1 (Kinderspielflächen) für den Parameter MKW ein.

Gemäß VwV Altlasten BW überschreitet in der Probe RKS 19/2 0-0,35 der Summenparameter PAK im Boden den Prüfwert P-M3 (Gewerbe). Der Einzelparameter Benzo(a)Pyren in der Probe RKS 19/2 0-0,35 (10 mg/kg) hält den Prüfwert P-M2 (Wohngebiete) gemäß BBodSchV ein. Hinweise zur Bewertung können dem Kapitel 3.2 entnommen werden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV

Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (BTEX, LCKW) in der Bodenluft liegen keine Überschreitungen der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft oder Werten zur Gefahrenabschätzung gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Die Auflistung sämtlicher Einzelparameter und deren Gegenüberstellung mit den Orientierungswerten der LABO, den orientierenden Hinweisen auf Prüfwerte für leichtflüchtige Stoffe des Bundeslandes Baden-Württemberg, sowie den hilfsweise herangezogenen Beurteilungswerten des Merkblattes ALEX 02 für die Summen der Einzelparameter befindet sich in Anlage 5.2.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch LCKW und BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX und LCKW in der Bodenluft die jeweiligen Beurteilungswerte von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch LCKW oder BTEX.

MKW wurde ausschliesslich in Probe RKS 19/2 0-0,35 nachgewiesen. Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch MKW, ausgehend von einer hohen Mobilität (Ottokraftstoffe), trotz des geringen Schadstoffgehaltes zu erwarten. Da ausschließlich in einer von vier auf MKW analysierten Proben MKW nachgewiesen wurden und die nachgewiesenene Konzentration den Beurteilungswert von 2.500 mg/kg deutlich unterschreitet, sowie im tieferen Bereich der Bohrung von 1,35 m u. GOK bis 2,35 m u. GOK keine MKW feststellbar waren, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch den Parameter MKW.

Gemäß HLUG SIWA [U13] ist selbst von einer geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter in den Proben ausgehend, aufgrund der geringen Schutzfunktion der Bodenzone (unversiegelte Fläche) und der sehr hohen Schadstoffgehalte im Boden eine Grundwasser-gefährdung, auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für die Summe der PAK zu erwarten. Für Naphthalin (2 Benzolringe) ist aufgrund der mittleren Mobilität, der geringen Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone, trotz der geringen Konzentration ebenfalls eine Grundwassergefährdung zu erwarten. Für den Einzelparameter Benzo(a)Pyren ist trotz der geringen Mobilität des Stoffes, aufgrund der geringen Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und des sehr hohen Schadstoffgehaltes eine Grundwassergefährdung wahrscheinlich. Es liegt ein hinreichender Verdacht auf schädliche Bodenveränderungen vor. Die Voraussetzung nach § 9 Abs. 2 BBodSchG für die Anordnung weiterer Untersuchungen sind erfüllt. Betrachtet man die Summe (24,6 mg/kg) der fünf PAK-Einzelparameter mit 3 Benzolringen (Acenaphthen, Acenaphthylen, Antracen, Fluoren, Phenanthren) im Vergleich zum Beurteilungswert für die Summe PAK EPA15 von 25 mg/kg, kann hier für ein worst-case-Szenario mit einer mittleren

Mobilität der PAK gerechnet werden. In diesem Szenario ist gemäß HLUG SIWA [U13] aufgrund der mittleren Mobilität der Stoffe, der geringen Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und des hohen Schadstoffgehaltes eine Grundwassergefährdung wahrscheinlich. Auch in diesem Fall liegt ein hinreichender Verdacht auf schädliche Bodenveränderungen vor. Die Voraussetzung nach § 9 Abs. 2 BBodSchG für die Anordnung weiterer Untersuchungen sind erfüllt.

5.2.9.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

In der Bohrung RKS 19/2 wird im Tiefenbereich von 0,0 – 0,35 m u. GOK über den Wirkungspfad Boden → Mensch für den Einzelparameter Benzo(a)Pyren mit 10 mg/kg der Prüfwert für Park- und Freizeitanlagen (bis 10 mg/kg) der BBodSchV eingehalten.

Eine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser durch PAK und dem Einzelparameter Benzo(a)Pyren ist gemäß der Sickerwasserprognose HLUG SIWA [U13] wahrscheinlich. Eine vertikale Abgrenzung der Kontamination zu einem späteren Zeitpunkt konnte im Rahmen dieser Untersuchung nicht erfolgen, da die Lagerfrist für Rückstellproben im beauftragten Labor abgelaufen war. Ob sich die PAK-Belastung auf den schwarzen Oberboden beschränkt konnte nicht abschließend geklärt werden. Es besteht weiterer Untersuchungsbedarf. Wir empfehlen das Umfeld der auffälligen Bohrung RKS 19/2 durch weitere Bohrungen (2 Stck.) bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK, mit Analyse der Bodenproben auf PAK zu untersuchen. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 19 in die Kategorie E.

Tabelle 41: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 19) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**E**

Wir empfehlen bei Bodeneingriffsmaßnahmen in diesem Bereich eine fachgutachterliche Begleitung vorzusehen.

Die festgestellten Stoffgehalte für PAK und dem Einzelparameter Benzo(a)Pyren können bei Bodeneingriffsmaßnahmen zu einer Abfallrelevanz führen.

5.2.10 KVF 20 (Altöltank 1/ Frostschutzmitteltank Gebäude 1577)

5.2.10.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 20 um einen 3.000 L Altöltank (unterflur) südwestlich des Gebäudes 1577, sowie einen 950 L Frostschutzmitteltank (überflur). Der formulierte Kontaminationsverdacht im südwestlichen Bereich des Gebäudes 1577 basiert auf möglichen Verlusten von Altöl sowie Frostschutzmittel durch mögliche Leckagen am Tank und an Tankleitungen sowie Handhabungs- und Tropfverlusten. Laut dem Bericht zur Phase I Untersuchung von CDM Smith [U6] wurde im Jahr 1991 bereits eine Untersuchung auf der KVF 20 durchgeführt, bei der konkrete Hinweise auf Kontaminationen (Baggerschurf mit 51 mg/kg MKW) festgestellt wurden.

5.2.10.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurde für die KVF 20 eine Bohrung bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK vorgesehen.

Auf der KVF 20 wurde eine Bohrung im Bereich des Altöltanks bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK niedergebracht.

5.2.10.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 20 befindet sich im Südosten der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 85 m². Der Nutzungszeitraum für den Altöltank wird in dem Bericht zur Phase I Untersuchung von CDM Smith [U6] von 1986 bis 2014 angegeben. Der Frostschutzmitteltank wurde von 1999 bis 2008 betrieben und vermutlich nach 2008 zurückgebaut. Es existiert eine Oberflächenversiegelung aus Beton [U6].

5.2.10.4 Boden- und Untergrundaufbau

Unter einer 0,24 m mächtigen Versiegelung aus Beton wurde bis in Teife von 0,60 m u. GOK eine Auffüllung aus grauem sandigem, schwach steinigem Kies erbohrt. Darunter wurde bis in eine Tiefe von 0,95 m u. GOK eine Auffüllung aus braunem, feinsandigem Mittelsand angetroffen. Unterhalb der Auffüllungen steht von 0,95 m u. GOK bis zur Endtiefe der Bohrung von 4,00 m u. GOK ein hellbrauner feinsandiger Mittelsand an.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 12 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

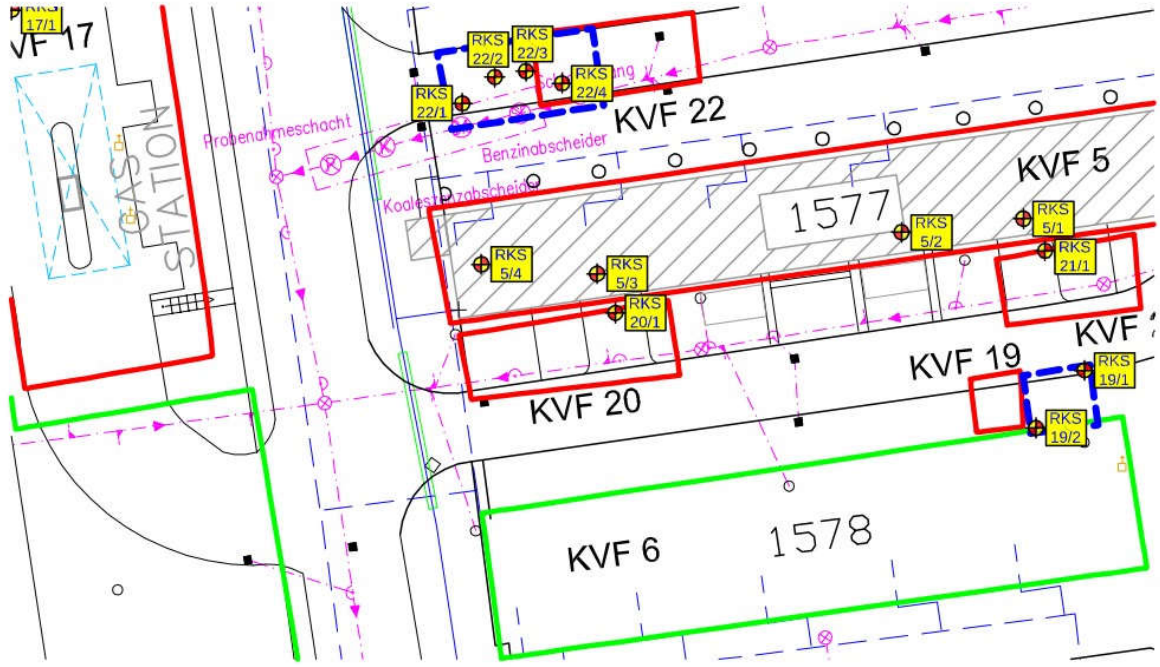


Abbildung 12: Lage der Untersuchungspunkte, KVF20

5.2.10.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in der bis auf 4,00 m u. GOK abgeteuften Bohrung nicht angetroffen.

5.2.10.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 42 entnommen werden.

Tabelle 42: Entnommene Proben KVF 20

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 20/1 0,24-0,6	Boden							1
RKS 20/1 0,6-0,95	Boden							1
RKS 20/1 0,95-1,95	Boden	1						
RKS 20/1 1,95-2,7	Boden	1	1					
RKS 20/1 2,7-4,0	Boden	1						
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 20		**3**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 43 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 20 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 43: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 20

KVF 20	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 20/1 0,95-1,95	< 40	-	-	-	-
RKS 20/1 1,95-2,7	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 20/1 2,7-4,0	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.10.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwert-überschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). MKW und PAK wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone

aufgrund der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für diese Stoffe nicht zu erwarten.

5.2.10.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 20 in die Kategorie A.

Tabelle 44: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 20) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 20 nicht zu erwarten.

5.2.11 KVF 21 (Altöltank 2 Gebäude 1577)

5.2.11.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 21 um einen 3.000 L Altöltank (unterflur) südöstlich des Gebäudes 1577. Der formulierte Kontaminationsverdacht im südöstlichen Bereich des Gebäudes 1577 basiert auf mögliche Leckagen am Tank und an Tankleitungen sowie Handhabungs- und Tropfverlusten. Laut dem Bericht zur Phase I Untersuchung von CDM Smith [U6] wurde im Jahr 1991 bereits eine Untersuchung auf der KVF 21 durchgeführt, bei der konkrete Hinweise auf Kontaminationen (Baggerschurf mit 89 mg/kg MKW) festgestellt wurden.

5.2.11.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurde für die KVF 21 eine Bohrung bis 4,0 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK vorgesehen.

Auf der KVF 21 wurde eine Bohrung im Bereich des Altöltanks bis in eine Tiefe von 3,40 m u. GOK niedergebracht. Ab 3,40 m u. GOK konnte kein weiterer Bohrfortschritt erzielt werden.

5.2.11.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 21 befindet sich im Südosten der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 50 m². Der Nutzungszeitraum für den Altöltank wird in dem Bericht zur Phase I Untersuchung von CDM Smith [U6] von 1986 bis 2014 angegeben. Es existiert eine Oberflächenversiegelung aus Beton.

5.2.11.4 Boden- und Untergrundaufbau

Unter einer 0,27 m mächtigen Betondecke mit Stahlarmierung wurde bis in eine Tiefe von 0,90 m u. GOK eine Auffüllung aus braunem bis grauen Sand mit kiesigem Anteil erbohrt. Unterhalb der Auffüllung bis zur Endtiefe von 3,40 m u. GOK folgt ein brauner, feinsandiger Mittelsand. Ab 3,40 m u. GOK konnte kein weiterer Bohrfortschritt erzielt werden.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 13 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

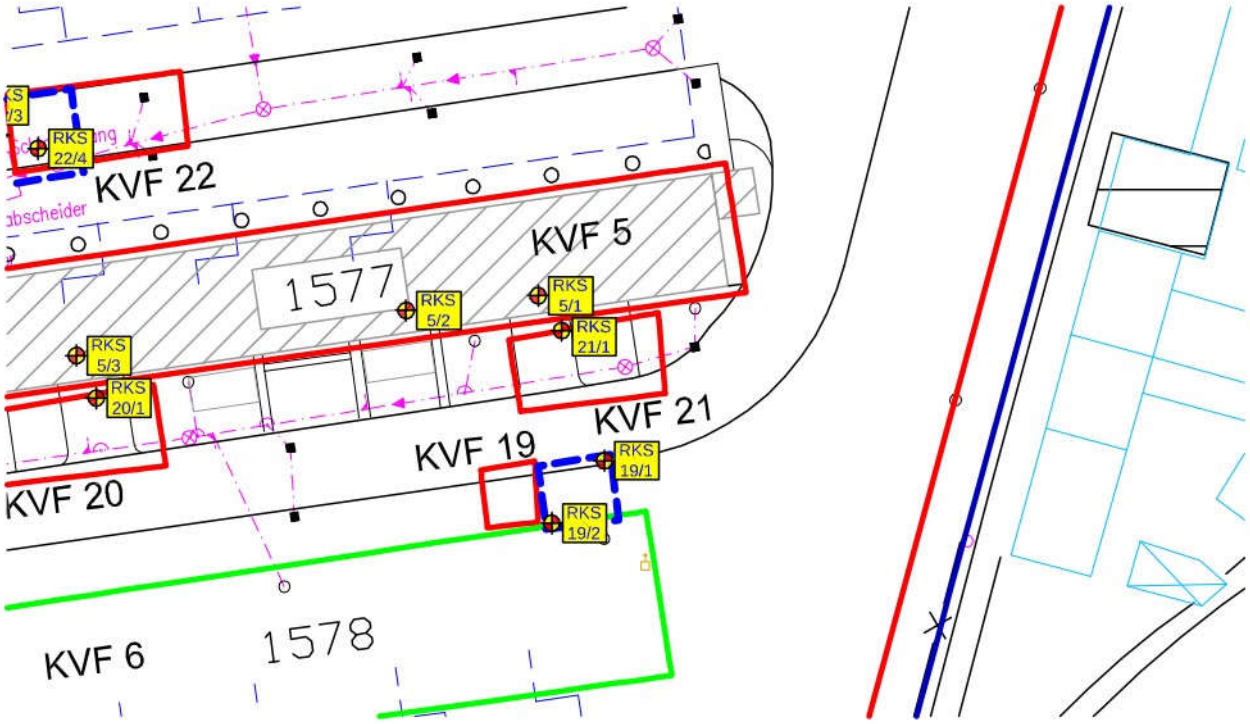


Abbildung 13: Lage der Untersuchungspunkte, KVF21

5.2.11.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in der bis auf 3,40 m u. GOK abgeteuften Bohrung angetroffen nicht angetroffen.

5.2.11.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 45 entnommen werden.

Tabelle 45: Entnommene Proben KVF 21

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 21/1 0,27-0,9	Boden							1
RKS 21/1 0,9-1,9	Boden	1						
RKS 21/1 1,9-2,9	Boden	1	1					
RKS 21/1 2,9-3,4	Boden	1						
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 21		**3**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 46 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 21 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 46: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 21

KVF 21	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 21/1 0,9-1,9	< 40	-	-	-	-
RKS 21/1 1,9-2,9	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 21/1 2,9-3,4	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.11.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwertüberschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). MKW und PAK wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone aufgrund der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für diese Stoffe nicht zu erwarten.

5.2.11.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 21 in die Kategorie A.

Tabelle 47: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 21) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 21 nicht zu erwarten.

5.2.12 KVF 22 (Leichtflüssigkeitsabscheider (3x) nördl. Gebäude 1577)

5.2.12.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 22 um drei Leichtflüssigkeitsabscheider (unterflur) unbekannter Größe zwischen den Gebäuden 1577 und 1572. Der formulierte Kontaminationsverdacht nördlich des Gebäudes 1577 basiert auf mögliche Leckagen- und Handhabungsverlusten von Benzin, Öl und mineralölhaltigen Flüssigkeiten. Es liegen keine Informationen über bereits durchgeführte Untersuchungen vor. [U6]

5.2.12.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 22 vier Bohrungen bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von zwei Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter BTEX vorgesehen.

Auf der KVF 22 wurden vier Bohrungen im Bereich der Abscheideranlage bis in eine Tiefe von 5,00 m u. GOK niedergebracht und zwei der Bohrungen (RKS 22/02 und RKS 22/03) zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut. Da der anstehende Boden bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK nicht erreicht wurde, musste davon ausgegangenen werden dass der ursprüngliche Aushub und somit die Sohle des Ölabscheiders tiefer lag. Daher erfolgte vor Ort die Entscheidung, die Kleinrammbohrungen bis in eine Tiefe von 5,00 m u. GOK auszuführen.

5.2.12.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 22 befindet sich im Südosten der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 100 m². Baujahr und Nutzungszeitraum für die Leichtflüssigkeitsabscheider sind nicht bekannt. Es existiert eine Oberflächenversiegelung aus Asphalt.

5.2.12.4 Boden- und Untergrundaufbau

Unter einer 0,10 m bis 0,20 m mächtigen Asphaltdecke wurde in allen vier Bohrungen eine erste Auffüllung aus sandigem bis grobsandigem Kies bis in eine Tiefe von 0,40 m u. GOK (RKS 22/4) bis 0,45 m u. GOK (RKS 22/1, RKS 22/2, RKS 22/3) erbohrt. Darunter wurde bis in eine Tiefe von 4,25 m bis 4,65 m u. GOK eine zweite Auffüllung aus Mittelsand mit feinsandigem Anteil angetroffen. Unterhalb der Auffüllung folgt bis zur Endtiefe der Bohrung von 5,00 m u. GOK eine Schicht aus hellbraunem Mittelsand mit feinsandigen und grobsandigen Anteilen.

In der Auffüllung aus Mittelsand trat in den RKS 22/1 bis RKS 22/3 ein schwacher MKW-Geruch auf.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 14 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

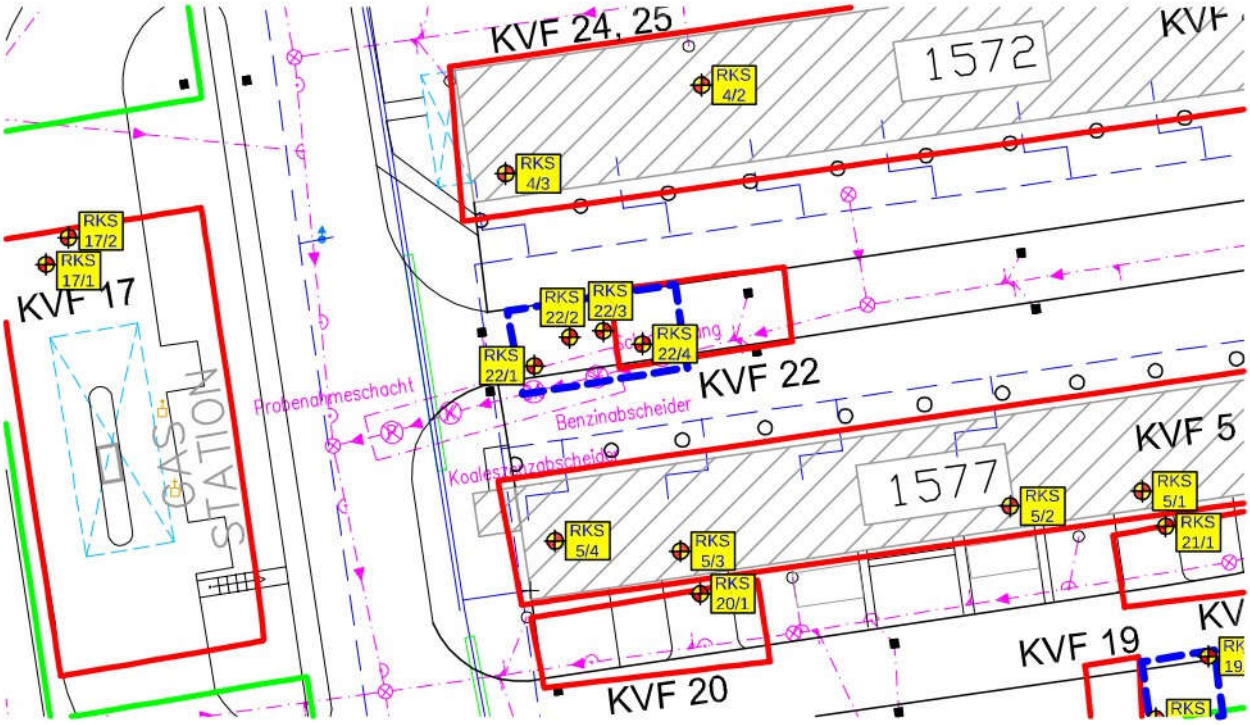


Abbildung 14: Lage der Untersuchungspunkte, KVF22

5.2.12.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der vier bis auf 5,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.12.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 48 entnommen werden.

Tabelle 48: Entnommene Proben KVF 22

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 22/1 0,27-0,45	Boden							1
RKS 22/1 0,45-1,5	Boden							1
RKS 22/1 1,5-2,5	Boden	1						
RKS 22/1 2,5-3,5	Boden	1	1					
RKS 22/1 3,5-4,6	Boden	1						
RKS 22/1 4,6-5,0	Boden	1						

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 22/2 0,19-0,45	Boden							1
RKS 22/2 0,45-1,5	Boden							1
RKS 22/2 1,5-2,5	Boden	1						
RKS 22/2 2,5-3,5	Boden	1	1					
RKS 22/2 3,5-4,65	Boden	1						
RKS 22/2 4,65-5,0	Boden	1						
RKS 22/2 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 22/3 0,2-0,45	Boden							1
RKS 22/3 0,45-1,5	Boden							1
RKS 22/3 1,5-2,5	Boden	1						
RKS 22/3 2,5-3,5	Boden	1	1					
RKS 22/3 3,5-4,4	Boden	1						
RKS 22/3 4,4-5,0	Boden							1
RKS 22/3 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 22/4 0,15-0,4	Boden							1
RKS 22/4 0,4-1,5	Boden	1						
RKS 22/4 1,5-2,5	Boden	1	1					
RKS 22/4 2,5-3,5	Boden							1
RKS 22/4 3,5-4,25	Boden	1						
RKS 22/4 4,25-5,0	Boden							1
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 22		**14**	**4**	**0**	**0**	**2**	**2**	**10**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 49 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 22 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 49: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 22

KVF 22	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 22/1 1,5-2,5	< 40	-	-	-	-
RKS 22/1 2,5-3,5	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 22/1 3,5-4,6	49	-	-	-	-
RKS 22/1 4,6-5,0	< 40	-	-	-	-
RKS 22/2 1,5-2,5	< 40	-	-	-	-
RKS 22/2 2,5-3,5	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 22/2 3,5-4,65	< 40	-	-	-	-
RKS 22/2 4,65-5,0	< 40	-	-	-	-

KVF 22	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 22/3 1,5-2,5	< 40	-	-	-	-
RKS 22/3 2,5-3,5	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 22/3 3,5-4,4	< 40	-	-	-	-
RKS 22/4 0,4-1,5	< 40	-	-	-	-
RKS 22/4 1,5-2,5	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 22/4 3,5-4,25	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 50 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 50: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 22

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 22/2 Bolu	0,277	0,542	0,542
RKS 22/3 Bolu	0,193	0,344	0,344

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.12.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwertüberschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (BTEX, LCKW) in der Bodenluft liegen keine Überschreitungen der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft oder Werten zur Gefahrenabschätzung gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Die Auflistung sämtlicher Einzelparameter und deren Gegenüberstellung mit den Orientierungswerten der LABO, den orientierenden Hinweisen auf Prüfwerte für leichtflüchtige Stoffe des Bundeslandes Baden-Württemberg, sowie den hilfsweise herangezogenen Beurteilungswerten des Merkblattes ALEX 02 für die Summen der Einzelparameter befindet sich in Anlage 5.2.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch LCKW und BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesenen

Konzentrationen von BTEX und LCKW in der Bodenluft die jeweiligen Beurteilungswerte von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch LCKW oder BTEX.

MKW wurden ausschliesslich in der Probe RKS 22/1 3,5-46 nachgewiesen. Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch MKW, ausgehend von einer hohen Mobilität (Ottokraftstoffe), trotz des geringen Schadstoffgehaltes zu erwarten. Da ausschließlich in einer von vierzehn auf MKW analysierten proben MKW nachgewiesen wurde und die nachgewiesene Konzentration den Beurteilungswert von 2.500 mg/kg deutlich unterschreitet, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch MKW.

PAK wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone aufgrund der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.12.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 22 in die Kategorie A.

Tabelle 51: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 22) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 22 nicht zu erwarten.

5.2.13 KVF 26 (Altölsammelstelle, ehem. Tank östl. Gebäude 1571)

5.2.13.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 26 um eine Altöltsammelstelle östlich des Gebäudes 1571. Der formulierte Kontaminationsverdacht östlich des Gebäudes 1571 basiert auf der Historie der Fläche sowie auf bisherigen Bodenuntersuchungen innerhalb der ausgewiesenen KVF. In einer Untersuchung aus dem jahr 1991 wurden MKW-Gehalte > 1.000 mg/kg im Nahbereich der KVF 26 nachgewiesen, in einer Untersuchung aus dem Jahr 1996 wurden im Bereich der Altölsammelstelle bis 6 m u. GOK 10.000 mg/kg MKW gemessen. [U6]

5.2.13.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 26 vier Bohrungen bis 7,0 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf den Parameter MKW vorgesehen.

Im Bereich der KVF 26 wurden aufgrund mangelnder Verdachtspunkte vier Bohrungen auf der Fläche verteilt bis in eine Tiefe von 7,00 m u. GOK niedergebracht und die Bodenproben auf den Parameter MKW analysiert.

5.2.13.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 26 befindet sich im Südosten der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 40 m². Ein Nutzungszeitraum für die Altölsammelstelle ist nicht bekannt. In 1996 erfolgte eine Renovierung bei der das verunreinigte Erdreich bis 4 m u. GOK ausgekoffert wurde, eine komplette Entfernung war aus stat. Gründen nicht möglich, so dass die Fläche anschließend versiegelt wurde. [U6] Nach Angaben aus [U6] ist die Fläche teilweise unversiegelt, teilweise existiert eine Oberflächenversiegelung aus Asphalt. Während der Geländearbeiten im Rahmen der Phase IIa wurde im Bereich der KVF 26 auf der versiegelten Fläche Beton erbohrt.

5.2.13.4 Boden- und Untergrundaufbau

In den Bohrungen RKS 26/2 bis RKS 26/4 wurde unter einer 0,13 m bis 0,14 m mächtigen Betonversiegelung eine Auffüllung aus Feinsand bis Mittelsand erbohrt. Die Basis der Auffüllung variiert zwischen 0,6 m u. GOK bis 2,20 m u. GOK. Darunter stand bis zur Endtiefe der Bohrungen von 7,00 m u. GOK eine Schicht aus Feinsand bis Mittelsand an. Bei RKS 26/1 gab es keine Versiegelung aus Beton. Die Basis der Auffüllung aus Feinsand bis Mittelsand liegt bei 1,40 m u. GOK. Im Liegenden bis 6,30 m u. GOK wurde eine Schicht aus Feinsand bis Mittelsand angetroffen. Bis zur Endtiefe von 7,00 m u. GOK tritt ein Feinsand bis Mittelsand mit schwach fein- bis mittelkiesigen Anteilen auf.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 15 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.



Abbildung 15: Lage der Untersuchungspunkte, KVF26

5.2.13.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der vier bis auf 7,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.13.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 52 entnommen werden.

Tabelle 52: Entnommene Proben KVF 26

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 26/1 0-0,1	Boden							1
RKS 26/1 0,1-1,4	Boden							1
RKS 26/1 1,4-2,3	Boden							1
RKS 26/1 2,3-3,3	Boden							1
RKS 26/1 3,3-4,3	Boden	1						
RKS 26/1 4,3-5,3	Boden	1						
RKS 26/1 5,3-6,3	Boden							1
RKS 26/1 6,3-7,0	Boden	1						
RKS 26/2 0,13-1,1	Boden							1
RKS 26/2 1,1-2,2	Boden							1
RKS 26/2 2,2-3,0	Boden							1
RKS 26/2 3,0-4,0	Boden							1
RKS 26/2 4,0-5,0	Boden	1						
RKS 26/2 5,0-6,0	Boden	1						
RKS 26/2 6,0-7,0	Boden	1						
RKS 26/3 0,14-0,6	Boden							1
RKS 26/3 0,6-1,6	Boden							1
RKS 26/3 1,6-2,0	Boden							1
RKS 26/3 2,0-3,0	Boden							1
RKS 26/3 3,0-4,0	Boden							1
RKS 26/3 4,0-5,0	Boden	1						
RKS 26/3 5,0-6,0	Boden	1						
RKS 26/3 6,0-7,0	Boden	1						
RKS 26/4 0,13-1,1	Boden							1
RKS 26/4 1,1-2,0	Boden							1
RKS 26/4 2,0-3,0	Boden							1
RKS 26/4 3,0-4,0	Boden							1
RKS 26/4 4,0-5,0	Boden	1						

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 26/4 5,0-6,0	Boden	1						
RKS 26/4 6,0-7,0	Boden	1						
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 26		**12**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**18**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 53 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 26 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 53: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 26

KVF 26	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 26/1 3,3-4,3	< 40	-	-	-	-
RKS 26/1 4,3-5,3	< 40	-	-	-	-
RKS 26/1 6,3-7,0	< 40	-	-	-	-
RKS 26/2 4,0-5,0	< 40	-	-	-	-
RKS 26/2 5,0-6,0	< 40	-	-	-	-
RKS 26/2 6,0-7,0	< 40	-	-	-	-
RKS 26/3 4,0-5,0	< 40	-	-	-	-
RKS 26/3 5,0-6,0	< 40	-	-	-	-
RKS 26/3 6,0-7,0	< 40	-	-	-	-
RKS 26/4 4,0-5,0	< 40	-	-	-	-
RKS 26/4 5,0-6,0	< 40	-	-	-	-
RKS 26,4 6,0-7,0	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.13.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich des analysierten Schadstoffes MKW im Boden liegen keine Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). MKW wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone für diesen Stoff nicht zu erwarten.

5.2.13.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten.

Tabelle 54: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 26) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 26 nicht zu erwarten.

5.2.14 KVF 27 (Leichtflüssigkeitsabscheider (3x) nördl. Gebäude 1571)

5.2.14.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 27 um drei Leichtflüssigkeitsabscheider (unterflur) unbekannter Größe zwischen den Gebäuden 1570 und 1571. Der formulierte Kontaminationsverdacht nördlich des Gebäudes 1571 basiert auf mögliche Leckagen- und Handhabungsverlusten von Benzin, Öl und mineralölhaltigen Flüssigkeiten. Es liegen keine Informationen über bereits durchgeführte Untersuchungen vor. [U6]

5.2.14.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für KVF 27 vier Bohrungen bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von zwei Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf den Parameter BTEX vorgesehen.

Auf der KVF 27 wurden im Bereich der Abscheideranlage drei Bohrungen (RKS 27/1, RKS 27/2, RKS 27/3) bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK und eine Bohrung (RKS 22/4) bis 2,20 m u. GOK (kein weiterer Bohrfortschritt) niedergebracht. Die Bohrlöcher von zwei Bohrungen wurden zur Entnahme von Bodenluftproben zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut.

5.2.14.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 27 befindet sich im Südosten der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 100 m². Ein Nutzungszeitraum für die Altölsammelstelle ist nicht bekannt. [U6]

5.2.14.4 Boden- und Untergrundaufbau

In den Bohrungen auf der KVF 27 wurde unterhalb einer 0,13 m bis 0,18 m mächtigen Asphaltdecke eine Auffüllung aus braungrauem bis hellgrauem kiesigem Sand bis stark sandigem

Kies erbohrt. Diese Auffüllung reicht in den Bohrungen bis in Tiefen von 0,55 m bis 0,70 m u. GOK. Darunter befindet sich Auffüllungsmaterial aus hellbraunem feinsandigem, schwach kiesigen Mittelsand bis in Tiefen von 4,50 m bis 4,70 m u. GOK. Am Ansatzpunkt RKS 27/4 konnte nach 2,20 m u. GOK kein weiterer Bohrfortschritt erzielt werden. In der Bohrung RKS 27/3 folgt unter der mittelsandigen Auffüllung eine 0,10 m mächtige Schicht aus grauem kiesigen Feinsand. Es konnte nicht abschließend geklärt werden ob es sich dabei um eine Auffüllungsschicht handelt. Unterhalb der Auffüllung bis zur Endtiefe von 5,00 m u. GOK steht ein hellbrauner grobsandiger, schwach feinkiesiger Mittelsand an.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 16 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

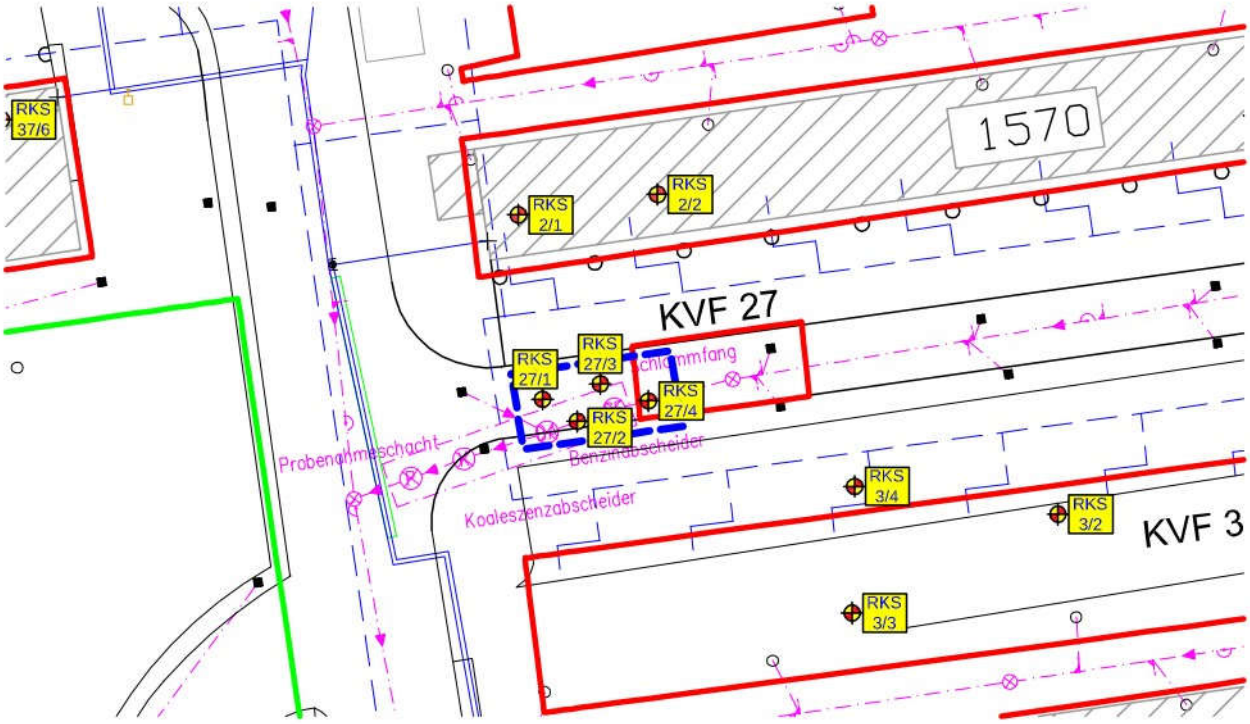


Abbildung 16: Lage der Untersuchungspunkte, KVF27

5.2.14.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der vier bis auf 4,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.14.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 55 entnommen werden.

Tabelle 55: Entnommene Proben KVF 27

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 27/1 0,16-0,6	Boden							1
RKS 27/1 0,6-1,6	Boden							1
RKS 27/1 1,6-2,6	Boden	1						
RKS 27/1 2,6-3,6	Boden							1
RKS 27/1 3,6-4,6	Boden	1	1					
RKS 27/1 4,6-5,0	Boden							1
RKS 27/2 0,13-0,6	Boden							1
RKS 27/2 0,6-1,6	Boden							1
RKS 27/2 1,6-2,6	Boden							1
RKS 27/2 2,6-3,6	Boden	1						
RKS 27/2 3,6-4,7	Boden	1	1					
RKS 27/2 4,7-5,0	Boden							1
RKS 27/2 Bolu	Bodenluft						1	
RKS 27/3 0,13-0,55	Boden							1
RKS 27/3 0,55-1,5	Boden							1
RKS 27/3 1,5-2,5	Boden	1						
RKS 27/3 2,5-3,5	Boden							1
RKS 27/3 3,5-4,5	Boden	1	1					
RKS 27/3 4,5-5,0	Boden							1
RKS 27/3 Bolu	Bodenluft						1	
RKS 27/4 0,18-0,7	Boden							1
RKS 27/4 0,7-1,7	Boden							1
RKS 27/4 1,7-2,2	Boden	1	1					
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 27		**7**	**4**	**0**	**0**	**0**	**2**	**14**

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In Tabelle 56 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 27 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 56: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 27

KVF 27	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 27/1 1,6-2,6	< 40	-	-	-	-
RKS 27/1 3,6-4,6	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 27/2 2,6-3,6	< 40	-	-	-	-
RKS 27/2 3,6-4,7	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.

KVF 27	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 27/3 1,5-2,5	< 40	-	-	-	-
RKS 27/3 3,5-4,5	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 27/4 1,7-2,2	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

In der folgenden Tabelle 57 sind die Summenparameter für BTEX aufgelistet.

Tabelle 57: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 27

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 27/2 Bolu	1,11	-	-
RKS 27/3 Bolu	0,947	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.14.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwert-überschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Die Bodenluftkonzentrationen der Einzelparameter für BTEX unterschreiten die orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft gemäß LABO [U14]. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.2 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX in der Bodenluft den Beurteilungswert von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch BTEX.

Die Stoffe MKW und PAK wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone für diese beiden Stoffe nicht zu erwarten.

5.2.14.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 27 in die Kategorie A.

Tabelle 58: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 27) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	E	A

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 27 nicht zu erwarten.

5.2.15 KVF 31 (ehem. Kfz-Halle Gebäude 1569)

5.2.15.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 31 um eine ehemalige Kfz-Halle. Der formulierte Kontaminationsverdacht nördlich des Gebäudes 1570 basiert auf der Historie der Fläche und diese ist auch gem. Altlastenauskunft als verdächtige Fläche ausgewiesen und mit hoher Umweltrelevanz bewertet. [U6] Kontaminationsträchtige Faktoren sind Handhabungs-, Betankungs-, Tropfverluste, sowie die Lagerung von Betriebsmitteln. Während Untersuchungen im Jahr 1991 wurden angrenzend an das ehem. Gebäude MKW im Boden nachgewiesen. [U6]

5.2.15.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 31 zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau beider Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter BTEX und LCKW vorgesehen.

Auf der KVF 31 wurden aufgrund mangelnder Verdachtspunkte zwei Bohrungen auf der Fläche verteilt bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK niedergebracht und beide Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut.

5.2.15.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 31 befindet sich im Südosten der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 300 m². Auf der westlichen Teilfläche befindet sich ein Gefahrstofflager (Geb. 1569A). Der Nutzungszeitraum für die ehem. Kfz-Halle (Geb. 1569) wird von 1938 – 1945 und für das Gefahrstofflager (Geb. 1569A) von 1980er/90er – 2014 vermutet. [U6] Die KVF 31 ist im Bereich der Freifläche unversiegelt, im Bereich des Gefahrstofflagers existiert eine Betonversiegelung.

5.2.15.4 Boden- und Untergrundaufbau

Unterhalb einer 0,10 m mächtigen Schicht aus dunkelbraunem sandigem Oberboden mit Kiesanteil wurde in den Bohrungen der KVF 31 eine 0,40 m bis 1,10 m mächtige Auffüllung erbohrt. Die Auffüllung besteht aus dunkelbraunem kiesigen Feinsand bis Mittelsand und enthält Ziegelbruchstücke, Betonbruchstücke sowie Reste von Folien. Der Auffüllung folgt bis zur Endtiefe der Bohrung von 3,00 m u. GOK eine Schicht aus braunem Feinsand bis Mittelsand.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 17 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

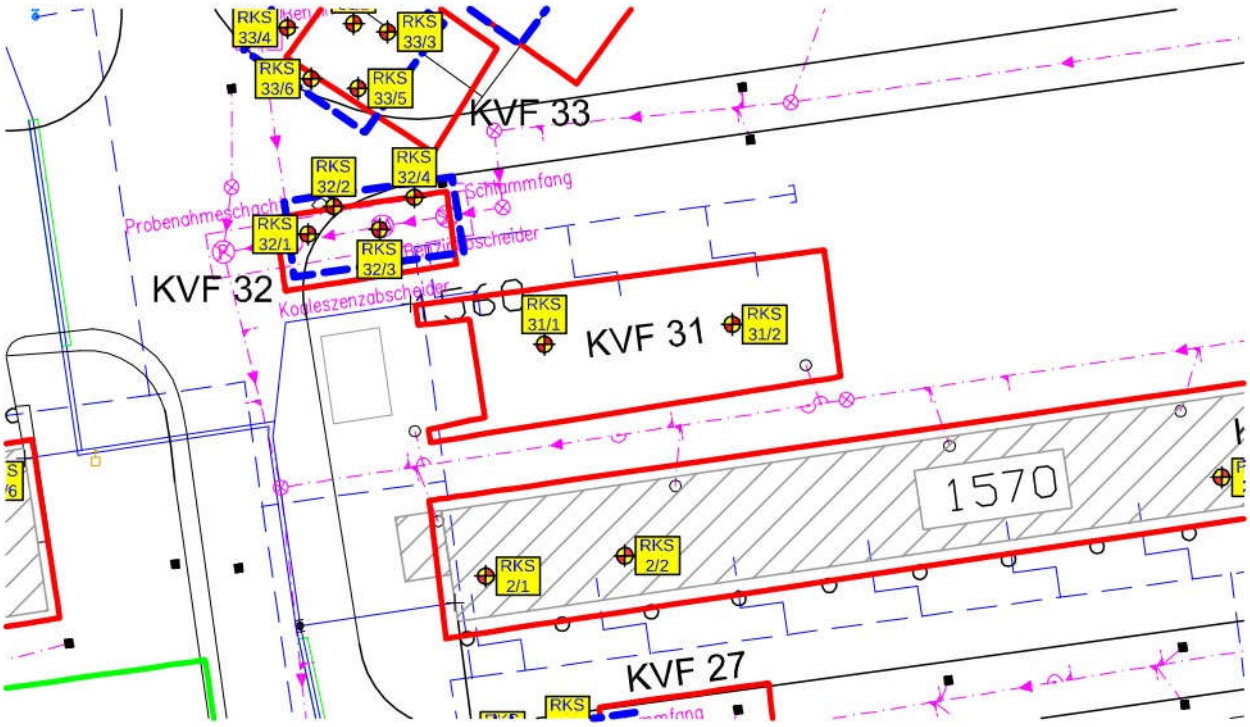


Abbildung 17: Lage der Untersuchungspunkte, KVF31

5.2.15.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der zwei bis auf 3,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.15.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 59 entnommen werden.

Tabelle 59: Entnommene Proben KVF 31

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 31/1 0-0,1	Boden							1
RKS 31/1 0,1-0,5	Boden							1
RKS 31/1 0,5-1,5	Boden	1	1					
RKS 31/1 1,5-2,5	Boden	1						
RKS 31/1 2,5-3,0	Boden							1
RKS 31/1 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 31/2 0-0,1	Boden							1
RKS 31/2 0,1-0,5	Boden							1
RKS 31/2 0,5-0,9	Boden							1
RKS 31/2 0,9-1,2	Boden	1						
RKS 31/2 1,2-2,2	Boden	1	1					
RKS 31/2 2,2-3,0	Boden							1
RKS 31/2 Bolu	Bodenluft					1	1	
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 31		**4**	**2**	**0**	**0**	**2**	**2**	**7**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 60 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 31 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 60: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 31

KVF 31	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 31/1 0,5-1,5	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 31/1 1,5-2,5	< 40	-	-	-	-
RKS 31/2 0,9-1,2	< 40	-	-	-	-
RKS 31/2 1,2-2,2	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 61 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 61: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 31

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 31/1 Bolu	0,337	0,018	0,018
RKS 31/2 Bolu	0,267	0,102	0,102

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.15.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwert-überschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Die Bodenluftkonzentrationen der Einzelparameter für BTEX und LCKW unterschreiten die orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft gemäß LABO [U14]. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.2 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch LCKW und BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX und LCKW in der Bodenluft die jeweiligen Beurteilungswerte von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch LCKW oder BTEX.

MKW und PAK wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone aufgrund der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für diese Stoffe nicht zu erwarten.

5.2.15.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über die Wirkungspfade Boden → Grundwasser und Boden → Mensch nachgewiesen werden. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 31 in die Kategorie A.

Tabelle 62: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 31) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 31 nicht zu erwarten.

5.2.16 KVF 32 (Leichtflüssigkeitsabscheider (3x) nördl. Gebäude 1569A)

5.2.16.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 32 um drei Leichtflüssigkeitsabscheider (unterflur) unbekannter Größe nördlich des Gebäudes 1569A. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf mögliche Leckagen- und Handhabungsverluste von Benzin, Öl und mineralölhaltigen Flüssigkeiten. Es liegen keine Informationen über bereits durchgeführte Untersuchungen vor. [U6]

5.2.16.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 32 vier Bohrungen bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von zwei Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter BTEX vorgesehen.

Auf der KVF 32 wurden im Umfeld der Leichtflüssigkeitsabscheider drei Bohrungen (RKS 32/1, RKS 32/2, RKS 32/4) bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK, sowie eine Bohrung (RKS 32/3 – kein weiterer Bohrfortschritt) bis in eine Tiefe von 2,80 m u. GOK niedergebracht und zwei Bohrungen (RKS 32/1, RKS 32/2) zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut.

5.2.16.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 32 befindet sich im Südosten der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 100 m². Baujahr und Nutzungszeitraum für die Leichtflüssigkeitsabscheider sind nicht bekannt. Es existiert eine Oberflächenversiegelung aus Asphalt. [U6]

5.2.16.4 Boden- und Untergrundaufbau

Bei RKS 32/1, RKS 32/2 und RKS 32/4 wurde unterhalb einer 0,11 m bis 0,13 m mächtigen Asphaltdecke eine graue bis schwarze Auffüllung aus kiesigem Feinsand bis Mittelsand erbohrt. In den Bohrungen RKS 32/1 und RKS 32/4 folgt von der Basis der Auffüllung bei 0,60 m bis 0,70 m u. GOK bis 2,20 m u. GOK eine Schicht aus braunem Feinsand bis Mittelsand. Aufgrund der fehlenden Hinweise konnte nicht abschließend geklärt werden ob es sich dabei um Auffüllungen oder anstehenden Boden handelt. Unter dem Feinsand bis Mittelsand folgt in den Bohrungen RKS 32/1 und RKS 32/4 ein 0,10 m mächtiger Sandstein, der bis zur jeweiligen Endtiefe von 4,00 m u. GOK von einem braunen Feinsand bis Mittelsand unterlagert wird. In der Bohrung RKS 32/2 folgt dieser anstehende braune Feinsand bis Mittelsand direkt unter der Auffüllung und reicht von 0,60 m u. GOK bis zur Endtiefe von 4,00 m u. GOK. In der Bohrung RKS 32/3 wurde von Geländeoberkante bis 0,50 m u. GOK eine Auffüllung aus braunem sandigem Oberboden mit kiesigen Anteilen erbohrt. Unter der ersten Auffüllung, folgt bis in eine Tiefe von 1,50 m u. GOK eine Auffüllung aus braungrauem Feinsand bis Mittelsand, der bis in eine Tiefe von 2,10 m u. GOK von einer Auffüllung grauem, kiesigen Feinsand bis MIttelsand unterlagert wird. Bis zur Endtiefe von 2,80 m u. GOK folgt ein brauner Feinsand bis Mittelsand. Aufgrund eines Bohrhindernisses aus Beton konnte kein weiterer Bohrfortschritt erzielt werden.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 18 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

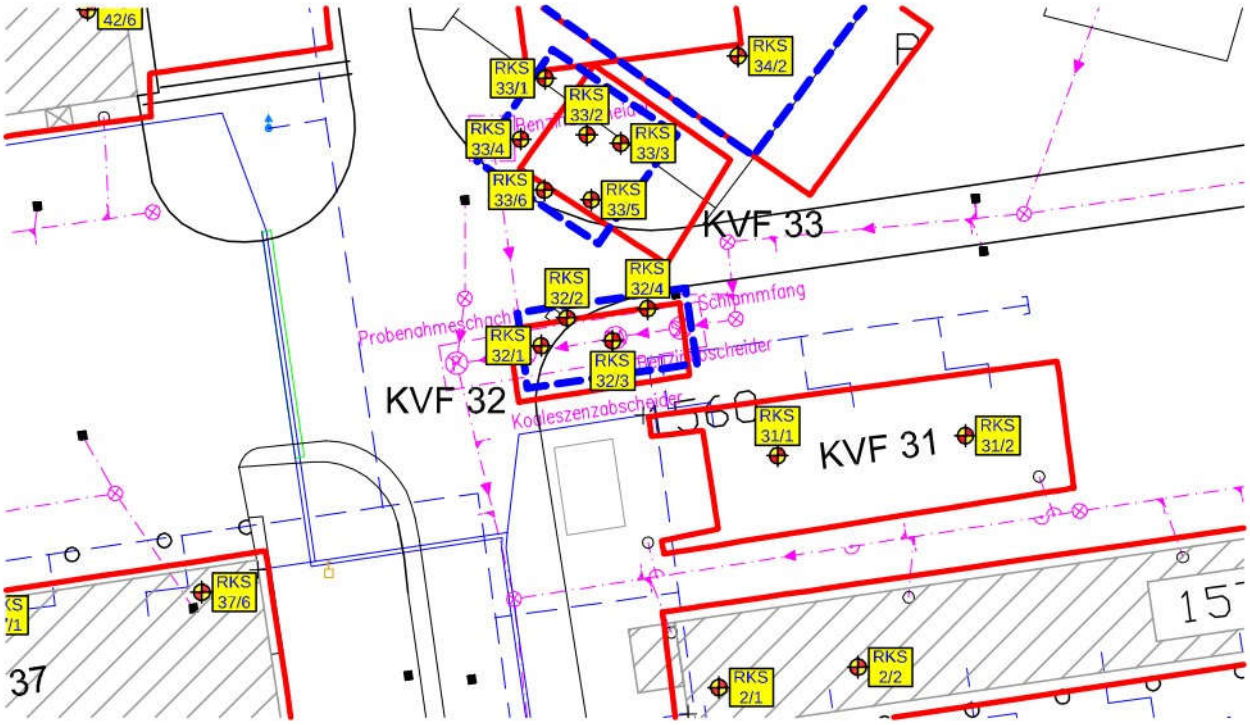


Abbildung 18: Lage der Untersuchungspunkte, KVF32

5.2.16.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der drei bis auf 4,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.16.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 63 entnommen werden.

Tabelle 63: Entnommene Proben KVF 32

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 32/1 0,13-0,7	Boden							1
RKS 32/1 0,7-2,2	Boden	1						
RKS 32/1 2,2-2,3	Boden							1
RKS 32/1 2,3-3,3	Boden							1
RKS 32/1 3,3-4,0	Boden	1	1					
RKS 32/1 Bolu	Bodenluft						1	
RKS 32/2 0,13-0,6	Boden							1

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 32/2 0,6-1,6	Boden							1
RKS 32/2 1,6-2,6	Boden	1						
RKS 32/2 2,6-3,6	Boden	1	1					
RKS 32/2 3,6-4,0	Boden							1
RKS 32/2 Bolu	Bodenluft						1	
RKS 32/3 0-0,5	Boden							1
RKS 32/3 0,5-1,5	Boden	1						
RKS 32/3 1,5-2,1	Boden							1
RKS 32/3 2,1-2,8	Boden	1	1					
RKS 32/4 0,11-0,6	Boden							1
RKS 32/4 0,6-1,6	Boden							1
RKS 32/4 1,6-2,2	Boden							1
RKS 32/4 2,2–2,3	Boden	1						
RKS 32/4 2,3-3,3	Boden							1
RKS 32/4 3,3-4,0	Boden	1	1					
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 32		**8**	**4**	**0**	**0**	**0**	**2**	**12**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 64 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 32 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 64: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 32

KVF 32	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 32/1 0,7-2,2	< 40	-	-	-	-
RKS 32/1 3,3-4,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 32/2 1,6-2,6	< 40	-	-	-	-
RKS 32/2 2,6-3,6	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 32/3 0,5-1,5	< 40	-	-	-	-
RKS 32/3 2,1-2,8	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 32/4 2,2–2,3	< 40	-	-	-	-
RKS 32/4 3,3-4,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 65 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 65: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 32

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 32/1 Bolu	0,655	-	-
RKS 32/2 Bolu	0,535	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.16.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwert-überschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Bezüglich des analysierten Schadstoffes BTEX in der Bodenluft liegen keine Überschreitungen der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft oder Werten zur Gefahrenabschätzung gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Die Auflistung sämtlicher Einzelparameter und deren Gegenüberstellung mit den Orientierungswerten der LABO, den orientierenden Hinweisen auf Prüfwerte für leichtflüchtige Stoffe des Bundeslandes Baden-Württemberg, sowie den hilfsweise herangezogenen Beurteilungswerten des Merkblattes ALEX 02 für die Summen der Einzelparameter befindet sich in Anlage 5.2.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesene Konzentration von BTEX in der Bodenluft den Beurteilungswert von 5 mg/m³ deutlich unterschreitet, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch BTEX.

MKW und PAK wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone aufgrund der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für diese Stoffe nicht zu erwarten.

5.2.16.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 32 in die Kategorie A.

Tabelle 66: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 32) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 32 nicht zu erwarten.

5.2.17 KVF 33 (Leichtflüssigkeitsabscheider (5x) östl. Gebäude 1563)

5.2.17.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 33 um fünf Leichtflüssigkeitsabscheider (unterflur) unbekannter Größe östlich des Gebäudes 1563 (KVF 43), bzw. südwestlich des Waschplatzes (KVF 34). Der formulierte Kontaminationsverdacht für die KVF 33 basiert auf mögliche Leckagen- und Handhabungsverluste von Benzin, Öl und mineralölhaltigen Flüssigkeiten. [U6]

5.2.17.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 33 acht Bohrungen bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von fünf Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter BTEX und LCKW vorgesehen.

Auf der KVF 33 wurden im direkten Umfeld der Leichtflüssigkeitsabscheider sechs Bohrungen bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK niedergebracht und fünf der Bohrungen (RKS 33/1, RKS 33/2, RKS 33/3, RKS 33/5, RKS 33/6) zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut. Die Untersuchungsdichte erschien vor Ort ausreichend, da keine weiteren Anhaltspunkte vor Ort zu erkennen waren. Zudem war aufgrund von unterirdischen Einbauten die für Bohrungen verfügbare Fläche eingeschränkt.

5.2.17.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 33 befindet sich im Südosten der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 100 m². Baujahr und Nutzungszeitraum für die Leichtflüssigkeitsabscheider sind nicht bekannt. Nach Angaben aus [U6] existiert eine Oberflächenversiegelung aus Asphalt. Im Rahmen von Untersuchungen aus dem Jahr 2007 im Bereich KVF 33 und KVF 34 wurden im Boden MKW, in der Bodenluft LHKW, sowie im Grundwasser MKW und LHKW nachgewiesen. Nähere Informationen zu Bohrtiefe, Lage und Anzahl der Bohrungen liegen nicht vor. [U6]

5.2.17.4 Boden- und Untergrundaufbau

Auf der Fläche der KVF 33 wurde eine 0,08 m bis 0,10 m mächtige Versiegelung aus Verbundstein angetroffen. Unterhalb folgen in ihrer Mächtigkeit stark variierende Auffüllungen aus feinsandigem bis mittelsandigem Kies sowie Feinsand bis Mittelsand. Dabei reichen die Auffüllungen bis in eine Tiefe von 0,60 m u. GOK (RKS 33/4, RKS 33/5) bis 3,30 m u. GOK (RKS 33/1). In Auffüllungen aus RKS 33/1 und RKS 33/2 sind Beton- und Ziegelbruchstücke sowie

Keramikbruchstücke enthalten. In RKS 33/3 folgt unter der Auffüllung von 1,50 m u. GOK bis 2,30 m u. GOK ein brauner schwach feinsandiger Mittelsand bis Grobsand. In allen Bohrungen wurde als unterste Schicht bis zur jeweiligen Endtiefe von 4,00 m u. GOK ein brauner schwach grobsandiger, teilweise schwach schluffiger, teilweise schwach kiesiger Feinsand bis Mittelsand erbohrt.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 2 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

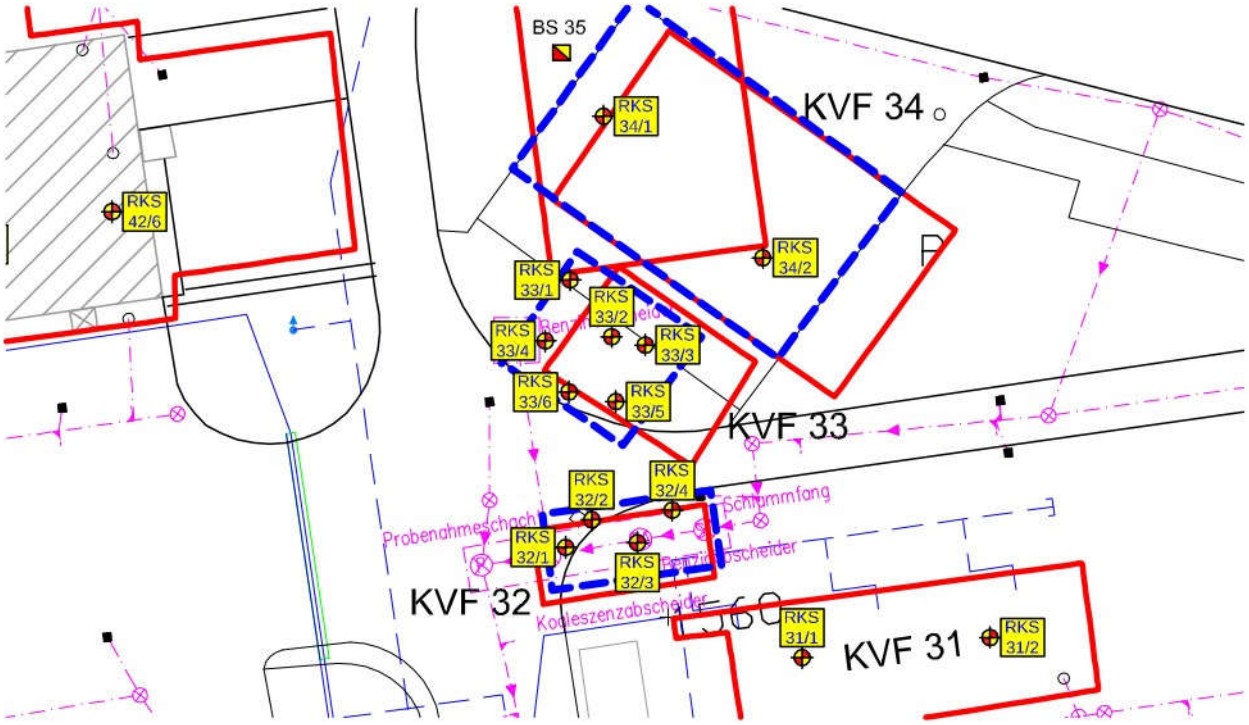


Abbildung 19: Lage der Untersuchungspunkte, KVF33

5.2.17.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der sechs bis auf 4,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.17.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 67 entnommen werden.

Tabelle 67: Entnommene Proben KVF 33

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 33/1 0,08-0,8	Boden							1
RKS 33/1 0,8-1,4	Boden							1

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 33/1 1,4-1,6	Boden							1
RKS 33/1 1,6-2,6	Boden	1						
RKS 33/1 2,6-3,3	Boden							1
RKS 33/1 3,3-4,0	Boden	1	1					
RKS 33/1 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 33/2 0,1-0,4	Boden							1
RKS 33/2 0,4-1,4	Boden							1
RKS 33/2 1,4-2,4	Boden	1						
RKS 33/2 2,4-3,0	Boden							1
RKS 33/2 3,0-4,0	Boden	1	1					
RKS 33/2 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 33/3 0,1-0,6	Boden							1
RKS 33/3 0,6-1,5	Boden							1
RKS 33/3 1,5-2,3	Boden							1
RKS 33/3 2,3-3,3	Boden	1	1					
RKS 33/3 3,3-4,0	Boden	1						
RKS 33/3 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 33/4 0,1-0,6	Boden							1
RKS 33/4 0,6-1,5	Boden							1
RKS 33/4 1,6-2,5	Boden							1
RKS 33/4 2,5-3,5	Boden	1	1					
RKS 33/4 3,5-4,0	Boden	1						
RKS 33/5 0,1-0,6	Boden							1
RKS 33/5 0,6-1,6	Boden							1
RKS 33/5 1,6-2,6	Boden							1
RKS 33/5 2,6-3,6	Boden	1	1					
RKS 33/5 3,6-4,0	Boden	1						
RKS 33/5 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 33/6 0,1-0,6	Boden							1
RKS 33/6 0,6-1,6	Boden							1
RKS 33/6 1,6-2,6	Boden	1	1					
RKS 33/6 2,6-3,6	Boden	1						
RKS 33/6 3,6-4,0	Boden							1
RKS 33/6 Bolu	Bodenluft					1	1	
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 33		**12**	**6**	**0**	**0**	**5**	**5**	**19**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 68 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 33 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 68: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 33

KVF 33	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 33/1 1,6-2,6	< 40	-	-	-	-
RKS 33/1 3,3-4,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 33/2 1,4-2,4	< 40	-	-	-	-
RKS 33/2 3,0-4,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 33/3 2,3-3,3	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 33/3 3,3-4,0	< 40	-	-	-	-
RKS 33/4 2,5-3,5	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 33/4 3,5-4,0	< 40	-	-	-	-
RKS 33/5 2,6-3,6	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 33/5 3,6-4,0	< 40	-	-	-	-
RKS 33/6 1,6-2,6	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 33/6 2,6-3,6	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 69 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 69: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 33

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 33/1 Bolu	0,485	0,059	0,059
RKS 33/2 Bolu	0,480	0,050	0,050
RKS 33/3 Bolu	0,656	0,098	0,098
RKS 33/5 Bolu	1,560	0,290	0,290
RKS 33/6 Bolu	0,387	0,070	0,070

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.17.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwert-überschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den

Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Die Bodenluftkonzentrationen der Einzelparameter für BTEX und LCKW unterschreiten die orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft gemäß LABO [U14]. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.2 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch LCKW und BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX und LCKW in der Bodenluft die jeweiligen Beurteilungswerte von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch LCKW oder BTEX.

Die Stoffe MKW und PAK wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone für diese beiden Stoffe nicht zu erwarten.

5.2.17.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse aus Phase IIa nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 33 in die Kategorie A.

Tabelle 70: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 33) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 33 nicht zu erwarten.

5.2.18 KVF 34 (Waschplatz südl. Gebäude 1560)

5.2.18.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 34 um einen Kfz-Waschplatz östlich des Gebäudes 1563. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf mögliche Handhabungs- und Tropfverluste durch MKW und BTEX. [U6]

5.2.18.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 34 zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von beiden Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter BTEX und LCKW vorgesehen.

Auf der KVF 34 wurden aufgrund mangelnder Verdachtspunkte zwei Bohrungen auf der Fläche bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK niedergebracht und beide Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut.

5.2.18.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 34 befindet sich im Ost-Südosten der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 700 m². Der Nutzungszeitraum des Waschplatzes ist nicht bekannt. Es existiert eine Oberflächenversiegelung aus Beton. Im Rahmen von Untersuchungen aus dem Jahr 2007 im Bereich KVF 33 und KVF 34 wurden im Boden MKW, in der Bodenluft LHKW, sowie im Grundwasser MKW und LHKW nachgewiesen. Nähere Informationen zu Bohrtiefe, Lage und Anzahl der Bohrungen liegen nicht vor. [U6]

5.2.18.4 Boden- und Untergrundaufbau

In der Bohrung RKS 34/1 wurde unterhalb einer 0,21 m mächtigen Betondecke eine bis 2,10 m u. GOK reichende Auffüllung angetroffen. Von 0,21 m u. GOK bis 0,80 m u. GOK besteht die Auffüllung aus beigem sandigen Feinkies bis Mittelkies und Schotter, von 0,80 m u. GOK bis 1,70 m u. GOK besteht die Auffüllung aus braunem schwach feinkiesigem bis mittelkiesigem Feinsand bis Mittelsand. Von 1,70 m u. GOK bis 2,10 m u. GOK wird die Auffüllung aus dunkelgrauem feinsandig bis mittelsandigem Schluff gebildet. Unterlagert wird die Auffüllung von einem braunen feinsandigen bis mittelsandigen Schluff von halbfester Konsistenz. Aufgrund fehlender Hinweise konnte nicht abschließend geklärt werden ob es sich dabei um eine Auffüllung oder anstehendes Material handelt. In dem Auffüllungsbereich zwischen 0,80 m u. GOK und 2,10 m u. GOK wurden Ziegelbruchstücke als Fremdbestandteile registriert.

In der Bohrung RKS 34/2 wurde unter einer armierten Betonplatte von 0,25 m Mächtigkeit bis in eine Tiefe von 0,80 m u. GOK eine Auffüllung aus braunem feinsandigem bis mittelsandigem Kies erbohrt. Von 0,80 m u. GOK bis 1,90 m u. GOK folgt eine Auffüllung aus braunem bis dunkelbraunem, teilweise schluffigem, teilweise kiesigen Feinsand bis Mittelsand. Darunter folgt ein dunkelbrauner schwach sandiger, schluffiger Ton von steifer Konsistenz. Von 2,50 m u. GOK bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK wurde ein dunkelbrauner schwach schluffiger Feinsand bis Mittelsand erbohrt. In dem Auffüllungsbereich zwischen 0,80 m u. GOK und 1,90 m u. GOK wurden Keramikbruchstücke als Fremdbestandteile registriert.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 20 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

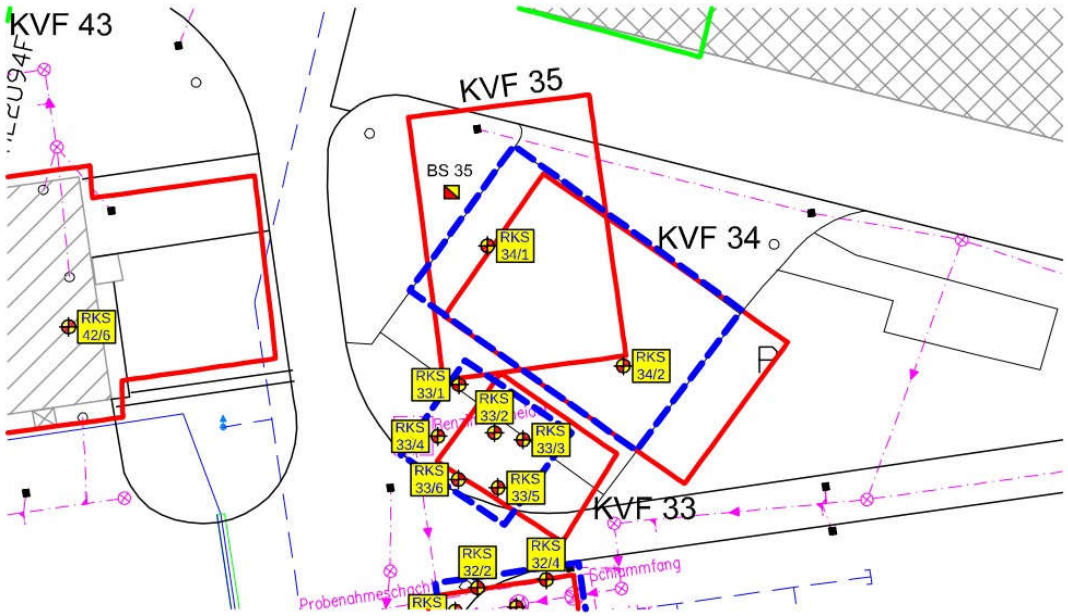


Abbildung 20: Lage der Untersuchungspunkte, KVF34

5.2.18.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der vier bis auf 3,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.18.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 71 entnommen werden.

Tabelle 71: Entnommene Proben KVF 34

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 34/1 0,21-0,8	Boden							1
RKS 34/1 0,8-1,7	Boden	1	1					
RKS 34/1 1,7-2,1	Boden	1						
RKS 34/1 2,1-3,0	Boden							1
RKS 34/1 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 34/2 0,25-0,8	Boden	1	1					
RKS 34/2 0,8-1,2	Boden							1
RKS 34/2 1,2-1,4	Boden							1
RKS 34/2 1,4-1,9	Boden	1						
RKS 34/2 1,9-2,5	Boden							1
RKS 34/2 2,5-3,0	Boden	1						
RKS 34/2 Bolu	Bodenluft					1	1	
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 34		**5**	**2**	**0**	**0**	**2**	**2**	**5**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 72 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 34 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 72: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 34

KVF 34	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 34/1 0,8-1,7	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 34/1 1,7-2,1	< 40	-	-	-	-
RKS 34/2 0,25-0,8	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 34/2 1,4-1,9	< 40	-	-	-	-
RKS 34/2 2,5-3,0	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 73 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 73: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 34

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 34/1 Bolu	0,499	0,020	0,020
RKS 34/2 Bolu	0,350	n. b.	n. b.

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.18.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwert-überschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (BTEX, LCKW) in der Bodenluft liegen keine Überschreitungen der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft oder Werten zur Gefahrenabschätzung gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Die Auflistung sämtlicher Einzelparameter und deren Gegenüberstellung mit den Orientierungswerten der LABO, den orientierenden Hinweisen auf Prüfwerte für leichtflüchtige Stoffe des Bundeslandes Baden-Württemberg, sowie den hilfsweise herangezogenen Beurteilungswerten des Merkblattes ALEX 02 für die Summen der Einzelparameter befindet sich in Anlage 5.2.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch LCKW und BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX und LCKW in der Bodenluft die jeweiligen Beurteilungswerte von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch LCKW oder BTEX.

Die Stoffe MKW und PAK waren in den analysierten Bodenproben nicht nachweisbar. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone für diese beiden Stoffe nicht zu erwarten.

5.2.18.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Hinsichtlich der Unsicherheit der Lage der im Jahr 2007 festgestellten Bodenverunreinigungen im Bereich KVF 33/KVF 34 ist jedoch festzuhalten, dass es auf KVF 33 durch die Abscheider konkrete Ansatzpunkte für die Bohrungen gab. Dort wurden keine auffälligen Schadstoffgehalte festgestellt. Da die Fläche der KVF 33 zudem kleiner ist als die Fläche der KVF 34 (100 m² zu 700 m²) ist davon auszugehen, dass KVF 33 mit sechs Bohrungen ausreichend erkundet wurde. Die Bodenverunreinigungen aus dem Jahr 2007 wurden daher vermutlich auf dem Bereich der KVF 34 festgestellt. Die aktuellen Untersuchungen deuten zumindest nicht auf eine großflächige Verunreinigung hin. Zudem ist die Fläche versiegelt. Bei Bodeneingriffen ist jedoch aufgrund der Untersuchungen aus dem Jahr 2007 mit erhöhten Schadstoffgehalten zu rechnen die zu einer Abfallrelevanz führen können. Wir empfehlen daher die Einstufung der Fläche KVF 34 in die Kategorie B.

Tabelle 74: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 34) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**B**

5.2.19 KVF 35 (Löschwasserbecken Nord)

5.2.19.1 Kontaminationshypothese

Im Bereich der Spinelli-Barracks sind Flächenbereiche als Kampfmittelverdachtsflächen ausgewiesen. Für die Flächen der Kategorie 2 besteht weiterer Erkundungsbedarf, da hier neben Kampfmitteln auch schädliche Bodenveränderungen durch die Verfüllung mit unbekannten Einlagerungen vermutet werden. Nach Informationen aus dem Bericht zur Phase I Untersuchung von CDM Smith aus dem Jahr 2015 [U6] befand sich ein Feuerlöschbecken östlich des Gebäudes 1563. Das Feuerlöschbecken ist mit unbekannten Einlagerungen verfüllt.

5.2.19.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurde für die KVF 35 ein Baggerschurf bis in eine Tiefe von 2,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW, PAK und SM n. KVO vorgesehen.

Auf der KVF 35 wurde ein Baggerschurf (BS 35) bis in eine Tiefe von 2,00 m u. GOK niedergebracht.

5.2.19.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 35 befindet sich im Ost-Südosten der Liegenschaft, östlich von Gebäude 1563 (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 430 m². Das Feuerlöschbecken wurde ca. 1944 eingerichtet und blieb bis mind. 1945 unverfüllt. Der weitere Nutzungszeitraum ist unbekannt. Die Fläche ist teilweise unversiegelt, teilweise existiert eine Oberflächenversiegelung aus Beton (teilweise Überbauung – Waschplatz KVF 34). [U6]

5.2.19.4 Boden- und Untergrundaufbau

In Baggerschurf BS 35 wurde bis in eine Tiefe von 0,10 m u. GOK ein aufgefüllter Oberboden aus schwach kiesigem, schwach schluffigem, graubraunem Sand angetroffen. Unterlagert wird der Oberboden bis in eine Tiefe von 0,70 m u. GOK von einer Auffüllung aus braunem kiesigen, schwach schluffigem Sand. Bis zur Endtiefe von 2,00 m u. GOK steht ein graubrauner bis beiger, schluffiger Sand an.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 21 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bodenprofile können Anlage 2 entnommen werden.

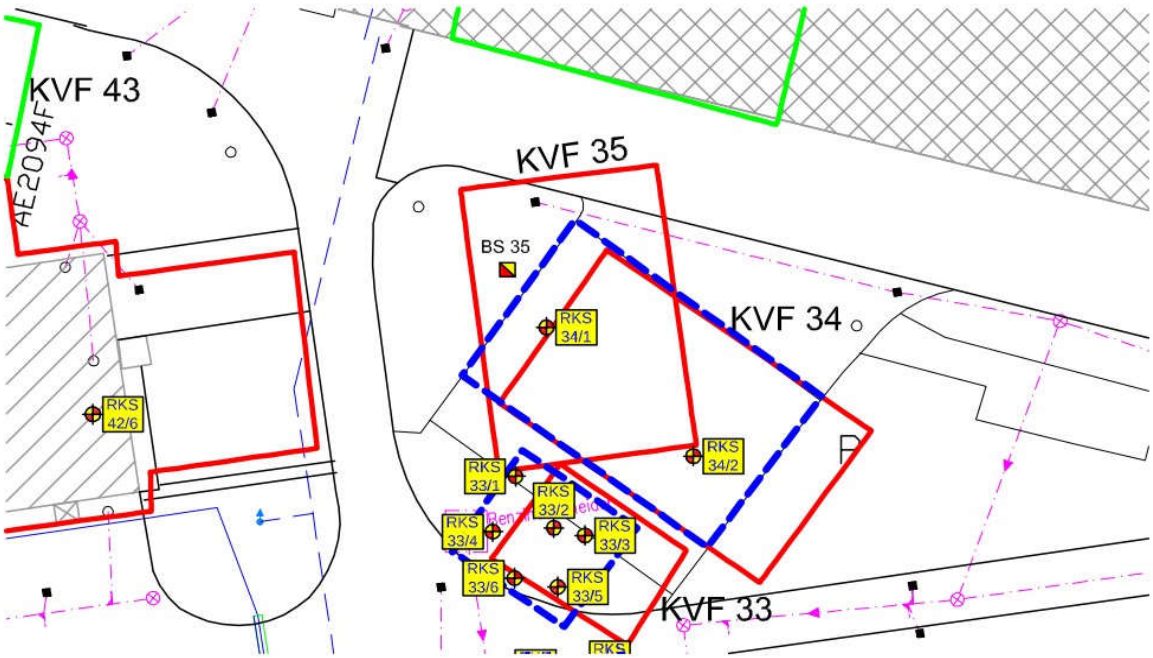


Abbildung 21: Lage der Untersuchungspunkte, KVF35

5.2.19.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde nicht angetroffen.

5.2.19.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 75 entnommen werden.

Tabelle 75: Entnommene Proben KVF 35

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
BS 35 0,1-0,7	Boden	1	1	1				
BS 35 0,7-2,0	Boden	1	1	1				
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 35		**2**	**2**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 76 sind die Untersuchungsergebnisse der organischen Schadstoffparameter und in Tabelle 77 die Untersuchungsergebnisse der Schwermetallparameter aus den im Bereich der KVF 15 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 76: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter (org. Schadstoffe) KVF 35

KVF 35	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BS 35 0,1-0,7	200	0,14	4,6	53,3	53,1
BS 35 0,7-2,0	< 40	< 0,05	0,18	1,89	1,89

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Tabelle 77: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter (Schwermetalle) KVF 35

KVF 35	Arsen	Blei	Cadmium	Chrom gesamt	Kupfer	Nickel	Quecksilber	Zink
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BS 35 0,1-0,7	5,8	419	0,3	15	11	21	< 0,07	64
BS 35 0,7-2,0	3,5	16	< 0,2	10	4	10	< 0,07	26

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.19.7 Auswertungen und Interpretationen

MKW wurden ausschliessich im oberen Bereich des Schurfes 0,1 – 1,7 m u. GOK und nachgewiesen. Im Tiefenbereich von 0,7 – 2,0 m u. GOK wurden keine MKW nachgewiesen. Bezüglich MKW im Boden liegen keine Prüfwertüberschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor.

PAK wurden in beiden Tiefenbereichen nachgewiesen. Dabei hält im oberen Bereich (0,1 – 0,7 m) der gemessene PAK-Gehalt den P-M3 (Gewerbeflächen) gemäß VwV Altlasten BW und der Einzelparameter Benzo(a)Pyren den Prüfwert für die Nutzung Park- und Freizeitanlagen gemäß BBodSchV. Im Tiefenbereich 0,7 -2,0 m liegen keine Prüfwertüberschreitungen für PAK oder den Einzelparameter Benzo(a)Pyren vor.

Mit Ausnahme von Quecksilber und Cadmium in Probe BS 35 0,1 - 0,7, wurden alle untersuchten Schwer- und Halbmetalle (Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink) in den beiden Proben nachgewiesen. Dabei halten bis auf Blei in der Probe aus dem oberen Bereich (0,1 - 0,7 m) alle gemessenen Werte die Prüfwerte für die Nutzung Kinderspielflächen gemäß BBodSchV ein. Für den Parameter Blei wird in der Probe BS 0,1 - 0,7 m der Prüfwert für die Nutzung Park- und Freizeitanlagen gemäß BBodSchV eingehalten. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). MKW wurde in der Probe BS 15 0,1 - 0,7 nachgewiesen. Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch MKW, ausgehend von einer hohen Mobilität (Ottokraftstoffe), trotz des geringen Schadstoffgehaltes zu erwarten. Da die nachgewiesene Konzentration von MKW in der Bodenprobe den Beurteilungswert von 2.500 mg/kg deutlich unterschreitet und in der Probe aus dem tiefer gelegenen Bereich nicht mehr nachgewiesen wurde, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch MKW.

PAK wurden in der Probe BS 35 0,1 - 0,7 (53,1 mg/kg EPA15) und in der Probe BS 35 0,7 - 2,0 m (1,89 mg/kg EPA15) nachgewiesen. Gemäß [U13] wäre für die Summe der PAK-Einzelparameter und den Einzelparameter Naphthalen (2 Benzolringe) eine Grundwassergefährdung zu erwarten. Für den Einzelparameter Benzo(a)Pyren wäre gemäß [U13] eine Grundwassergefährdung sogar wahrscheinlich. Durch die deutlich geringeren Stoffkonentrationen im direkt anschliessenden Tiefenbereich 0,7 m – 2,0 m u. GOK konnte jedoch eine vertikale Abgrenzung erfolgen. Aus gutachterlicher Sicht besteht daher für diesen Bereich derzeit kein akuter Handlungsbedarf.

Die Mobilität und Verfügbarkeit von Schwer- und Halbmetallen in Böden hängt von verschiedenen Faktoren, wie chemische Bindungsform, pH-Wert, Redoxpotential, Gehalt von organ. Kohlenstoffverbindungen und Tonmineralen in Böden, Anwesenheit von Komplexbildern, usw. ab. Für die Einschätzung der tatsächlichen Mobilität sind i.d.R. Elutions- und Extraktionsuntersuchungen erforderlich. Gemäß [U13] ist aufgrund der geringen Mobilität der Schwer- und Halbmetalle und der geringen Schadstoffgehalte im Boden, trotz der geringen Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone (keine Versiegelung), auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für die untersuchten Schwer- und Halbmetalle eine Grundwassergefährdung nicht zu erwarten.

5.2.19.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Im Schurf auf der KVF 35 wird im Tiefenbereich von 0,1 – 0,7 m u. GOK über den Wirkungspfad Boden → Mensch für den Einzelparameter Benzo(a)Pyren mit 4,5 mg/kg der Prüfwert für Park- und Freizeitanlagen (bis 10 mg/kg) der BBodSchV eingehalten.

Eine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser durch PAK wäre gemäß der Sickerwasserprognose HLUG SIWA [U13] zwar wahrscheinlich, mindestens jedoch zu erwarten, durch die vertikale Abgrenzung wird aus gutachterlicher Sicht jedoch kein akuter Handlungsbedarf gesehen. Die Bodenkontamination ist zu dokumentieren, damit bei einer Nutzungsänderung oder bei Infrastrukturmaßnahmen eine Neubewertung durchgeführt werden kann. Daraus kann sich u. U. ein neuer Handlungsbedarf ergeben. Die festgestellten Stoffgehalte für PAK, dem Einzelparameter Benzo(a)Pyren und Blei können bei Bodeneingriffsmaßnahmen zu einer Abfallrelevanz führen. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 35 in die Kategorie B.

Tabelle 78: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 35) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**B**

Wir empfehlen bei Bodeneingriffsmaßnahmen in diesem Bereich eine fachgutachterliche Begleitung vorzusehen.

5.2.20 KVF 36 (Altöltank südl. Gebäude 1567)

5.2.20.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 36 um einen 5.000 L Altöltank (unterflur) südlich des Gebäudes 1567. Der formulierte Kontaminationsverdacht im südlichen Bereich des Gebäudes 1567 basiert auf mögliche Verluste von Altöl durch mögliche Leckagen am Tank und an Tankleitungen sowie Handhabungs- und Tropfverlusten. Laut dem Bericht zur Phase I Untersuchung von CDM Smith [U6] wurde im Jahr 1991 bereits eine Untersuchung in der Nähe des Altöltanks durchgeführt, bei der konkrete Hinweise auf Kontaminationen (100 mg/kg MKW) festgestellt wurden.

5.2.20.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurde für die KVF 36 eine Bohrung bis 4,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK vorgesehen.

Auf der KVF 36 wurden zwei Bohrungen im Umfeld des Altöltanks bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK niedergebracht und die Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK analysiert. Aufgrund des o.a. Kontaminationsverdachtes und Größe der vorgefundenen Einrichtung wurde vor Ort eine zweite Bohrung für sinnvoll erachtet und durchgeführt.

5.2.20.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 36 befindet sich im Südosten der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 45 m². Nutzungszeitraum und Baujahr für den Altöltank sind nicht bekannt. Es existiert eine Oberflächenversiegelung aus Beton [U6].

5.2.20.4 Boden- und Untergrundaufbau

In den Bohrungen auf KVF 36 wurde unterhalb einer 0,27 m mächtigen Betonversiegelung bis in eine Tiefe von 0,40 m u. GOK (RKS 36/1) bzw. 0,50 m u. GOK (RKS 36/2) eine Auffüllung aus graubraunem sandigen Feinkies bis Mittelkies und Schotter erbohrt. Unter dieser ersten Auffüllung wurde bis in eine Tiefe von 2,30 m u. GOK (RKS 36/1) bis 2,70 m u. GOK (RKS 36/2) eine Auffüllung aus dunkelbraunem schwach feinkiesigem, schwach mittelkiesigem Feinsand bis Mittelsand, mit Ziegelbruchstücken als Fremdbestandteile angetroffen. In der bis 3,40 m u. GOK (RKS 36/1) bis 3,50 m u. GOK (RKS 36/2) unterlagernden Schicht aus hellbraunem Feinsand bis Mittelsand konnte aufgrund der fehlenden Hinweise nicht abschließend geklärt werden ob es sich um eine Auffüllung oder um anstehendes Material handelt. Bis zur jeweiligen Endtiefe von 4,00 m u. GOK wurde in beiden Bohrungen ein hellbrauner, stark feinkiesiger bis stark mittelkiesiger Feinsand bis Mittelsand erbohrt.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 22 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.



Abbildung 22: Lage der Untersuchungspunkte, KVF36

5.2.20.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der zwei bis auf 4,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.20.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 79 entnommen werden.

Tabelle 79: Entnommene Proben KVF 36

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 36/1 0,27-0,4	Boden							1
RKS 36/1 0,4-1,3	Boden							1
RKS 36/1 1,3-2,3	Boden	1	1					
RKS 36/1 2,3-3,4	Boden							1
RKS 36/1 3,4-4,0	Boden	1						
RKS 36/2 0,27-0,5	Boden							1
RKS 36/2 0,5-1,0	Boden							1
RKS 36/2 1,0-1,9	Boden	1	1					
RKS 36/2 1,9-2,7	Boden							1
RKS 36/2 2,7-3,5	Boden	1						
RKS 36/2 3,5-4,0	Boden							1
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 36		**4**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**7**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 80 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 36 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 80: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 36

KVF 36	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 36/1 1,3-2,3	< 40	< 0,05	0,12	1,09	1,09
RKS 36/1 3,4-4,0	< 40	-	-	-	-
RKS 36/2 1,0-1,9	< 40	< 0,05	0,24	2,76	2,76
RKS 36/2 2,7-3,5	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.20.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwert-überschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2

aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). MKW wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone für diesen Stoff nicht zu erwarten.

Gemäß [U13] ist aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter in den Proben, der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und der geringen Schadstoffgehalte im Boden eine Grundwassergefährdung, auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.20.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse aus Phase IIa nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 36 in die Kategorie A.

Tabelle 81: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 36) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 36 nicht zu erwarten.

5.2.21 KVF 37 (Werkstatthalle Gebäude 1567)

5.2.21.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 37 um eine ehemalige Werkstatthalle mit Reparaturhalle und Wartungsgrube. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf der Historie der Fläche. [U6] Kontaminationsträchtige Faktoren sind Handhabungs-, Betankungs-, Tropfverluste, sowie die Lagerung von Betriebsmitteln. [U6]

5.2.21.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 37 sechs Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von drei Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter BTEX und LCKW vorgesehen.

Auf der KVF 37 wurden in der Halle im Bereich der Montagegruben sechs Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK niedergebracht und drei der Bohrungen (RKS 37/1, RKS 37/3, RKS 37/4) zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut.

5.2.21.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 37 (Gebäude 1567) befindet sich im Südosten der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 1.600 m². Der Nutzungszeitraum für die Kfz-Halle wird in [U6] mit ca. 1937 bis 2014 angegeben. Es existiert eine Oberflächenversiegelung aus Beton.

5.2.21.4 Boden- und Untergrundaufbau

In allen Bohrungen wurde eine verschieden mächtige Betonversiegelung (0,20 m bis 0,46 m) angetroffen. In den Bohrungen RKS 37/1, RKS 37/3, RKS 37/5 und RKS 37/6 reichen die darunter liegenden Auffüllungen von unterschiedlicher Zusammensetzung aus schwach feinkiesigem Feinsand bis Mittelsand, teilweise mit Betonbruchstücken und schluffigem Sand bis in eine Tiefe von 1,30 m u. GOK. Darunter steht bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK ein hellbrauner Feinsand bis Mittelsand an. In RKS 37/4 folgt unter der Auffüllung von 0,60 m u. GOK bis 2,40 m u. GOK ein brauner schluffiger Sand. Hierbei konnte aufgrund fehlender Hinweise nicht abschließend geklärt werden ob es sich dabei um eine Auffüllung oder um anstehendes material handelt. Bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK steht hier ebenfalls der braune Feinsand bis Mittelsand an. In RKS 37/2 wurde unterhalb der Betondecke (0,00 m u. GOk bis 0,21 m u. GOK) bis in 3,00 m u. GOK die Auffüllung aus braunem schwach feinkiesigem bis schwach mittelkiesigem Feinsand bis Mittelsand mit Schotter und Betonbruchstücken nicht durchbohrt.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 23 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

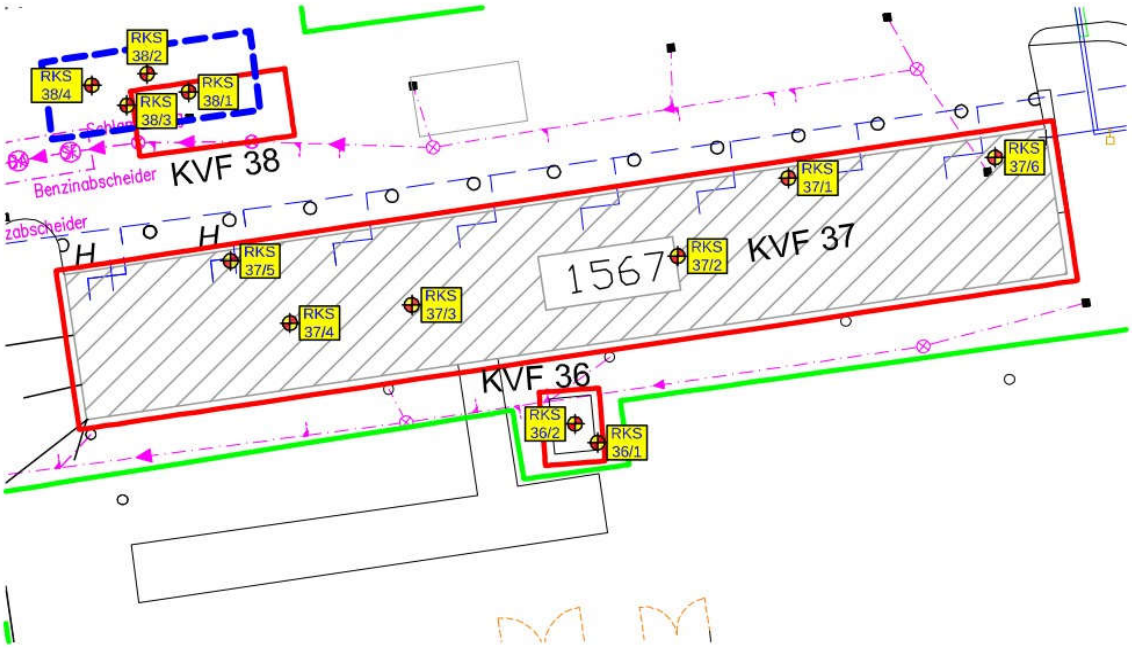


Abbildung 23: Lage der Untersuchungspunkte, KVF37

5.2.21.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der sechs bis auf 3,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.21.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 82 entnommen werden.

Tabelle 82: Entnommene Proben KVF 37

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 37/1 0,46-1,2	Boden	1	1					
RKS 37/1 1,2-2,0	Boden	1						
RKS 37/1 2,0-3,0	Boden							1
RKS 37/1 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS37/2 0,21-1,0	Boden	1	1					
RKS37/2 1,0-2,0	Boden	1						
RKS 37/2 2,0-3,0	Boden							1
RKS 37/3 0,28-1,1	Boden	1	1					
RKS 37/3 1,1-2,0	Boden	1						
RKS 37/3 2,0-3,0	Boden	1						
RKS 37/3 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 37/4 0,31-0,6	Boden	1	1					
RKS 37/4 0,6-1,6	Boden							1
RKS 37/4 1,6-2,4	Boden	1						
RKS 37/4 2,4-3,0	Boden							1
RKS 37/4 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 37/5 0,21-1,2	Boden	1	1					
RKS 37/5 1,2-2,0	Boden							1
RKS 37/5 2,0-3,0	Boden	1						
RKS 37/6 0,2-0,4	Boden	1						
RKS 37/6 0,4-1,3	Boden	1	1					
RKS 37/6 1,3-2,0	Boden							1
RKS 37/6 2,0-3,0	Boden							1
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 37		**13**	**6**	**0**	**0**	**3**	**3**	**7**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 83 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 37 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 83: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 37

KVF 37	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 37/1 0,46-1,2	< 40	< 0,05	0,38	4,54	4,54
RKS 37/1 1,2-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS37/2 0,21-1,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS37/2 1,0-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS 37/3 0,28-1,1	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 37/3 1,1-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS 37/3 2,0-3,0	< 40	-	-	-	-
RKS 37/4 0,31-0,6	< 40	0,06	1,8	21,1	21,0
RKS 37/4 1,6-2,4	< 40	-	-	-	-
RKS 37/5 0,21-1,2	< 40	< 0,05	0,10	0,95	0,95
RKS 37/5 2,0-3,0	< 40	-	-	-	-
RKS 37/6 0,2-0,4	< 40	-	-	-	-
RKS 37/6 0,4-1,3	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 84 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 84: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 37

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 37/1 Bolu	0,563	1,530	1,530
RKS 37/3 Bolu	0,106	2,880	2,880
RKS 37/4 Bolu	0,298	1,580	1,580

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Der Hauptbestandteil der gemessenen LCKW-Summe wird in allen drei Bodenluftproben aus dem Einzelparameter Tetrachlorethen gebildet.

5.2.21.7 Auswertungen und Interpretationen

In keiner der auf MKW analysierten Proben wurden MKW nachgewiesen. Gemäß ALEX 02 liegt bezüglich des Parameters MKW im Boden keine Überschreitung der Orientierungswerte vor.

In den Proben RKS 37/1 0,46-1,2 (4,54 mg/kg EPA15), RKS 37/4 0,31-0,6 (21,0 mg/kg) und RKS 37/5 0,21-1,2 (0,95 mg/kg) wurden PAK nachgewiesen. Mit Ausnahme der Probe RKS 37/4 0,31-0,6 halten alle PAK-Gehalte im Boden der Prüfwert P-M1 (Kinderspielflächen) gemäß VwV Altlasten ein. In der Probe RKS 37/4 0,31-0,6 wird der P-M2 (Siedlungsflächen)

eingehalten. Der Prüfwert für den Einzelparameter Benzo(a)Pyren gemäß BBodSchV für Kinderspielflächen wird dabei nicht überschritten. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV [U19], den Orientierungswerten VwV Altlasten BW [U11] und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 [U17] ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Die Bodenluftkonzentrationen der Einzelparameter für BTEX und LCKW unterschreiten die orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft gemäß LABO [U14]. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.2 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Aufgrund der hohen Mobilität der LCKW und der mittleren Mobilität der BTEX ist trotz der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone (bei LCKW irrelevant, da hohe Mobilität) und der geringen Schadstoffgehalte in der Bodenluft eine Grundwassergefährdung zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX und LCKW in der Bodenluft die jeweiligen Beurteilungswerte von 5 mg/m³ im Fall von BTEX zwar deutlich unterschreiten, im Fall von LCKW jedoch in allen drei Bodenluftproben den Beurteilungswert nur geringfügig unerschreiten, wird aus gutachterlicher Sicht empfohlen diesen Bereich weiter zu beobachten.

MKW wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwasser-gefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone für diesen Stoff nicht zu erwarten.

Gemäß [U13] ist aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter in den Proben, der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone, trotz des hohen Schadstoffgehaltes im Boden im Bereich der RKS 37/4 eine Grundwassergefährdung, auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.21.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Beurteilungswert gemäß HLUG SIWA für LCKW wird jedoch in allen drei analysierten Bodenluftproben nur geringfügig unterschritten. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Bei Entsiegelungs- und Rückbaumaßnahmen ist der Wirkungspfad Boden → Mensch neu zu betrachten. Die festgestellten Stoffkonzentrationen stellen zum gegenwärtigen Zeitpunkt und für die gegenwärtige Nutzung keine Gefährdung dar. Sie sind zu dokumentieren, damit bei einer Nutzungsänderung oder bei Infrastrukturmaßnahmen eine Neubewertung durchgeführt werden kann. Daraus kann sich u. U. ein neuer Handlungsbedarf ergeben. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 37 in die Kategorie B.

Tabelle 85: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 37) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**B**

Da anhand der vorliegenden Daten, bezüglich der PAK-Werte in den Bohrungen RKS 37/1, RKS 37/4 und RKS 37/5 keine Abgrenzung gegen die Tiefe vorhanden ist, wird empfohlen bei Bodeneingriffsmaßnahmen in diesem Bereich eine fachgutachterliche Begleitung vorzusehen.

Die festgestellten Stoffgehalte für PAK und dem Einzelparameter Benzo(a)Pyren können bei Bodeneingriffsmaßnahmen zu einer Abfallrelevanz führen.

5.2.22 KVF 38 (Leichtflüssigkeitsabscheider (3x) nördl. Gebäude 1567)

5.2.22.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 38 um drei Leichtflüssigkeitsabscheider (unterflur) unbekannter Größe nordwestlich des Gebäudes 1567. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf einer angetroffenen Abscheideranlage westlich des Gebäudes 1567. Kontaminationen können durch mögliche Leckagen- und Handhabungsverlusten von Benzin, Öl und mineralölhaltigen Flüssigkeiten auftreten. Es liegen keine Informationen über bereits durchgeführte Untersuchungen vor. [U6]

5.2.22.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 38 vier Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von zwei Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter BTEX vorgesehen.

Aus der KVF 38 wurden im Umfeld der Schachtdeckel der Leichtflüchtigkeitsabscheider drei Bohrungen (RKS 38/1, RKS 38/2 und RKS 38/3) bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK, sowie eine Bohrung (RKS 38/4) bis in eine Tiefe von 4,70 m u. GOK (kein weiterer Bohrfortschritt) niedergebracht und zwei der Bohrungen (RKS 38/1 und RKS 38/3) zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut. Da der anstehende Boden bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK nicht erreicht wurde, musste davon ausgegangenen werden dass der ursprüngliche Aushub und somit die Sohle des Ölabscheiders tiefer lag. Daher erfolgt vor Ort die Entscheidung, die Kleinrammbohrung bis in eine Tiefe von 5,00 m u. GOK auszuführen.

5.2.22.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 38 befindet sich im Südosten der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2), nordwestl. Gebäude 1567 und umfasst eine Fläche von ca. 100 m². Baujahr und Nutzungszeitraum für die Leichtflüssigkeitsabscheider sind nicht bekannt. Es existiert eine Oberflächenversiegelung aus Asphalt.

5.2.22.4 Boden- und Untergrundaufbau

In den Bohrungen RKS 38/1, RKS 38/2 und RKS 38/3 wurde unter 0,10 m dicken Verbundsteinen bis in eine Tiefe von bis zu 0,50 m u. GOK eine graue bis graubraune Auffüllung aus stark feinkiesigem bis stark mittelkiesigem Sand und Schotter erbohrt. Unter dieser ersten Auffüllung wurde bis zur jeweiligen Endtiefe von 3,00 m u. GOK eine Auffüllung aus braunem, schwach feinkiesigem bis schwach mittelkiesigem Feinsand bis Mittelsand und Schotter mit Betonbruchstücken angetroffen. In der Bohrung RKS 38/4 wurde unter den Verbundsteinen bis in eine Tiefe von 0,30 m u. GOK zunächst eine Auffüllung aus braunem feinsandigen, schwach kiesigen Mittelsand erbohrt. Bis in 1,10 m u. GOK folgt eine Auffüllung aus graubraunem kiesigem, schwach steinigem Sand. Von 1,20 m u. GOK bis 4,60 m u. GOK folgt eine Auffüllung aus braunem feinsandigen Mittelsand. Bis zur Endtiefe von 4,70 m u. GOK folgt ein brauner, sandiger, schwach steiniger Kies. Dabei konnte aufgrund fehlender Hinweise nicht abschließend geklärt werden ob es sich um eine Auffüllung oder um anstehendes Material handelt. In einer Tiefe von 4,70 m u. GOK konnte kein weiterer Bohrfortschritt erzählt werden.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 24 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

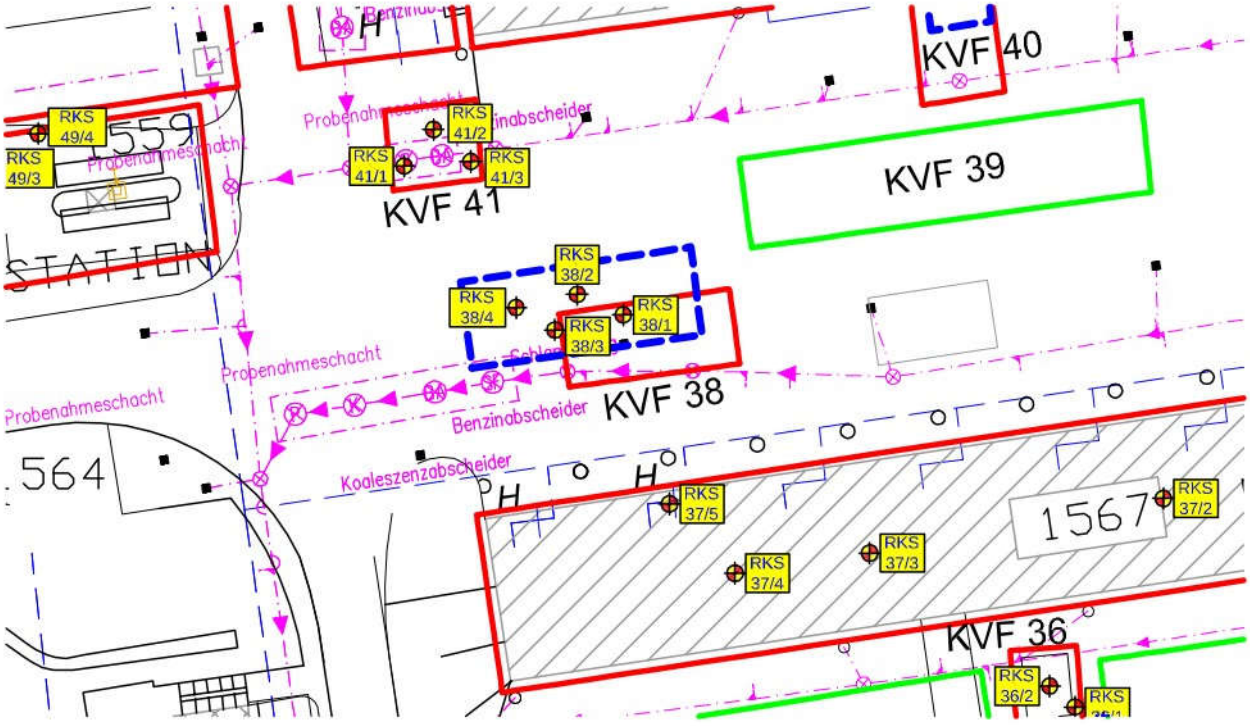


Abbildung 24: Lage der Untersuchungspunkte, KVF38

5.2.22.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde keiner der vier bis in eine Maximaltiefe von 4,70 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.22.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 86 entnommen werden.

Tabelle 86: Entnommene Proben KVF 38

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 38/1 0,1-0,6	Boden							1
RKS 38/1 0,6-1,0	Boden							1
RKS 38/1 1,0-2,0	Boden	1						
RKS 38/1 2,0-3,0	Boden	1	1					
RKS 38/1 Bolu	Bodenluft						1	
RKS 38/2 0,1-0,7	Boden							1
RKS 38/2 0,7-1,0	Boden							1
RKS 38/2 1,0-2,0	Boden	1	1					
RKS 38/2 2,0-3,0	Boden	1						
RKS 38/3 0,1-0,5	Boden							1
RKS 38/3 0,5-1,0	Boden							1
RKS 38/3 1,0-2,0	Boden	1						
RKS 38/3 2,0-3,0	Boden	1	1					
RKS 38/3 Bolu	Bodenluft						1	
RKS 38/4 0,3-1,1	Boden							1
RKS 38/4 1,1-2,1	Boden							1
RKS 38/4 2,1-3,1	Boden	1						
RKS 38/4 3,1-4,6	Boden	1	1					
RKS 38/4 4,6-4,7	Boden							1
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 38		**8**	**4**	**0**	**0**	**0**	**2**	**9**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 87 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 38 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 87: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 38

KVF 38	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 38/1 1,0-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS 38/1 2,0-3,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 38/2 1,0-2,0	< 40	< 0,05	0,07	0,75	0,75
RKS 38/2 2,0-3,0	< 40	-	-	-	-

KVF 38	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 38/3 1,0-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS 38/3 2,0-3,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 38/4 2,1-3,1	< 40	-	-	-	-
RKS 38/4 3,1-4,6	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 88 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 88: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 38

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 38/1 Bolu	0,821	-	-
RKS 38/3 Bolu	0,834	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.22.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwertüberschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 uaufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Bezüglich des analysierten Schadstoffes BTEX in der Bodenluft liegen keine Überschreitungen der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft oder Werten zur Gefahrenabschätzung gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Die Auflistung sämtlicher Einzelparameter und deren Gegenüberstellung mit den Orientierungswerten der LABO, den orientierenden Hinweisen auf Prüfwerte für leichtflüchtige Stoffe des Bundeslandes Baden-Württemberg, sowie den hilfsweise herangezogenen Beurteilungswerten des Merkblattes ALEX 02 für die Summen der Einzelparameter befindet sich in Anlage 5.2.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX in der Bodenluft den Beurteilungswert von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch BTEX.

MKW waren in den analysierten Bodenproben nicht nachweisbar. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone für diesen Stoff nicht zu erwarten.

PAK wurden ausschliesslich in Probe RKS 38/2 1,0-2,0 (0,75 mg/kg EPA15) nachgewiesen. Aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter, der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und der geringen Schadstoffgehalte im Boden ist eine Grundwassergefährdung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.22.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 38 in die Kategorie A.

Tabelle 89: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 38) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 38 nicht zu erwarten.

5.2.23 KVF 40 (Altöltank südl. Gebäude 1563)

5.2.23.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 40 um einen 3.000 L Altöltank (unterflur) südlich des Gebäudes 1563. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf mögliche Verluste von Altöl durch mögliche Leckagen am Tank und an Tankleitungen sowie Handhabungs- und Tropfverlusten. [U6]

5.2.23.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurde für die KVF 40 eine Bohrung bis 4,0 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK vorgesehen.

Auf der KVF 40 wurde eine Bohrung im Umfeld des Altöltanks bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK niedergebracht und die Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK analysiert.

5.2.23.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 40 befindet sich im Südosten der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 45 m². Baujahr und Nutzungszeitraum für den Altöltank sind nicht bekannt. Es existiert eine Oberflächenversiegelung aus Beton. [U6]

5.2.23.4 Boden- und Untergrundaufbau

Unterhalb einer 0,28 m mächtigen Betondecke wurde in RKS 40/1 bis 0,40 m u. GOK eine Auffüllung aus grauem schwach sandigem Feinkies bis Mittelkies und Schotter angetroffen. Unterlagert wird die Auffüllung von einer Schicht aus braunem Feinsand bis Mittelsand, die bis zur Endtiefe der Bohrung bei 4,00 m u. GOK nicht durchbohrt wurde. Aufgrund fehlender Hinweise konnte nicht abschließend geklärt werden ob es sich bei der Schicht aus Feinsand bis Mittelsand um eine Auffüllung oder anstehendes Material handelt.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 25 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

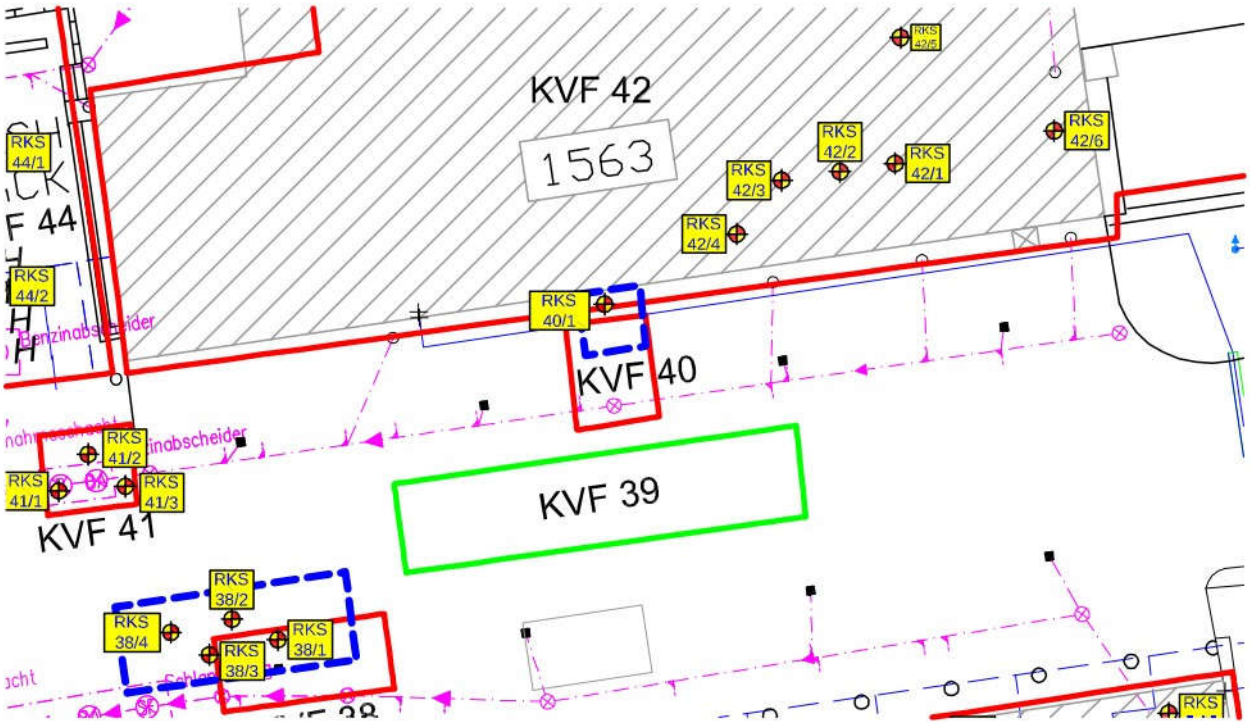


Abbildung 25: Lage der Untersuchungspunkte, KVF40

5.2.23.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in der bis auf 4,00 m u. GOK abgeteuften Bohrung nicht angetroffen.

5.2.23.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 90 entnommen werden.

Tabelle 90: Entnommene Proben KVF 40

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 40/1 0,28-0,4	Boden							1
RKS 40/1 0,4-1,0	Boden							1
RKS 40/1 1,0-2,0	Boden	1	1					
RKS 40/1 2,0-3,0	Boden	1	1					
RKS 40/1 3,0-4,0	Boden							1
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 40		**2**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**3**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 91 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 40 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 91: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 40

KVF 40	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 40/1 1,0-2,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 40/1 2,0-3,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.23.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwertüberschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). MKW und PAK waren in den analysierten Bodenproben nicht nachweisbar. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone aufgrund der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für diese Stoffe nicht zu erwarten.

5.2.23.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 40 in die Kategorie A.

Tabelle 92: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 40) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 40 nicht zu erwarten.

5.2.24 KVF 41 (Leichtflüssigkeitsabscheider (2x) südl. Gebäude 1563)

5.2.24.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 41 um zwei Leichtflüssigkeitsabscheider (unterflur) unbekannter Größe südlich des Gebäudes 1563. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf einer angetroffenen Abscheideranlage. Kontaminationen können durch Leckagen- und Handhabungsverlusten von Benzin, Öl und mineralölhaltigen Flüssigkeiten auftreten. [U6]

5.2.24.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 41 drei Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von zwei Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter BTEX vorgesehen.

Auf der KVF 41 wurden drei Bohrungen in direktem Umfeld der vorgefundenen Schachtdeckel bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK niedergebracht und zwei Bohrungen (RKS 41/1 und RKS 41/2) zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut.

5.2.24.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 41 (südl. Gebäude 1563) befindet sich im Südosten der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 60 m². Baujahr und Nutzungszeitraum für die Leichtflüssigkeitsabscheider sind nicht bekannt. Es existiert eine Oberflächenversiegelung aus Beton. [U6]

5.2.24.4 Boden- und Untergrundaufbau

In den Bohrungen RKS 41/1 und RKS 41/3 wurde unter einer Versiegelung aus Verbundstein mit einer Mächtigkeit von 0,10 m, sowie in RKS 41/2 unter einer 0,12 m mächtigen Schwarzdecke, eine 0,40 m bis 0,50 m mächtige dunkelgraue bis graubraune, feininkiesige bis mittelkiesige Auffüllung aus Sand erbohrt. In RKS 41/3 wurden in der Auffüllung Schwarzdeckenreste, sowie ein schwacher PAK Geruch registriert. Die Auffüllung wird bis zur Endtiefe der jeweiligen Bohrungen von einem braunen schwach fein- bis mittelkiesigen Feinsand bis Mittelsand unterlagert.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 26 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

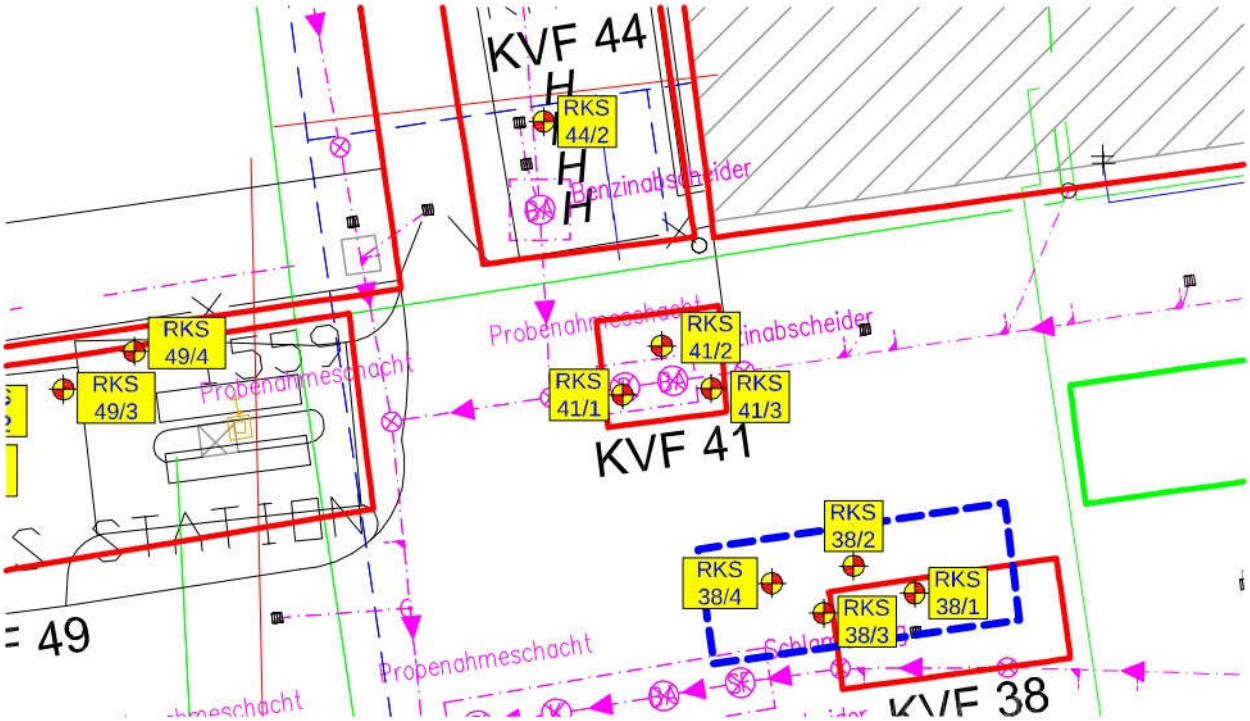


Abbildung 26: Lage der Untersuchungspunkte, KVF41

5.2.24.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der drei bis auf 3,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.24.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 93 entnommen werden.

Tabelle 93: Entnommene Proben KVF 41

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 41/1 0,1-0,6	Boden							1
RKS 41/1 0,6-1,0	Boden							1
RKS 41/1 1,0-2,0	Boden	1						
RKS 41/1 2,0-3,0	Boden	1	1					
RKS 41/1 Bolu	Bodenluft						1	
RKS 41/2 0,12-0,5	Boden							1
RKS 41/2 0,5-1,0	Boden							1
RKS 41/2 1,0-2,0	Boden	1	1					
RKS 41/2 2,0-3,0	Boden	1						

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 41/2 Bolu	Bodenluft						1	
RKS 41/3 0,1-0,5	Boden							1
RKS 41/3 0,5-1,0	Boden							1
RKS 41/3 1,0-2,0	Boden	1						
RKS 41/3 2,0-3,0	Boden	1	1					
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 41		**6**	**3**	**0**	**0**	**0**	**2**	**6**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 94 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 41 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 94: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 41

KVF 41	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 41/1 1,0-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS 41/1 2,0-3,0	< 40	< 0,05	0,06	0,31	0,31
RKS 41/2 1,0-2,0	< 40	< 0,05	< 0,59	9,55	9,55
RKS 41/2 2,0-3,0	< 40	-	-	-	-
RKS 41/3 1,0-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS 41/3 2,0-3,0	< 40	< 0,05	0,08	0,56	0,56

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 95 sind die Summenparameter für BTEX aufgelistet.

Tabelle 95: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 41

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 41/1 Bolu	0,764	-	-
RKS 41/2 Bolu	1,170	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Den größten Anteil an den gemessenen Summen der BTEX haben jeweils die beiden Einzelparameter Toluol und m-/p-Xylol.

5.2.24.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich des analysierten Schadstoffes MKW im Boden liegen keine Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor.

PAK wurden in allen drei auf PAK analysierten Proben RKS 41/1 2,0-3,0 (0,31 mg/kg EPA15), RKS 41/2 1,0-2,0 (9,55 mg/kg EPA15) und RKS 41/2 2,0-3,0 (0,45 mg/kg EPA15) nachgewiesen. Mit Ausnahme der Probe RKS 41/2 1,0-2,0 wird in allen auf PAK analysierten Proben der Prüfwert P-M1 (Kinderspielflächen) eingehalten. Dabei hält der Einzelparameter Benzo(a)Pyren in allen auf PAK untersuchten Proben den Prüfwert für die Nutzung Kinderspielflächen gemäß BBodSchV ein. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Die Bodenluftkonzentrationen der Einzelparameter für BTEX unterschreiten die orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft gemäß LABO [U14]. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.2 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesene Konzentration von BTEX in der Bodenluft den Beurteilungswert von 5 mg/m³ deutlich unterschreitet, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch BTEX.

MKW wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwasser-gefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone für diesen Stoff nicht zu erwarten.

Gemäß [U13] ist aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter in den Proben, der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und der geringen Schadstoffgehalte im Boden eine Grundwassergefährdung, auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.24.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse aus Phase IIa nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 41 in die Kategorie A.

Tabelle 96: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 41) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Da anhand der vorliegenden Daten, bezüglich der PAK-Werte in der Bohrung RKS 41/2, keine Abgrenzung gegen die Tiefe vorhanden ist, wird empfohlen bei Bodeneingriffsmaßnahmen in diesem Bereich eine fachgutachterliche Begleitung vorzusehen.

Die festgestellten Stoffgehalte für PAK im Bereich der Bohrung RKS 41/2 können bei Bodeneingriffsmaßnahmen zu einer Abfallrelevanz führen.

5.2.25 KVF 42 (Werkstatthalle, Gefahrstofflager Gebäude 1563)

5.2.25.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 42 um eine Kfz-Halle mit Reparaturhalle und Wartungsgrube, sowie einer Gaststätte. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf der Historie der Fläche. Kontaminationen können durch Leckagen- und Handhabungsverlusten von Benzin, Öl und mineralölhaltigen Flüssigkeiten sowie LCKW nicht ausgeschlossen werden. [U6]

5.2.25.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 42 zehn Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von fünf Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter LCKW und BTEX vorgesehen.

Da im Bereich der KVF 42 nicht genügend Anhaltspunkte für weitere Bohrungen und kein Fremdmaterial in den Bohrungen mit homogenem Bodenaufbau vorgefunden wurden, wurde die Anzahl der Bohrungen auf sieben beschränkt. Alle sieben Bohrungen (vier davon in den Montagegruben) wurden bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK niedergebracht und fünf Bohrungen (RKS 42/1, RKS 42/3, RKS 42/4, RKS 42/6 und RKS 42/7) zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut.

5.2.25.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 42 (Gebäude 1563) befindet sich im Südosten der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 2.500 m². Der Nutzungszeitraum für das Gebäude wird in [U6] mit 1937 bis 2014 angegeben. Es existiert eine Oberflächenversiegelung aus Beton. 1991 wurden angrenzend an das Gebäude Untersuchungen durchgeführt und keine MKW im Boden oder CKW, BTEX in der Bodenluft nachgewiesen. [U6]

5.2.25.4 Boden- und Untergrundaufbau

In allen Bohrungen der KVF 42 wurde unter einer 0,17 m bis 0,31 m mächtigen Betondecke bis zur jeweiligen Endtiefe von 3,00 m u. GOK eine Schicht aus hellbraunem Feinsand bis Mittelsand erbohrt. Fremdbestandteile wurden in der Schicht nicht registriert. Ob es sich bei der Schicht um eine Auffüllung oder um anstehendes Material handelt konnte aufgrund fehlender Hinweise nicht abschließend geklärt werden.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 27 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

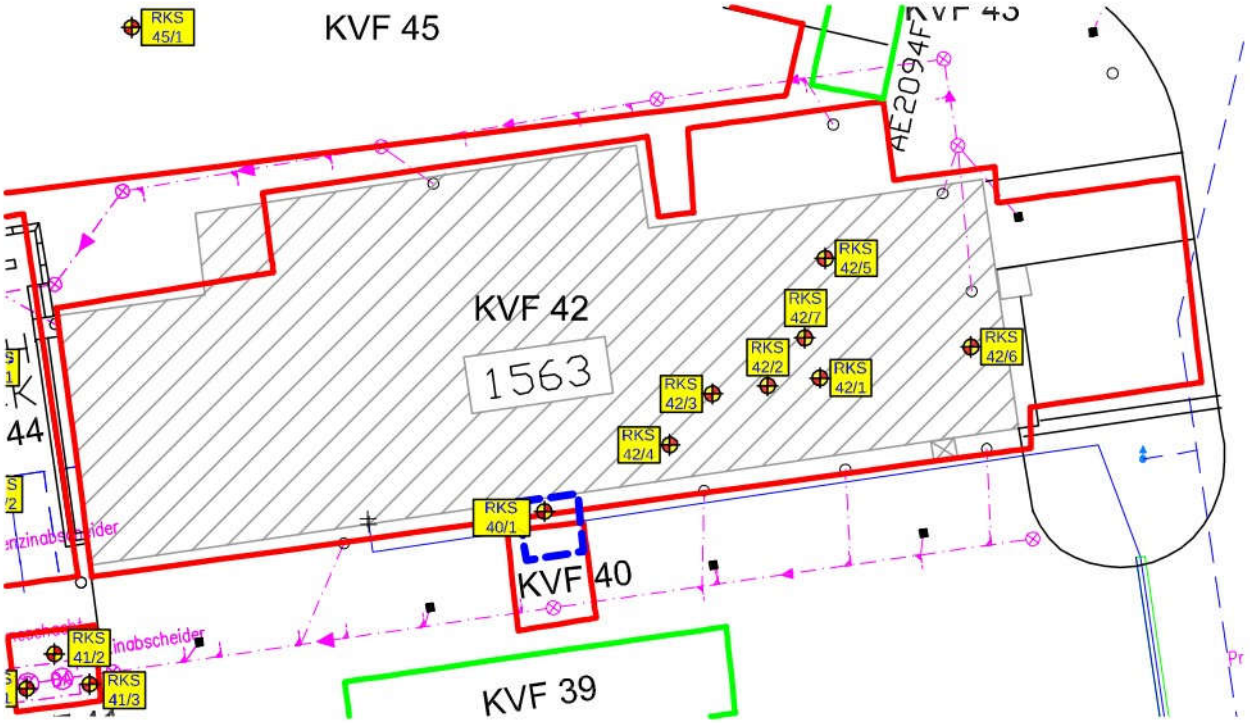


Abbildung 27: Lage der Untersuchungspunkte, KVF42

5.2.25.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der drei bis auf 3,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.25.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 97 entnommen werden.

Tabelle 97: Entnommene Proben KVF 42

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 42/1 0,31-1,0	Boden	1	1					
RKS 42/1 1,0-2,0	Boden	1						
RKS 42/1 2,0-3,0	Boden	1						
RKS 42/1 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 42/2 0,17-1,0	Boden	1	1					
RKS 42/2 1,0-2,0	Boden	1						
RKS 42/2 2,0-3,0	Boden							1

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 42/3 0,33-1,0	Boden	1	1					
RKS 42/3 1,0-2,0	Boden							1
RKS 42/3 2,0-3,0	Boden	1						
RKS 42/3 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 42/4 0,32-1,0	Boden	1	1					
RKS 42/4 1,0-2,0	Boden	1						
RKS 42/4 2,0-3,0	Boden	1						
RKS 42/4 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 42/5 0,31-1,0	Boden	1	1					
RKS 42/5 1,0-2,0	Boden							1
RKS 42/5 2,0-3,0	Boden	1						
RKS 42/6 0,3-1,0	Boden	1						
RKS 42/6 1,0-2,0	Boden	1	1					
RKS 42/6 2,0-3,0	Boden	1						
RKS 42/6 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 42/7 0,21-1,0	Boden	1	1					
RKS 42/7 1,0-2,0	Boden	1						
RKS 42/7 2,0-3,0	Boden							1
RKS 42/7 Bolu	Bodenluft					1	1	
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 42		**17**	**7**	**0**	**0**	**5**	**5**	**4**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 98 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 42 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 98: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 42

KVF 42	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 42/1 0,31-1,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 42/1 1,0-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS 42/1 2,0-3,0	64	-	-	-	-
RKS 42/2 0,17-1,0	120	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 42/2 1,0-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS 42/3 0,33-1,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 42/3 2,0-3,0	< 40	-	-	-	-
RKS 42/4 0,32-1,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 42/4 1,0-2,0	< 40	-	-	-	-

KVF 42	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 42/4 2,0-3,0	< 40	-	-	-	-
RKS 42/5 0,31-1,0	< 40	< 0,05	< 0,05	0,13	0,13
RKS 42/5 2,0-3,0	< 40	-	-	-	-
RKS 42/6 0,3-1,0	< 40	-	-	-	-
RKS 42/6 1,0-2,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 42/6 2,0-3,0	< 40	-	-	-	-
RKS 42/7 0,21-1,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 42/7 1,0-2,0	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 99 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 99: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 42

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 42/1 Bolu	0,999	0,218	0,218
RKS 42/3 Bolu	0,540	0,567	0,567
RKS 42/4 Bolu	0,358	0,452	0,452
RKS 42/6 Bolu	0,927	0,52	0,52
RKS 42/7 Bolu	1,920	0,298	0,298

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Den größten Anteil an der gemessenen Summe der BTEX in RKS 42/7 haben die Einzelparameter m-/p-Xylol (1,0 mg/m³), Toluol (0,37 mg/m³) und Ethylbenzol (0,33 mg/m³).

5.2.25.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwert-überschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Die Bodenluftkonzentrationen der Einzelparameter für BTEX und LCKW unterschreiten die orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft gemäß LABO [U14]. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse

mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.2 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] ist eine Grundwassergefährdung durch LCKW und BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX und LCKW in der Bodenluft die jeweiligen Beurteilungswerte von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, werden aus gutachterlicher Sicht keine weiteren Untersuchungen empfohlen.

MKW wurden in den Bodenproben RKS 42/1 2,0-3,0 (64 mg/kg) und RKS 42/2 0,17-1,0 (120 mg/kg) nachgewiesen. Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch MKW, ausgehend von einer hohen Mobilität (Ottokraftstoffe), trotz des geringen Schadstoffgehaltes zu erwarten. Da ausschließlich in zwei von siebzehn auf MKW analysierten Proben MKW nachgewiesen wurden und die nachgewiesenen Konzentrationen den Beurteilungswert von 2.500 mg/kg deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers.

PAK wurden ausschliesslich in Probe RKS 42/5 0,31-1,0 nachgewiesen. Gemäß [U13] ist aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter in den Proben, der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und der geringen Schadstoffgehalte im Boden eine Grundwassergefährdung, auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.25.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Bei Entsiegelungs- und Rückbaumaßnahmen ist der Wirkungspfad Boden → Mensch neu zu betrachten. Die festgestellte BTEX-/LCKW-Kontamination stellt zum gegenwärtigen Zeitpunkt und für die gegenwärtige Nutzung keine Gefährdung dar. Sie ist zu dokumentieren, damit bei einer Nutzungsänderung oder bei Infrastrukturmaßnahmen eine Neubewertung durchgeführt werden kann. Daraus kann sich u. U. ein neuer Handlungsbedarf ergeben. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 42 in die Kategorie B.

Tabelle 100: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 42) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**B**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 42 nicht zu erwarten.

5.2.26 KVF 44 (Kfz-Stellfläche/ Waschplatz, Montagegrube westl. Gebäude 1563)

5.2.26.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 44 um eine Kfz-Stellfläche mit Waschplatz unf Montagegrube. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf die Historie der Fläche sowie einer Bodenuntersuchung aus dem jahr 1991 (MKW bis 230 mg/kg) [U6]. Kontaminationsträchtige Faktoren sind Handhabungs- und Tropfverluste von Vergaser- und Dieselkraftstoffen sowie u.a. Getriebe- und Motorenölen. [U6]

5.2.26.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 44 zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von beiden Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter LCKW und BTEX vorgesehen.

Auf der KVF 44 wurden im Bereich der Ablaufschächte zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK niedergebracht und beide Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut.

5.2.26.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 44 befindet sich im mittleren bis südöstlichen Bereich der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 400 m². Der Nutzungszeitraum für die Kfz-Stellfläche wird laut [U6] von 1937 bis 2015 vermutet. Es existiert eine Oberflächenversiegelung aus Beton.

5.2.26.4 Boden- und Untergrundaufbau

In beiden auf der KVF 44 niedergebrachten Bohrungen reicht die Betondecke von 0,00 m bis 0,20 m u. GOK. In der Bohrung RKS 44/1 wurde bis in eine Tiefe von 0,60 m u. GOK eine Auffüllung aus grauem kiesigen Sand erbohrt. Darunter folgt bis 1,50 m u. GOK eine Schicht aus beigebraunem schwach schluffigem Feinsand bis Mittelsand. Bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK wurde ein beigegrauer Feinsand bis Mittelsand erbohrt. Ob es sich bei den beiden Feinsandschichten um Auffüllungen oder anstehendes Material handelt konnte aufgrund fehlender Hinweise nicht abschließend geklärt werden. In RKS 44/2 folgt unter der Stahlbetondecke bis in eine Tiefe von 1,90 m u. GOK eine Auffüllung aus graurotem sandigem, steinigem Kies mit Ziegelbruchstücken. Unterlagert wird die Auffüllung bis zur Endtiefe der Bohrung von 3,00 m u. GOK von einem braunbeigen Feinsand bis Mittelsand. Analos zur Bohrung RKS 42/1 kann aufgrund fehlender Hinweise nicht abschließend geklärt werden ob es sich dabei um eine Auffüllung oder um anstehendes Material handelt.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 28 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

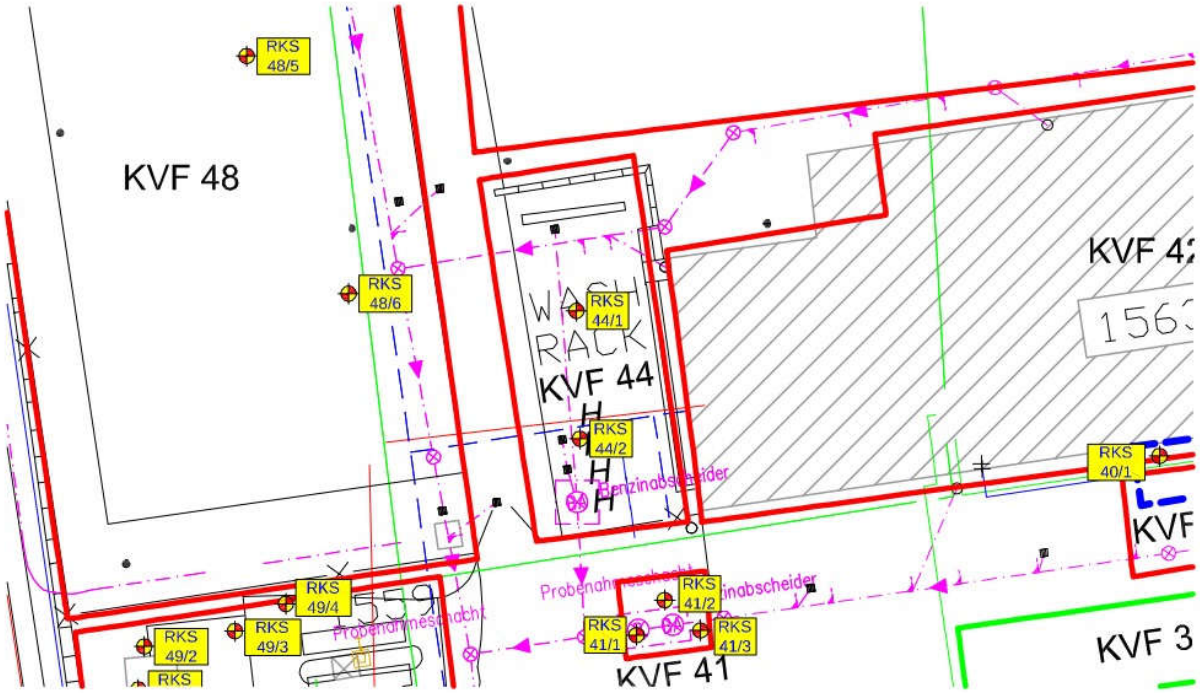


Abbildung 28: Lage der Untersuchungspunkte, KVF44

5.2.26.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der beiden bis auf 3,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.26.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 101 entnommen werden.

Tabelle 101: Entnommene Proben KVF 44

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 44/1 0,2-0,6	Boden	1						
RKS 44/1 0,6-1,5	Boden							1
RKS 44/1 1,5-2,5	Boden	1	1					
RKS 44/1 2,5-3,0	Boden							1
RKS 44/1 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 44/2 0,2-1,2	Boden	1						
RKS 44/2 1,2-1,9	Boden							1
RKS 44/2 1,9-3,0	Boden	1	1					
RKS 44/2 Bolu	Bodenluft					1	1	
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 44		**4**	**2**	**0**	**0**	**2**	**2**	**3**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 102 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 44 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 102: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 44

KVF 44	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 44/1 0,2-0,6	< 40	-	-	-	-
RKS 44/1 1,5-2,5	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 44/2 0,2-1,2	45	-	-	-	-
RKS 44/2 1,9-3,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 103 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 103: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 44

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 44/1 Bolu	0,670	0,840	0,840
RKS 44/2 Bolu	0,450	0,610	0,610

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.26.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwertüberschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (BTEX, LCKW) in der Bodenluft liegen keine Überschreitungen der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft oder Werten zur Gefahrenabschätzung gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.2 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG

SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch LCKW und BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX und LCKW in der Bodenluft die jeweiligen Beurteilungswerte von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch LCKW oder BTEX.

MKW wurden ausschliesslich in der Probe RKS 44/2 0,2-1,2 (45 mg/kg) nachgewiesen. Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch MKW, ausgehend von einer hohen Mobilität (Ottokraftstoffe), trotz des geringen Schadstoffgehaltes zu erwarten. Da ausschließlich in einer von vier auf MKW analysierten Proben MKW nachgewiesen wurden und die nachgewiesene Konzentration den Beurteilungswert von 2.500 mg/kg deutlich unterschreitet, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch MKW.

PAK waren in den analysierten Bodenproben nicht nachweisbar. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone aufgrund der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.26.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 44 in die Kategorie A.

Tabelle 104: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 44) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 44 nicht zu erwarten.

5.2.27 KVF 45 (Kfz-Stellfläche nördl. Gebäude 1563)

5.2.27.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 45 um eine Kfz-Stellfläche nördlich des Gebäudes 1563. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf die Historie der Fläche sowie einer Bodenuntersuchung aus dem jahr 1991 (MKW bis 950 mg/kg) [U6]. Kontaminationsträchtige Faktoren sind Handhabungs- und Tropfverluste von Vergaser- und Dieselkraftstoffen sowie u.a. Getriebe- und Motorenölen. [U6]

5.2.27.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 45 drei Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf den Parameter MKW, sowie der Ausbau von einer Bohrung zur temporären Bodenluftmessstelle und die Analyse der Bodenluftprobe auf die Parameter BTEX vorgesehen.

Auf der KVF 45 wurden aufgrund mangelnder Verdachtspunkte drei Bohrungen auf der Fläche (1 x auf der versiegelten Fläche, 2 x auf der unversiegelten Fläche) bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK niedergebracht und eine Bohrung (RKS 45/2) zur temporären Bodenluftmessstelle ausgebaut.

5.2.27.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 45 befindet sich im mittleren bis südöstlichen Bereich der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 1.600 m². Der Nutzungszeitraum für die Kfz-Stellfläche wird laut [U6] von ca. 1945 bis 2014 angegeben. Es existiert teilweise eine Oberflächenversiegelung aus Asphalt.

5.2.27.4 Boden- und Untergrundaufbau

In der Bohrung RKS 45/1 wurde unter einer 0,05 m mächtigen Schwarzdecke bis in eine Tiefe von 0,90 m u. GOK eine Auffüllung aus braunem tonigen, sandigen Schluff mit dunklen Fremdbestandteilen (evtl. Asphaltreste) erbohrt. Darunter folgen bis zur Endtiefe von 4,00 m u. GOK beige bis beigebraune, teils schwach schluffige Schichten aus Feinsand bis Mittelsand. In den Bohrungen RKS 45/2 und RKS 45/3 wurde von 0,00 m bis in eine Tiefe von 0,60 m u. GOK (RKS 45/2) bzs 1,10 m u. GOK (RKS 45/3) eine Auffüllung aus braunem schwach kiesigem, sandigen Schluff, bzw. Schluffigem Sand erbohrt. Darunter folgt in beiden Bohrungen bis in eine Tiefe von 1,50 m u. GOK (RKS 457/2) bzw. 1,60 m u. GOK Auffüllung aus beigem schwach schluffigem Feinsand bis Mittelsand. Aufgrund fehlender Hinweise kann nicht abschließend geklärt werden ob es sich dabei um eine Auffüllung handelt. Bis in eine Tiefe von 2,60 m u. GOK (RKS 45/1) bzw. 2,70 m u. GOK folgt ein brauner, toniger Schluff von steifer bis halbfester Konsistenz. Bis zur jeweiligen Endtiefe von 4,00 m u. GOK steht ein beiger bis beigebrauner, teils schluffiger Feinsand bis Mittelsand an.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 29 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

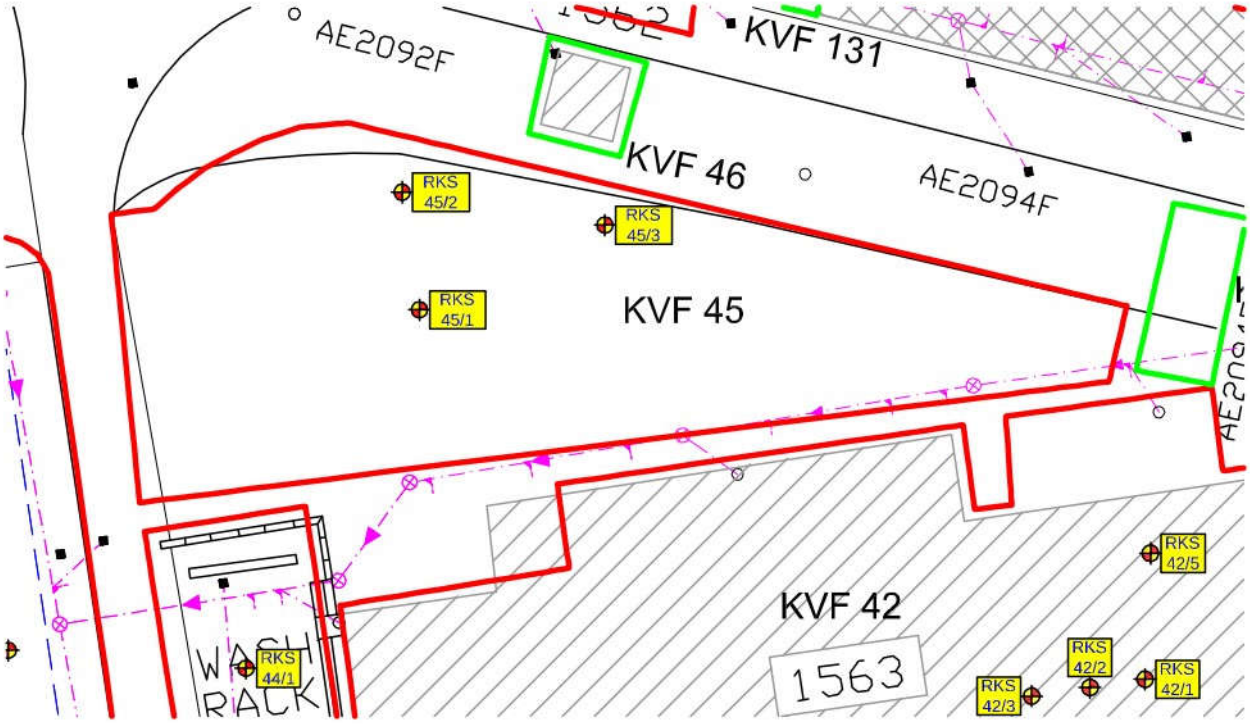


Abbildung 29: Lage der Untersuchungspunkte, KVF45

5.2.27.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der drei bis auf 4,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.27.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 105 entnommen werden.

Tabelle 105: Entnommene Proben KVF 45

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 45/1 0,05-0,9	Boden	1						
RKS 45/1 0,9-2,0	Boden							1
RKS 45/1 2,0-3,1	Boden	1						
RKS 45/1 3,1-4,0	Boden							1
RKS 45/2 0-0,6	Boden	1						
RKS 45/2 0,6-1,5	Boden							1
RKS 45/2 1,5-2,6	Boden	1						
RKS 45/2 2,6-3,5	Boden	1						
RKS 45/2 3,5-4,0	Boden							1
RKS 45/2 Bolu	Bodenluft						1	

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 45/3 0-1,1	Boden	1						
RKS 45/3 1,1-1,6	Boden							1
RKS 45/3 1,6-2,7	Boden	1						
RKS 45/3 2,7-3,1	Boden							1
RKS 45/3 3,1-4,0	Boden	1						
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 45		**8**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**6**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 106 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 45 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 106: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 45

KVF 45	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 45/1 0,05-0,9	< 40	-	-	-	-
RKS 45/1 2,0-3,1	< 40	-	-	-	-
RKS 45/2 0-0,6	< 40	-	-	-	-
RKS 45/2 1,5-2,6	< 40	-	-	-	-
RKS 45/2 2,6-3,5	< 40	-	-	-	-
RKS 45/3 0-1,1	< 40	-	-	-	-
RKS 45/3 1,6-2,7	< 40	-	-	-	-
RKS 45/3 3,1-4,0	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 107 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 107: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 45

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 45/2 Bolu	0,090	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.27.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich des analysierten Schadstoffes MKW im Boden liegen keine Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Bezüglich des analysierten Schadstoffes BTEX in der Bodenluft liegen keine Überschreitungen der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft oder Werten zur Gefahrenabschätzung gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.2 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesene Konzentration von BTEX in der Bodenluft den Beurteilungswert von 5 mg/m³ deutlich unterschreitet, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch BTEX.

MKW wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwasser-gefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone für diesen Stoff nicht zu erwarten.

5.2.27.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über die Wirkungspfade Boden → Grundwasser und Boden → Mensch nachgewiesen werden. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 45 in die Kategorie A.

Tabelle 108: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 45) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 45 nicht zu erwarten.

5.2.28 KVF 48 (Kfz-Stellfläche, ehem. Waschplatz westl. Gebäude 1563)

5.2.28.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 48 um eine Kfz-Stellfläche die vermutlich auch als Waschplatz genutzt wurde. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf die Historie der Fläche und auf bisherigen Bodenuntersuchungen aus dem Jahr 1991 (Rasteruntersuchung MKW bis 4380 mg/kg). Kontaminationsträchtige Faktoren sind Handhabungs- und Tropfverluste von Vergaser- und Dieselkraftstoffen sowie u.a. Getriebe- und Motorenölen und Reinigungsmitteln. [U6]

5.2.28.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 48 sechs Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf den Parameter MKW, sowie der Ausbau von vier Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter LCKW und BTEX vorgesehen.

Auf der KVF 48 wurden aufgrund mangelnder Verdachtspunkte sechs Bohrungen auf der Fläche verteilt bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK niedergebracht und vier Bohrungen (RKS 48/1, RKS 48/3, RKS 48/5, RKS 48/6) zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut.

5.2.28.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 48 befindet sich im mittleren bis südsüdöstlichen Bereich der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 2.900 m². Der Nutzungszeitraum für die Kfz-Stellfläche wird laut [U6] von ca. 1937 bis heute angegeben. Die Fläche war stets unbebaut (nachweislich von 1939 bis heute). Es existiert keine Oberflächenversiegelung.

5.2.28.4 Boden- und Untergrundaufbau

In den beiden Bohrungen (RKS 48/1 und RKS 48/2) an der Südgrenze des Gebäudes 1560 wurde unter 0,10 m dicken Verbundsteinen eine 0,50 m bis 0,60 m mächtige Auffüllung aus graubraunem feinkiesigen bis mittelkiesigen, schotterhaltigem Sand mit Betonbruchstücken, Ziegelbruchstücken und teilweise Schwarzdeckenresten erbohrt. Darunter wurde bis zur jeweiligen Endtiefe von 3,00 m u. GOK eine Auffüllung aus braunem schwach feinkiesigem bis schwach mittelkiesigem Feinsand bis Mittelsand mit Ziegelbruchstücken und Schlackeresten angetroffen. In den beiden Bohrungen (RKS 48/3 und RKS 48/4) im nördlichen Bereich der KVF 48 wurde von Geländeoberkante bis 0,30 m u. GOK eine Auffüllung aus graubraunem, feinkiesigen bis mittelkiesigen, schwach humosen Feinsand bis Mittelsand erbohrt. Bis in eine Tiefe von ca. 1,20 m u. GOK folgt eine Auffüllung aus braunem bis dunkelbraunem Feinsand bis Mittelsand. Unterlagert wird diese Auffüllung bis zur jeweiligen Endtiefe von 3,00 m u. GOK von einer Schicht aus braunem, schwach schluffigem Feinsand bis Mittelsand von steifer Konsistenz. Ob es sich dabei um eine Auffüllung oder anstehendes Material handelt konnte aufgrund fehlender Hinweise nicht abschließend geklärt werden. In den beiden Bohrungen im südlichen Bereich der KVF 48 wurde von Geländeoberkante bis 0,3 m u. GOK (RKS 48/6) bzw. 0,5 m u. GOK (RKS 48/5) eine Auffüllung aus graubraunem, schwach sandigem, schotterhaltigen Feinkies bis Mittelkies erbohrt. Unterlagert wird diese Auffüllung bis in eine Tiefe von ca. 1,20 m u. GOK von einer Auffüllung aus braunem, schwach feinkiesigem bis schwach mittelkiesigem Feinsand bis Mittelsand. Bis zur jeweiligen Endtiefe von 3,00 m u. GOK wurde ein hellbrauner Feinsand bis Mittelsand erbohrt. Ob es sich dabei um eine Auffüllung oder anstehendes Material handelt konnte aufgrund fehlender Hinweise nicht abschließend geklärt werden.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 30 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

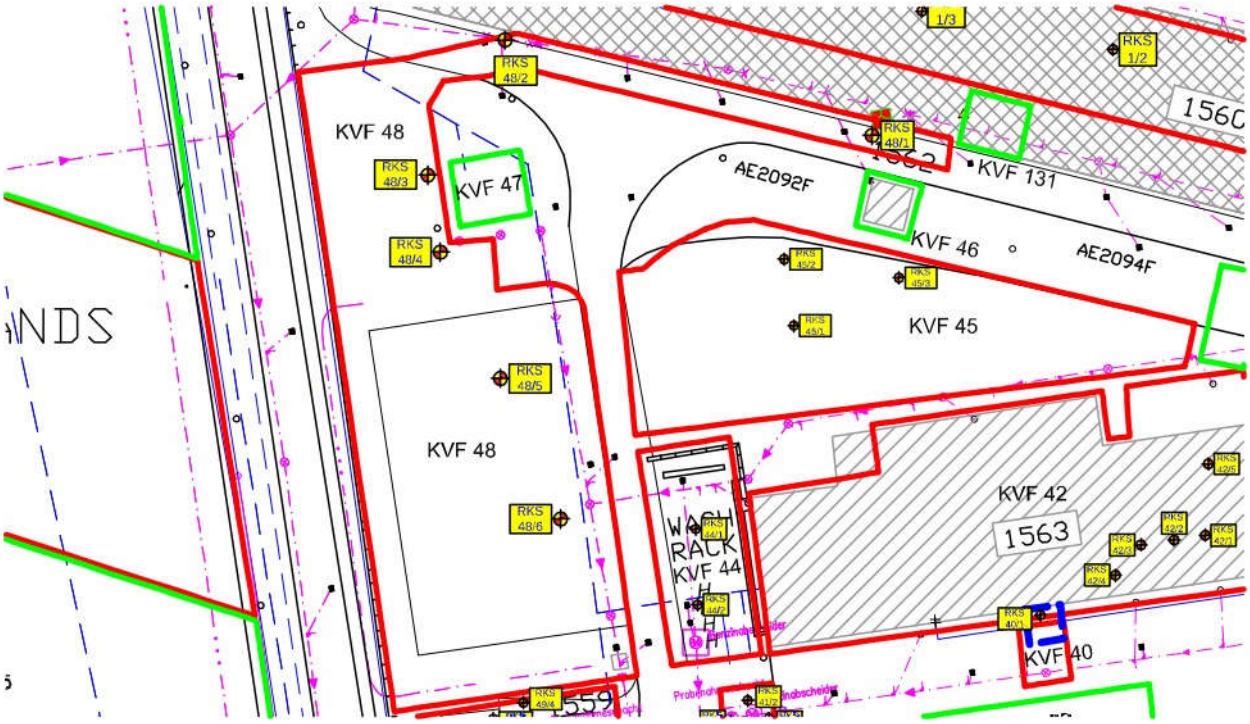


Abbildung 30: Lage der Untersuchungspunkte, KVF48

5.2.28.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der sechs bis auf 3,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.28.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 109 entnommen werden.

Tabelle 109: Entnommene Proben KVF 48

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 48/1 0,1-0,6	Boden	1						
RKS 48/1 0,6-1,0	Boden							1
RKS 48/1 1,0-2,0	Boden	1						
RKS 48/1 2,0-3,0	Boden							1
RKS 48/1 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 48/2 0,1-0,7	Boden	1						
RKS 48/2 0,7-1,0	Boden							1
RKS 48/2 1,0-2,0	Boden	1						
RKS 48/2 2,0-3,0	Boden							1
RKS 48/3 0-0,3	Boden							1

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 48/3 0,3-1,2	Boden	1						
RKS 48/3 1,2-2,0	Boden	1						
RKS 48/3 2,0-3,0	Boden							1
RKS 48/3 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 48/4 0-0,3	Boden	1						
RKS 48/4 0,3-1,3	Boden							1
RKS 48/4 1,3-2,0	Boden	1						
RKS 48/4 2,0-3,0	Boden							1
RKS 48/5 0,5-1,2	Boden	1						
RKS 48/5 1,2-2,0	Boden	1						
RKS 48/5 2,0-3,0	Boden							1
RKS 48/5 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 48/6 0-0,3	Boden	1						
RKS 48/6 0,3-1,1	Boden	1						
RKS 48/6 1,1-2,0	Boden							1
RKS 48/6 2,0-3,0	Boden							1
RKS 48/6 Bolu	Bodenluft					1	1	
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 48		**12**	**0**	**0**	**0**	**4**	**4**	**11**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 110 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 48 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 110: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 48

KVF 48	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 48/1 0,1-0,6	< 40	-	-	-	-
RKS 48/1 1,0-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS 48/2 0,1-0,7	340	-	-	-	-
RKS 48/2 1,0-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS 48/3 0,3-1,2	< 40	-	-	-	-
RKS 48/3 1,2-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS 48/4 0-0,3	< 40	-	-	-	-
RKS 48/4 1,3-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS 48/5 0,5-1,2	< 40	-	-	-	-
RKS 48/5 1,2-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS 48/6 0-0,3	530	-	-	-	-

KVF 48	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 48/6 0,3-1,1	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 111 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 111: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 48

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 48/1 Bolu	0,663	0,067	0,067
RKS 48/3 Bolu	0,618	0,088	0,088
RKS 48/5 Bolu	8,14	2,11	2,11
RKS 48/6 Bolu	20,1	0,71	0,71

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.28.7 Auswertungen und Interpretationen

Die MKW-Gehalte liegen mit Ausnahme der Proben RKS 48/2 0,1-0,7 (340 mg/kg) und RKS 48/6 0-0,3 (530 mg/kg) in allen untersuchten Proben unter der Nachweisgrenze von 40 mg/kg. Dabei halten mit Ausnahme der Proben RKS 48/2 0,1-0,7 und RKS 48/6 0-0,3 alle Proben den oPW1 (Kinderspielflächen) für den Parameter MKW ein. In den Proben RKS 48/2 0,1-0,7 und RKS 48/6 0-0,3 wird der oPW2 (Wohnbebauung) für den Parameter MKW eingehalten. In den jeweils tieferen Bereichen dieser beiden Bohrungen wurden keine MKW mehr nachgewiesen. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

In der Bodenluftprobe RKS 48/6 wurde ein BTEX-Gehalt von 20,1 mg/m³ gemessen. Gemäß dem für BTEX-Summenparameter hilfsweise herangezogenen Merkblatt ALEX 02 wären (> 10 mg/m³) weitere Untersuchungen zu veranlassen. Die Bodenluftkonzentrationen der Einzelparameter für BTEX und LCKW unterschreiten in allen Bodenluftproben die orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft gemäß LABO [U14]. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen demnach keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.2 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG

SIWA [U13]). Aufgrund der hohen Mobilität der LCKW, bzw. der mittleren Mobilität der BTEX und der gerinen Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone (bei LCKW irrelevant, da hohe Mobilität) ist trotz der geringen Schadstoffgehalte in der Bodenluft eine Grundwassergefährdung im Bereich der Bohrungen RKS 48/1 und RKS 48/3 zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX und LCKW in der Bodenluft die jeweiligen Beurteilungswerte von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, werden in diesem Bereich der KVF aus gutachterlicher Sicht keine weiteren Untersuchungen vorgeschlagen.

Im Bereich der Bohrungen RKS 48/5 und RKS 48/6 ist aufgrund der mittleren Mobilität der BTEX, der geringen Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone (unversiegelte Fläche) und der hohen bis sehr hohen Schadstoffgehalte in der Bodenluft, gemäß [U13] eine Grundwassergefährdung durch BTEX wahrscheinlich. Die Voraussetzungen nach § 9 Abs. 2 BBodSchG für die Anordnung weiterer Untersuchungen sind erfüllt. Für den Parameter LCKW wäre in diesem Bereich eine Grundwassergefährdung zu erwarten.

MKW wurde in den Proben RKS 48/2 0,1-0,7 und RKS 48/6 0-0,3 nachgewiesen. Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch MKW, ausgehend von einer hohen Mobilität (Ottokraftstoffe), trotz des geringen Schadstoffgehaltes zu erwarten. Da ausschließlich in zwei von zwölf auf MKW analysierten Proben MKW nachgewiesen wurden und die nachgewiesenen Konzentrationen den Beurteilungswert von 2.500 mg/kg deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch MKW.

5.2.28.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

In der Bohrung RKS 48/6 wären aufgrund der BTEX-Gehalte (20,1 mg/m³) in der Bodenluft gemäß ALEX 02 weitere Untersuchungen zu veranlassen. Die Orientierungswerte der LABO für die Einzelparameter werden dabei jedoch nicht überschritten.

Eine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser durch BTEX ist gemäß der Sickerwasserprognose HLUG SIWA [U13] wahrscheinlich. Für die abschließende Gefährdungs-abschätzung sind weitere Daten erforderlich. Es besteht weiterer Untersuchungsbedarf. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 48 in die Kategorie E.

Tabelle 112: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 48) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**E**

Wir empfehlen vier weitere Bohrungen im Umfeld der auffälligen Bohrung RKS 48/6 zur Eingrenzung der Bodenluftverunreinigung und eine weitere Bohrung zwischen RKS 48/5 und RKS 48/4 um den Verlauf der Verunreinigung zwischen den beiden Bohrungen zu überprüfen. Die Bohrungen sollen zu temporären Bodenluftpegeln ausgebaut werden und die entnommenen Bodenluftproben auf die leichtflüchtigen Stoffe BTEX und LCKW analysiert werden.

Wir empfehlen bei Bodeneingriffsmaßnahmen in diesem Bereich eine fachgutachterliche Begleitung vorzusehen.

Die festgestellten Stoffgehalte für MKW können bei Bodeneingriffsmaßnahmen zu einer Abfallrelevanz führen.

5.2.29 KVF 49 (Tankstelle Gebäude 1559)

5.2.29.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 49 um eine Tankstelle mit zugehörigem Untergrundtank (50.000 l - Dieseltank) sowie einer Abscheideranlage (unterflur). Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf mögliche Leckagend, Handhabungs- und Betankungsverlusten durch Dieselkraftstoffe. [U6]

5.2.29.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 49 vier Bohrungen bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von zwei Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter BTEX vorgesehen.

Auf der KVF 49 wurden im Bereich des Tanks und der Abscheideranlage vier Bohrungen bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK niedergebracht und zwei Bohrungen (RKS 49/2, RKS 49/3) zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut.

5.2.29.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 49 befindet sich im mittleren bis südsüdöstlichen Bereich der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 600 m². Der Nutzungszeitraum für die Tankstelle wird im Bericht zur Erfassung und Erstbewertung von kontaminationsverdächtigen Flächen (CDM Smith, 11.6.2015) [U6] von den 1970ern bis 2014 angegeben. In 2009 wurden von der IBL umwelt- und Biotechnik GmbH Boden- und Bodenluftuntersuchungen im Bereich der Tankstelle durchgeführt. In den Bodenproben wurden MKW-Konzentrationen mit max. 45 mg/kg und keine PAK-Konzentrationen nachgewiesen. Eine untersuchte Bodenluftprobe auf AKW und CKW wies 0,13 mg/m³ Tetrachlorethen auf. Die Fläche ist größtenteils versiegelt (Asphalt, Beton). [U6]

5.2.29.4 Boden- und Untergrundaufbau

In der Bohrung RKS 49/1 wurde unter einer 0,24 m mächtigen Oberflächenversiegelung aus Stalhbeton bis in eine Tiefe von 3,40 m u. GOK eine Auffüllung aus beigebraunem, schwach kiesigem, schwach steinigem Feinsand bis Mittelsand angetroffen. In der Bohrung RKS 49/2 wurde ab Geländeoberkante bis in eine Tiefe von 0,60 m u. GOK eine Auffüllung aus braunem, schluffigen, kiesigen Sand mit Ziegelbruchstücken erbohrt. Unterhalb dieser Auffüllung folgt eine Schicht aus beigebraunem Feinsand bis Mittelsand bis in eine Tiefe von 3,40 m u. GOK. In RKS 49/1 und RKS 49/2 steht ab 3,40 m u. GOK eine 0,10 m bis 0,20 m mächtige Schicht aus

braunem, schluffigem, schwach kiesigem Sand an. Bis zur Endtiefe von jeweils 4,00 m u. GOK folgt beiger bis bunter, stark kiesiger, steiniger Sand. In der Bohrung RKS 49/3 wurden unter einer 0,18 m mächtigen Schwarzdecke, sowie 0,10 m mächtigen Betonschicht, bis in eine Tiefe von 0,80 m u. GOK eine Auffüllung aus Grobsand und Schotter erbohrt. Darunter folgt bis in eine Tiefe von 1,90 m u. GOK eine Auffüllung aus schwach kiesigem Feinsand bis Mittelsand. In dieser Schicht wurde ein PAK-Geruch registriert. Bis 2,10 m u. GOK wurde eine Auffüllung aus Steinen und Beton angetroffen. Bei der darunter folgenden Schicht, bis 2,30 m u. GOK aus beigebraunem Feinsand bis Mittelsand konnte aufgrund fehlender Hinweise nicht abschließend geklärt werden ob es sich um eine Auffüllung oder anstehendes material handelt. In der Bohrung RKS 49/4 wurde ab Geländeoberkante bis 0,90 m u. GOK eine Auffüllung aus schluffigem, sandigen Kies mit Ziegelbruchstücken erbohrt. Bei den bis 3,50 m u. GOK folgenden Auffüllungen aus Feinsand bis Mittelsand konnte aufgrund fehlender Hinweise nicht abschließend geklärt werden ob es sich um Auffüllungen oder anstehendes Material handelt. In den Bohrungen RKS 49/3 (ab 3,20 m u. GOK) und RKS 49/4 (ab 3,50 m u. GOK) steht bis zur jeweiligen Endtiefe von 4,00 m u. GOK wie in den Bohrungen RKS 49/1 und RKS 49/2 ein beiger bis bunter, schwach steiniger, stark kiesiger Sand an.

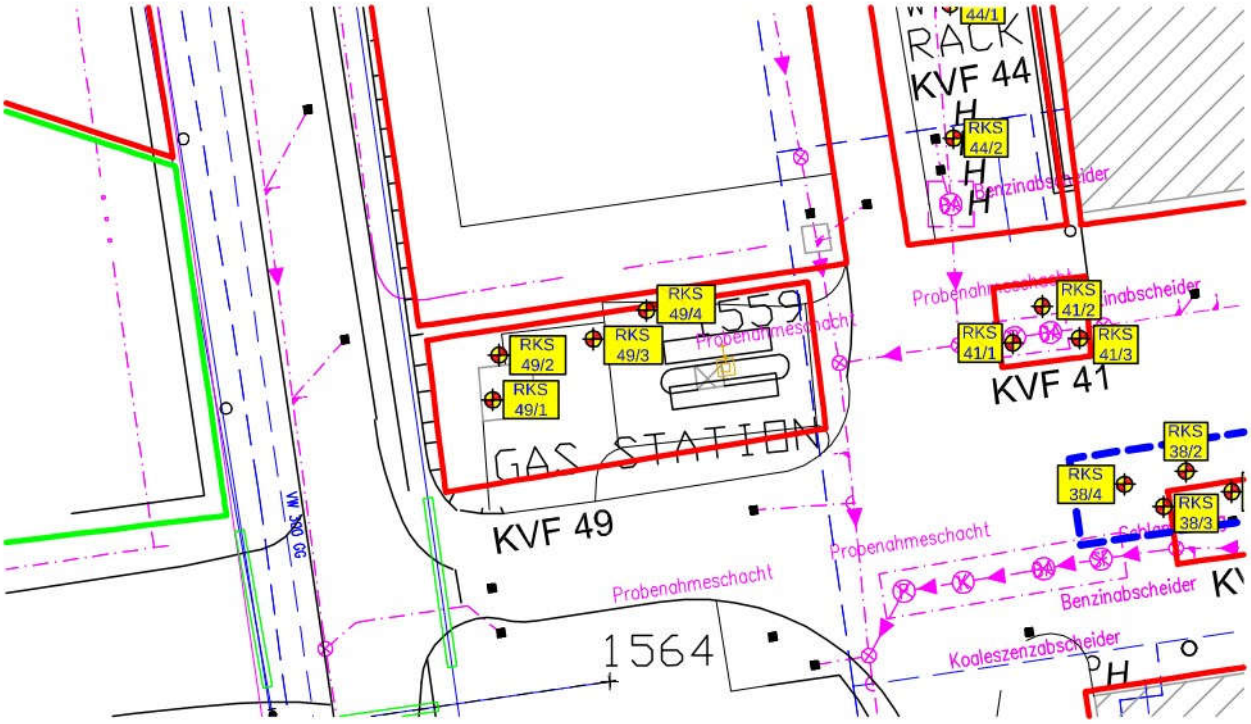


Abbildung 31: Lage der Untersuchungspunkte, KVF49

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 31 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

5.2.29.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der vier bis auf 4,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.29.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 113 entnommen werden.

Tabelle 113: Entnommene Proben KVF 49

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 49/1 0,24-1,2	Boden							1
RKS 49/1 1,2-2,3	Boden	1						
RKS 49/1 2,3-3,4	Boden	1	1					
RKS 49/1 3,4-3,5	Boden							1
RKS 49/1 3,5-4,0	Boden							1
RKS 49/2 0-0,6	Boden							1
RKS 49/2 0,6-1,6	Boden							1
RKS 49/2 1,6-2,6	Boden	1						
RKS 49/2 2,6-3,4	Boden	1	1					
RKS 49/2 3,4-3,6	Boden							1
RKS 49/2 3,6-4,0	Boden							1
RKS 49/2 Bolu	Bodenluft						1	
RKS 49/3 0,28-0,8	Boden							1
RKS 49/3 0,8-1,9	Boden							1
RKS 49/3 1,9-2,1	Boden							1
RKS 49/3 2,1-3,2	Boden	1	1					
RKS 49/3 3,2-4,0	Boden	1						
RKS 49/3 Bolu	Bodenluft						1	
RKS 49/4 0-0,9	Boden							1
RKS 49/4 0,9-1,7	Boden							1
RKS 49/4 1,7-2,7	Boden	1						
RKS 49/4 2,7-3,5	Boden	1	1					
RKS 49/4 3,5-4,0	Boden							1
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 49		**8**	**4**	**0**	**0**	**0**	**2**	**13**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 114 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 49 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 114: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 49

KVF 49	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 49/1 1,2-2,3	< 40	-	-	-	-
RKS 49/1 2,3-3,4	< 40	< 0,05	0,6	5,65	5,65
RKS 49/2 1,6-2,6	< 40	-	-	-	-
RKS 49/2 2,6-3,4	< 40	< 0,05	0,17	1,9	1,9
RKS 49/3 2,1-3,2	< 40	< 0,05	0,07	0,68	0,68
RKS 49/3 3,2-4,0	< 40	-	-	-	-
RKS 49/4 1,7-2,7	< 40	-	-	-	-
RKS 49/4 2,7-3,5	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 115 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 115: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 49

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 49/2 Bolu	0,097	-	-
RKS 49/3 Bolu	0,124	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.29.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich des analysierten Schadstoffes MKW im Boden liegen keine Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor.

PAK wurden in den Proben RKS 49/1 2,3-3,4 (5,65 mg/kg EPA15), RKS 49/2 2,6-3,4 (1,9 mg/kg EPA15) und RKS 49/3 2,1-3,2 (0,68 mg/kg EPA15) nachgewiesen. Dabei wird in Probe RKS 49/1 2,3-3,4 der Prüfwert P-M2 (Siedlungsflächen) gemäß VwV Altlasten BW [U11] und in den übrigen Proben der Prüfwert P-M1 (Kinderspielflächen) eingehalten. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Die Bodenluftkonzentrationen der Einzelparameter für BTEX unterschreiten die orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft gemäß LABO [U14]. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den

Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.2 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX in der Bodenluft den Beurteilungswert von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch BTEX.

MKW wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone für diesen Stoff nicht zu erwarten.

Gemäß HLUG SIWA [U13] ist aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter in den Proben, der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und der geringen Schadstoffgehalte im Boden eine Grundwassergefährdung, auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.29.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und –maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Bei Entsiegelungs- und Rückbaumaßnahmen ist der Wirkungspfad Boden → Mensch neu zu betrachten. Die festgestellte Kontamination stellt zum gegenwärtigen Zeitpunkt und für die gegenwärtige Nutzung keine Gefährdung dar. Sie ist zu dokumentieren, damit bei einer Nutzungsänderung oder bei Infrastrukturmaßnahmen eine Neubewertung durchgeführt werden kann. Daraus kann sich u. U. ein neuer Handlungsbedarf ergeben. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 49 in die Kategorie B.

Tabelle 116: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 49) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**B**

Da anhand der vorliegenden Daten, bezüglich der PAK-Werte keine Abgrenzung gegen die Tiefe vorhanden ist, wird empfohlen bei Bodeneingriffsmaßnahmen in diesem Bereich eine fachgutachterliche Begleitung vorzusehen.

Die festgestellten Stoffgehalte für PAK und dem Einzelparameter Benzo(a)Pyren können bei Bodeneingriffsmaßnahmen zu einer Abfallrelevanz führen.

5.2.30 KVF 51 (Leichtflüssigkeitsabscheider (1x) westl. Gebäude 1566)

5.2.30.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 51 um einen Leichtflüssigkeitsabscheider (unterflur) unbekannter Art und Größe westlich des Gebäudes 1566. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert aufgrund eines angetroffenen Abscheiders. Kontaminationsträchtige Faktoren sind Leckagen und Handhabungsverluste von Benzin, Öl und mineralölhaltigen Flüssigkeiten. [U6]

5.2.30.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 51 zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf den Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von einer Bohrung zur temporären Bodenluftmessstelle und die Analyse der Bodenluftprobe auf die Parameter BTEX und LCKW vorgesehen.

Auf der KVF 51 wurden im Umfeld des Leichtflüssigkeitsabscheiders zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK niedergebracht und eine Bohrung (RKS 51/2) zur temporären Bodenluftmessstelle ausgebaut.

5.2.30.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 51 befindet sich im südöstlichen Bereich der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 20 m². Baujahr und Nutzungszeitraum des Leichtflüssigkeitsabscheiders sind nicht bekannt. Auf der KVF 51 existiert teilweise eine Oberflächenversiegelung aus Beton.

5.2.30.4 Boden- und Untergrundaufbau

In der Bohrung RKS 51/2 wurde ab Geländeoberkante bis 0,50 m u. GOK eine Auffüllung aus dunkelbraunem, feinsandigen bis mittelsandigen, schwach feinkiesigen bis mittelkiesigen Schluff mit Ziegelbruchstücken, Betonbruch und Schotter erbohrt. Darunter folgen bis 3,10 m u. GOK Auffüllungen aus schwach feinkiesigem bis schwach mittelkiesigem Feinsand bis Mittelsand. In der Bohrung RKS 51/1 folgt unter Verbundsteinen (0,10 m) bis in 3,20 m u. GOK eine Auffüllung aus schwach feinkiesigem bis schwach mittelkiesigem Feinsand bis Mittelsand mit Betonbruch und Ziegelbruch. In beiden Bohrungen steht ab 3,10 m u. GOK (RKS 51/2) bzw. 3,30 m u. GOK (RKS 51/1) bis zur Endtiefe von 4,00 m u. GOK ein hellbrauner feinkiesiger bis mittelkiesiger Feinsand bis Mittelsand an.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 32 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

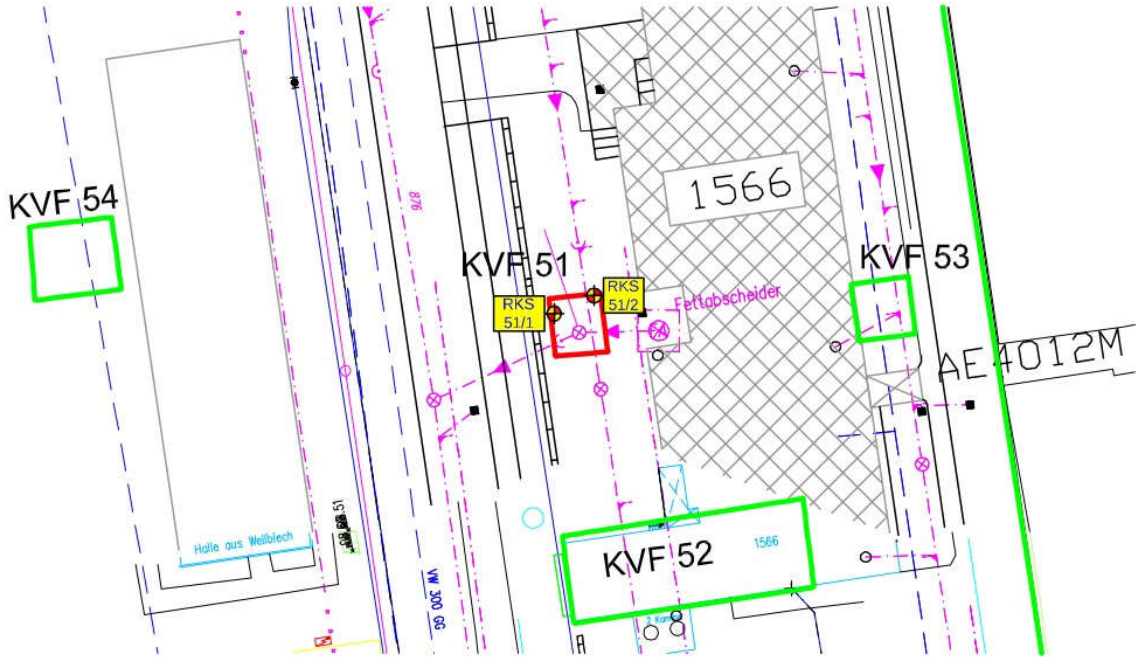


Abbildung 32: Lage der Untersuchungspunkte, KVF51

5.2.30.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der zwei bis auf 4,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.30.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 117 entnommen werden.

Tabelle 117: Entnommene Proben KVF 51

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 51/1 0,1-1,0	Boden							1
RKS 51/1 1,0-2,0	Boden							1
RKS 51/1 2,0-3,0	Boden	1	1					
RKS 51/1 3,0-3,3	Boden							1
RKS 51/1 3,3-4,0	Boden	1						
RKS 51/2 0-0,5	Boden							1
RKS 51/2 0,5-1,2	Boden							1
RKS 51/2 1,2-2,2	Boden	1						
RKS 51/2 2,2-3,1	Boden	1	1					
RKS 51/2 3,1-4,0	Boden	1						
RKS 51/2 Bolu	Bodenluft						1	
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 51		**5**	**2**	**0**	**0**	**0**	**1**	**5**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 118 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 51 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 118: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 51

KVF 51	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 51/1 2,0-3,0	< 40	< 0,05	0,15	1,32	1,32
RKS 51/1 3,3-4,0	< 40	-	-	-	-
RKS 51/2 1,2-2,2	< 40	-	-	-	-
RKS 51/2 2,2-3,1	< 40	< 0,05	0,15	1,42	1,42
RKS 51/2 3,1-4,0	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 119 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 119: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 51

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 51/2 Bolu	0,196	n.b.	n.b.

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.30.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwert-überschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (BTEX, LCKW) in der Bodenluft liegen keine Überschreitungen der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft oder Werten zur Gefahrenabschätzung gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.2 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG

SIWA [U13]). LCKW wurden in der analysierten Bodenluftprobe nicht nachgewiesen. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Mobilität des Stoffes für LCKW nicht zu erwarten. Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesene Konzentration von BTEX in der Bodenluft den Beurteilungswert von 5 mg/m³ deutlich unterschreitet, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch BTEX.

MKW wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwasser-gefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone für diesen Stoff nicht zu erwarten.

Aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter, der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und der geringen Schadstoffgehalte im Boden ist eine Grundwassergefährdung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.30.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über die Wirkungspfade Boden → Grundwasser und Boden → Mensch nachgewiesen werden. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 51 in die Kategorie A.

Tabelle 120: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 51) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 51 nicht zu erwarten.

5.2.31 KVF 56 (Tank nordöstl. Gebäude 1609)

5.2.31.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 56 um einen ehemaligen Tank (überflur) unbekannter Größe. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf mögliche Leckagen sowie Handhabungs- und Betankungsverluste von MKW bzw. BTEX. Hinweise zum Tankinhalt liegen nicht vor. [U6]

5.2.31.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 56 zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf den Parameter MKW, sowie der Ausbau von einer Bohrung zur temporären Bodenluftmessstelle und die Analyse der Bodenluftprobe auf die Parameter BTEX vorgesehen.

Auf der KVF 56 wurden im Umfeld des vorgefundenen Fundamentes zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK niedergebracht und eine Bohrung (RKS 56/1) zur temporären Bodenluftmessstelle ausgebaut.

5.2.31.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 56 befindet sich im südsüdwestlichen Bereich der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 200 m². Der Nutzungszeitraum für den Tank wird im Bericht zur Erfassung und Erstbewertung von kontaminationsverdächtigen Flächen (CDM Smith, 11.6.2015) [U6] mit 1947 bis 2014 (vermutet) angegeben. Ob der Tank für Diesel oder Benzin verwendet wurde ist nicht bekannt. Die KVF 56 ist unversiegelt.

5.2.31.4 Boden- und Untergrundaufbau

In den Bohrungen auf der KVF 56 wurde von Geländeoberkante bis 0,10 m u. GOK eine Auffüllung aus grauem, humosen, feinkiesigen bis mittelkiesigen, schwach schluffigen Sand erbohrt. Darunter folgt bis in eine Tiefe von 0,80 m u. GOK (RKS 56/2) bzw. 0,90 m u. GOK (RKS 56/1) eine Auffüllung aus graubraunem feinkiesigen bis mittelkiesigen Sand mit Ziegelbruchstücken als Fremdbestandteile. In beiden Bohrungen wurde bis in 1,20 m u. GOK (RKS 56/1) bzw. 1,30 m u. GOK (RKS 56/2) eine Auffüllung aus dunkelgrauem bis graubraunem feinkiesigen bis mittelkiesigen, schwach schluffigem Sand und Schotter angetroffen. In RKS 56/1 wurde dabei ein MKW-Geruch registriert. In beiden Bohrungen folgt bis zur Endtiefe von jeweils 3,00 m u. GOK ein brauner bis braungrauer, schwach schluffiger Feinsand bis Mittelsand. Aufgrund fehlender Hinweise konnte nicht abschließend geklärt werden ob es sich dabei um eine Auffüllung oder anstehendes Material handelt.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 33 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

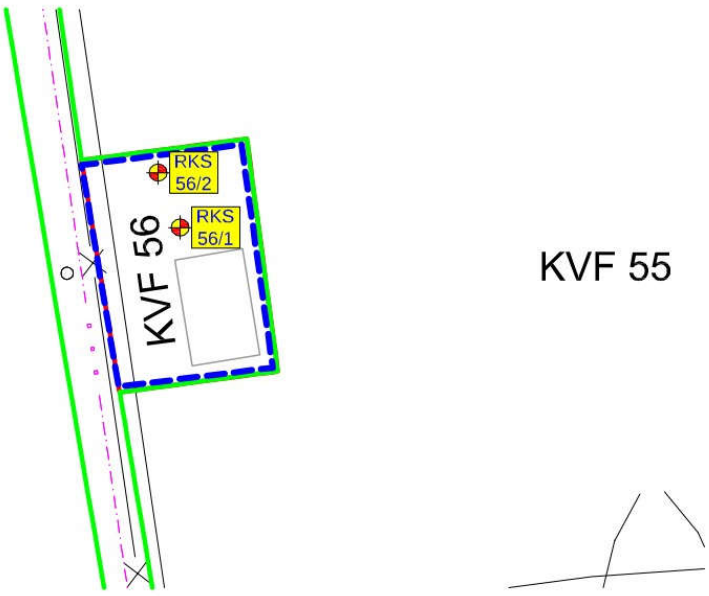


Abbildung 33: Lage der Untersuchungspunkte, KVF56

5.2.31.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der zwei bis auf 3,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.31.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 121 entnommen werden.

Tabelle 121: Entnommene Proben KVF 56

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 56/1 0-0,1	Boden							1
RKS 56/1 0,1-0,9	Boden	1						
RKS 56/1 0,9-1,2	Boden	1						
RKS 56/1 1,2-2,0	Boden	1						
RKS 56/1 2,0-3,0	Boden							1
RKS 56/1 Bolu	Bodenluft						1	
RKS 56/2 0-0,1	Boden							1
RKS 56/2 0,1-0,8	Boden	1						
RKS 56/2 0,8-1,3	Boden	1						
RKS 56/2 1,3-2,0	Boden	1						
RKS 56/2 2,0-3,0	Boden							1
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 56		**6**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**4**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 122 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 56 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 122: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 56

KVF 56	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 56/1 0,1-0,9	45	-	-	-	-
RKS 56/1 0,9-1,2	110	-	-	-	-
RKS 56/1 1,2-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS 56/2 0,1-0,8	< 40	-	-	-	-
RKS 56/2 0,8-1,3	< 40	-	-	-	-
RKS 56/2 1,3-2,0	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen
In der folgenden Tabelle 123 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 123: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 56

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 56/1 Bolu	1,370	0,36	0,36

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.31.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich des analysierten Schadstoffes MKW im Boden liegen keine Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor.

Die Bodenluftkonzentrationen der Einzelparameter für BTEX und LCKW unterschreiten die orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft gemäß LABO [U14]. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.2 dargestellt..

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch LCKW und BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX und LCKW in der Bodenluft die jeweiligen Beurteilungswerte von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch LCKW oder BTEX.

MKW wurden ausschliesslich in der Bohrung RKS 56/1 in den obersten Proben RKS 56/1 0,1-0,9 (45 mg/kg) und RKS 56/1 0,9-1,2 (110 mg/kg) nachgewiesen. Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch MKW, ausgehend von einer hohen Mobilität (Ottokraftstoffe), trotz des geringen Schadstoffgehaltes zu erwarten. Da ausschließlich in zwei von sechs auf MKW analysierten Proben MKW nachgewiesen wurden und die nachgewiesenen Konzentrationen den Beurteilungswert von 2.500 mg/kg deutlich unterschreiten, sowie im direkt anschließenen Tiefenbereich der betroffenen Bohrung ab 1,2 m u. GOK keine MKW nachweisbar waren, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch MKW.

5.2.31.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über die Wirkungspfade Boden → Grundwasser und Boden → Mensch nachgewiesen werden. Ein

konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 56 in die Kategorie A.

Tabelle 124: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 56) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 56 nicht zu erwarten.

5.2.32 KVF 58 (Tank nordwestl. Gebäude 1609)

5.2.32.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 58 um einen ehemaligen Tank (überflur) unbekannter Größe. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf mögliche Leckagen sowie Handhabungs- und Betankungsverluste von MKW bzw. BTEX. Hinweise zum Tankinhalt liegen nicht vor. [U6]

5.2.32.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 58 zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf den Parameter MKW, sowie der Ausbau von einer Bohrung zur temporären Bodenluftmessstelle und die Analyse der Bodenluftprobe auf die Parameter BTEX vorgesehen.

Auf der KVF 58 wurden aufgrund mangelnder Verdachtspunkte zwei Bohrungen innerhalb der KVF verteilt bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK niedergebracht und eine Bohrung (RKS 58/1) zur temporären Bodenluftmessstelle ausgebaut.

5.2.32.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 58 befindet sich im südwestlichen Bereich der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 200 m². Der Nutzungszeitraum für den Tank wird im Bericht zur Erfassung und Erstbewertung von kontaminationsverdächtigen Flächen (CDM Smith, 11.6.2015) [U6] mit 1947 bis 2014 (vermutet) angegeben. Ob der Tank für Diesel oder Benzin verwendet wurde ist nicht bekannt. Die KVF 58 ist unversiegelt.

5.2.32.4 Boden- und Untergrundaufbau

In den Bohrungen auf der KVF 58 wurde von Geländeoberkante bis 0,70 m u. GOK eine Auffüllung aus beigem bis grauem schluffigem, schwach sandigem Feinkies bis Mittelkies erbohrt. Darunter wurden bis in eine Tiefe von ca. 2,00 m u. GOK Auffüllungen aus schluffigem Feinsand bis Mittelsand angetroffen. Bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK folgt ein brauner bis helbbrauner Feinsand bis Mittelsand.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 34 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

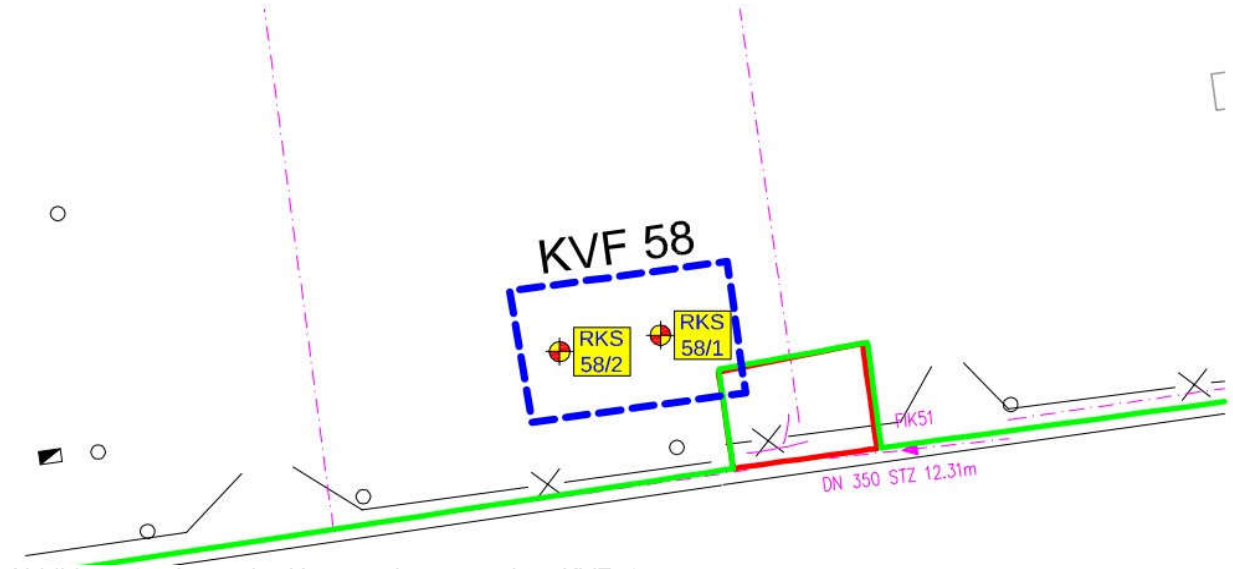


Abbildung 34: Lage der Untersuchungspunkte, KVF58

5.2.32.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der zwei bis auf 3,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.32.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 125 entnommen werden.

Tabelle 125: Entnommene Proben KVF 58

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 58/1 0-0,7	Boden	1						
RKS 58/1 0,7-1,4	Boden							1
RKS 58/1 1,4-2,1	Boden	1						
RKS 58/1 2,1-3,0	Boden							1
RKS 58/1 Bolu	Bodenluft						1	
RKS 58/2 0-0,7	Boden	1						
RKS 58/2 0,7-1,4	Boden	1						
RKS 58/2 1,4-2,0	Boden							1
RKS 58/2 2,0-2,7	Boden							1
RKS 58/2 2,7-3,0	Boden							1
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 58		**4**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**5**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 126 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 58 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 126: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 58

KVF 58	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 58/1 0-0,7	< 40	-	-	-	-
RKS 58/1 1,4-2,1	< 40	-	-	-	-
RKS 58/2 0-0,7	92	-	-	-	-
RKS 58/2 0,7-1,4	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 127 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 127: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 58

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 58/1 Bolu	0,578	n.b.	n.b.

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.32.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich des analysierten Schadstoffes MKW im Boden liegen keine Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Die Bodenluftkonzentrationen der Einzelparameter für BTEX und LCKW unterschreiten die orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft gemäß LABO [U14]. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.2 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). LCKW wurden in der analysierten Bodenluftprobe nicht nachgewiesen. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Mobilität des Stoffes für LCKW nicht zu erwarten. Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung

durch BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesene Konzentration von BTEX in der Bodenluft den Beurteilungswert von 5 mg/m³ deutlich unterschreitet, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch BTEX.

MKW wurden ausschliesslich in der Probe RKS 58/2 0-0,7 (92 mg/kg) nachgewiesen. Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch MKW, ausgehend von einer hohen Mobilität (Ottokraftstoffe), trotz des geringen Schadstoffgehaltes zu erwarten. Da ausschließlich in einer von vier auf MKW analysierten Proben MKW nachgewiesen wurden und die nachgewiesene Konzentration den Beurteilungswert von 2.500 mg/kg deutlich unterschreitet, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers.

5.2.32.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über die Wirkungspfade Boden → Grundwasser und Boden → Mensch nachgewiesen werden. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 58 in die Kategorie A.

Tabelle 128: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 58) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 58 nicht zu erwarten.

5.2.33 KVF 66 (Waschplatz mit Leichtflüssigkeitsabscheider) südl. Gebäude 1855B

5.2.33.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 66 um einen Kfz-Waschplatz mit Leichtflüssigkeitsabscheidern (unterflur) unbekannter Art und Größe. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf mögliche Leckagen, Handhabungs- und Tropfverluste durch MKW und BTEX. [U6]

5.2.33.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 66 vier Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 – 4,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von allen vier Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter LCKW und BTEX vorgesehen.

Auf der KVF 66 wurden zwei Bohrungen im Bereich des Abscheiders bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK sowie eine Bohrung im Bereich der Ablaufrinne bis in eine Tiefe von 2,00 m u. GOK niedergebracht und alle drei Bohrungen (RKS 66/1, RKS 66/2 und RKS 66/3) zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut. Bereits bei der Vorbegehung mit dem AG wurde die Ausführung

von drei Bohrungen als ausreichend erachtet. Die Bohrung RKS 66/3 wurde neben eine Rinne für ablaufendes Oberflächenwasser durchgeführt, weshalb eine Bohrtiefe von 2,00 m als ausreichend erachtet wurde, da eventuell kontaminiertes Wasser von oben her eindringt.

5.2.33.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 66 befindet sich im Westen der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 1.200 m². Der Nutzungszeitraum für den Kfz-Waschplatz wird im Bericht zur Erfassung und Erstbewertung von kontaminationsverdächtigen Flächen (CDM Smith, 11.6.2015) [U6] mit < 2005 - 2014 angegeben. Im Jahr 2011 wurden nördlich der KVF 66 im Grundwasserzustrom, Grundwasseruntersuchungen durchgeführt. Untersuchungen auf der KVF 66 oder im GW-Abstrom sowie im Bereich der zwei Leichtflüssigkeitsabscheider sind nicht bekannt. Es existiert eine Oberflächenversiegelung aus Beton.

5.2.33.4 Boden- und Untergrundaufbau

In der Bohrung RKS 66/1 wurde unter einer 0,21 m mächtigen Betondecke bis in eine Tiefe von 0,50 m u. GOK eine Auffüllung aus hellbraunem sandigen Feinkies bis Mittelkies erbohrt. Darunter folgt bis zur Endtiefe von 4,00 m u. GOK eine Auffüllung aus graubraunem feinkiesigen bis mittelkiesigen Sand mit Ziegelbruchstücken, Betonbruch und Fliesenbruch. In RKS 66/2 wurde unter der 0,23 m mächtigen Betondecke bis in eine Tiefe von 0,60 m u. GOK eine Auffüllung aus graubraunem feinkiesigen bis mittelkiesigen Sand mit Betonbruchstücken erbohrt. Darunter folgt bis in eine Tiefe von 2,10 m u. GOK eine Auffüllung aus dunkelbraunem schwach schluffigem, feinkiesigem bis mittelkiesigem Sand mit Ziegelbruchstücken. Von 2,10 m bis 3,00 m u. GOK wurde ein hellgrauer schwach mittelsandiger Feinsand angetroffen. Hierbei konnte aufgrund fehlender Hinweise nicht abschließend geklärt werden ob es sich um eine Auffüllung oder um anstehendes Material handelt. Von 3,00 m u. GOK bis zur Endtiefe von 4,00 m u. GOK steht ein brauner, schwach feinkiesiger bis schwach mittelkiesiger Feinsand bis Mittelsand an.

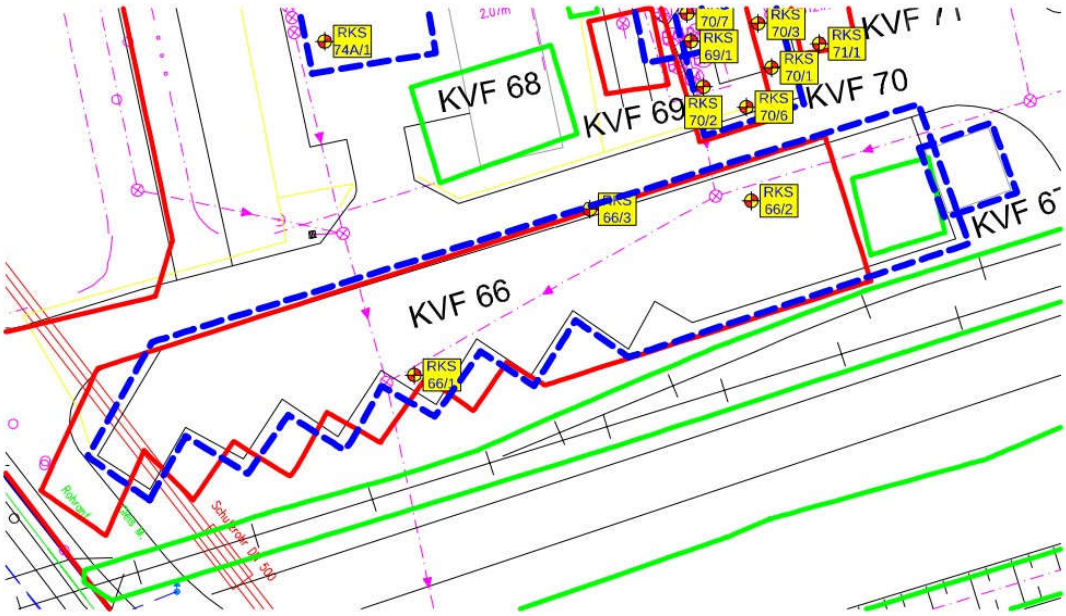


Abbildung 35: Lage der Untersuchungspunkte, KVF66

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 35 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

5.2.33.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der Bohrungen (max. 4,00 m u. GOK) angetroffen.

5.2.33.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 129 entnommen werden.

Tabelle 129: Entnommene Proben KVF 66

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 66/1 0,21-0,5	Boden							1
RKS 66/1 0,5-1,0	Boden							1
RKS 66/1 1,0-2,0	Boden	1	1					
RKS 66/1 2,0-3,0	Boden							1
RKS 66/1 3,0-4,0	Boden	1	1					
RKS 66/1 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 66/2 0,23-0,6	Boden							1
RKS 66/2 0,6-1,6	Boden							1
RKS 66/2 1,6-2,1	Boden	1	1					
RKS 66/2 2,1-3,0	Boden							1
RKS 66/2 3,0-4,0	Boden	1	1					
RKS 66/2 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 66/3 0,1-1,0	Boden	1	1					
RKS 66/3 1,0-2,0	Boden	1						
RKS 66/3 Bolu	Bodenluft					1	1	
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 66		**6**	**5**	**0**	**0**	**3**	**3**	**6**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 130 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 66 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 130: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 66

KVF 66	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 66/1 1,0-2,0	97	< 0,05	0,07	0,49	0,49
RKS 66/1 3,0-4,0	< 40	< 0,05	< 0,05	0,24	0,24

KVF 66	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 66/2 1,6-2,1	< 40	< 0,05	0,07	0,72	0,72
RKS 66/2 3,0-4,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 66/3 0,1-1,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 66/3 1,0-2,0	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 131 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 131: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 66

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 66/1 Bolu	1,02	0,391	0,391
RKS 66/2 Bolu	1,31	0,33	0,33
RKS 66/3 Bolu	1,31	0,065	0,065

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.33.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwert-überschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Die Bodenluftkonzentrationen der Einzelparameter für BTEX und LCKW unterschreiten die orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft gemäß LABO [U14]. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.2 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre aufgrund der hohen Mobilität der LCKW und der mittleren Mobilität der BTEX, trotz der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone (bei LCKW irrelevant, da hohe Mobilität) und der geringen Schadstoffgehalte in der Bodenluft, eine Grundwassergefährdung zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX und LCKW in der Bodenluft die jeweiligen Beurteilungswerte von 5 mg/m³ im Fall von LCKW zwar deutlich unterschreiten, im Fall von BTEX

jedoch in allen drei Bodenluftproben in ähnlicher Größenordnung > 1 mg/m³ vorliegen, wird aus gutachterlicher Sicht empfohlen diesen Bereich weiter zu beobachten.

MKW wurden ausschliesslich in der Probe RKS 66/1 1,0-2,0 (97 mg/kg) nachgewiesen. Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch MKW, ausgehend von einer hohen Mobilität (Ottokraftstoffe), trotz des geringen Schadstoffgehaltes zu erwarten. Da ausschließlich in einer von sechs auf MKW analysierten Proben MKW nachgewiesen wurden und die nachgewiesene Konzentration den Beurteilungswert von 2.500 mg/kg deutlich unterschreitet, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers.

Aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter, der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und der geringen Schadstoffgehalte im Boden ist eine Grundwassergefährdung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.33.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Bei Entsiegelungs- und Rückbaumaßnahmen ist der Wirkungspfad Boden → Mensch neu zu betrachten. Die festgestellte BTEX-Kontamination stellt zum gegenwärtigen Zeitpunkt und für die gegenwärtige Nutzung keine Gefährdung dar. Sie ist zu dokumentieren, damit bei einer Nutzungsänderung oder bei Infrastrukturmaßnahmen eine Neubewertung durchgeführt werden kann. Daraus kann sich u. U. ein neuer Handlungsbedarf ergeben. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 66 in die Kategorie B.

Tabelle 132: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 66) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**B**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 66 nicht zu erwarten.

5.2.34 KVF 69 (Altöltank östl. Gebäude 1701)

5.2.34.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 69 um einen 7.000 L Altöltank (unterflur) östlich des Gebäudes 1701. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf mögliche Verluste von Altöl durch mögliche Leckagen am Tank und an Tankleitungen sowie Handhabungs- und Tropfverlusten. [U6]

5.2.34.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 69 eine Bohrung bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK.

Auf der KVF 69 wurden im Umfeld des Altöltanks drei Bohrungen bis in eine Tiefe von 1,00 m u. GOK und zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK niedergebracht, sowie eine Bohrung (RKS 69/4) zur temporären Bodenluftmessstelle ausgebaut. Die drei Bohrungen bis 1,00 m u. GOK wurden, aufgrund eines Missverständnisses zwischen ausführender Bohrfirma und IBL falsch gesetzt. Aufgrund der Tiefenlage und der Größe des Tankes wurde eine zweite Bohrung bis 4,00 m u. GOK durchgeführt. Die Lage der beiden Bohrungen RKS 69/4 unf RKS 69/5 sind auf Grundlage der von der ausführenden Bohrfirma ausgehändigten Daten nicht eindeutig zu verorten.

5.2.34.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 69 befindet sich im Westen der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 40 m². Der Nutzungszeitraum für die Kfz-Stellfläche wird im Bericht zur Erfassung und Erstbewertung von kontaminationsverdächtigen Flächen (CDM Smith, 11.6.2015) [U6] mit 1986 - 2014 angegeben. Es existiert eine Oberflächenversiegelung aus Beton.

5.2.34.4 Boden- und Untergrundaufbau

In den Bohrungen RKS 69/1, RKS 69/2 und RKS 69/3 wurden unter den Verbundsteinen (0,10 m) bis zur jeweiligen Endtiefe von 1,00 m u. GOK Auffüllungen unterschiedlicher Zusammensetzungen angetroffen. In der Bohrung RKS 69/5 wurde unter den Verbundsteinen von 0,10 m u. GOK bis 0,50 m u. GOK eine Auffüllung grauem feinsandig bis mittelsandigem Feinkies bis MIttelkies erbohrt. In der Bohrung RKS 69/4 wurde unter einer 0,26 m mächtigen Betondecke bis in eine Tiefe von 0,50 m u. GOK eine Auffüllung aus violettbraunem feinkiesigem bis mittelkiesigem Feinsand bis Mittelsand angetroffen. In beiden Bohrungen folgt ab 0,50 m u. GOK bis ca. 1,50 m u. GOK eine Auffüllung aus braunem bis graubraunem feinkiesigen bis mittelkiesigen Feinsand bis Mittelsand. Unter dieser Schicht steht in der Bohrung RKS 69/5 bis zur Endtiefe von 4,00 m u. GOK ein hellbrauner Feinsand bis Mittelsand an. In der Bohrung RKS 69/4 folgt von 1,50 m u. GOK bis 3,20 m u. GOK zunächst eine Schicht aus braunem Feinsand bis Mittelsand. Hier konnte aufgrund der fehlenden Hinweise nicht abschließend geklärt werden ob es sich dabei um eine Auffüllung oder anstehendes Material handelt. Von 3,20 m u. GOK bis zur Endtiefe von 4,00 m u. GOK steht der hellbraune Feinsand bis Mittelsand an.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 36 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

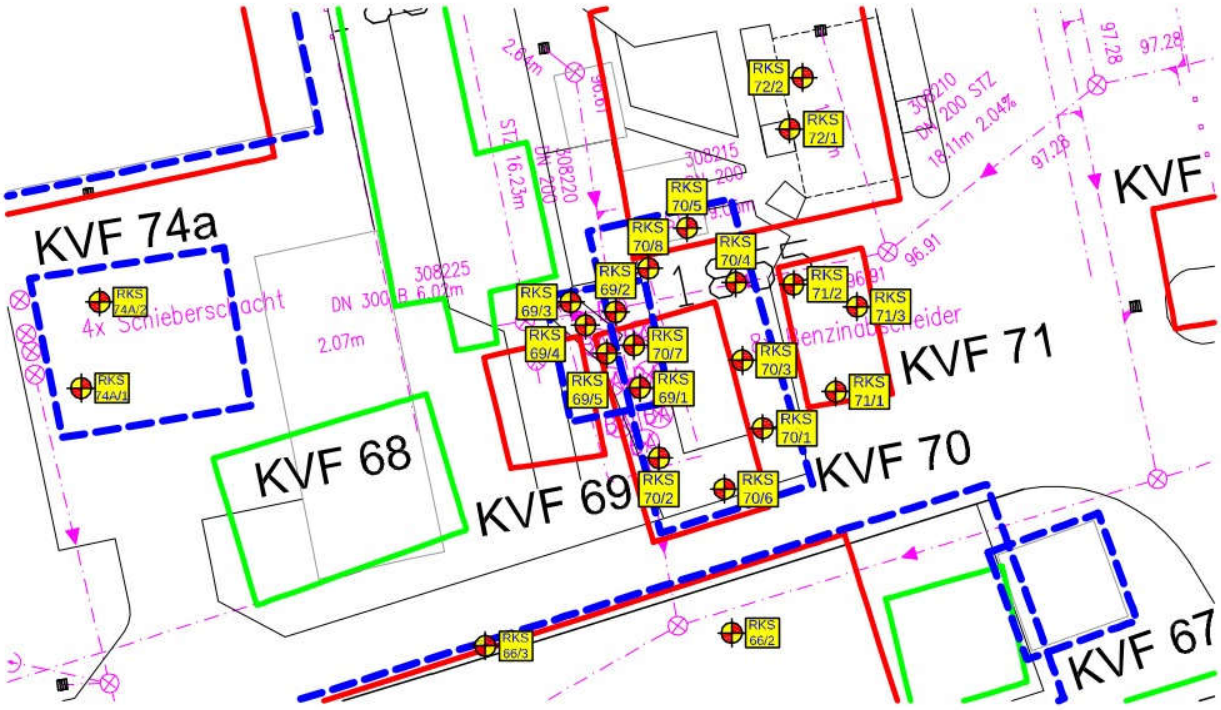


Abbildung 36: Lage der Untersuchungspunkte, KVF69

5.2.34.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der beiden bis 4,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.34.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 133 entnommen werden.

Tabelle 133: Entnommene Proben KVF 69

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 69/1 0,1-0,5	Boden							1
RKS 69/1 0,5-1,0	Boden							1
RKS 69/2 0,1-0,5	Boden							1
RKS 69/2 0,5-1,0	Boden							1
RKS 69/3 0,1-1,0	Boden							1
RKS 69/4 0,26-0,5	Boden							1
RKS 69/4 0,5-1,5	Boden							1
RKS 69/4 1,5-2,5	Boden	1						
RKS 69/4 2,5-3,2	Boden	1	1					
RKS 69/4 3,2-4,0	Boden							1

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 69/4 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 69/5 0,1-0,5	Boden							1
RKS 69/5 0,5-1,6	Boden	1						
RKS 69/5 1,6-2,0	Boden							1
RKS 69/5 2,0-3,0	Boden	1	1					
RKS 69/5 3,0-4,0	Boden							1
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 69		**4**	**2**	**0**	**0**	**1**	**1**	**11**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 134 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 69 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 134: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 69

KVF 69	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 69/4 1,5-2,5	< 40	-	-	-	-
RKS 69/4 2,5-3,2	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 69/5 0,5-1,6	47	-	-	-	-
RKS 69/5 2,0-3,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 135 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 135: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 69

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 69/4 Bolu	0,922	0,128	0,128

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.34.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwert-überschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Die Bodenluftkonzentrationen der Einzelparameter für BTEX und LCKW unterschreiten die orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft gemäß LABO [U14]. Nach den

vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.2 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch LCKW und BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX und LCKW in der Bodenluft die jeweiligen Beurteilungswerte von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch LCKW oder BTEX.

MKW wurden ausschliesslich in der Probe RKS 69/5 0,5-1,6 (47 mg/kg) nachgewiesen. Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch MKW, ausgehend von einer hohen Mobilität (Ottokraftstoffe), trotz des geringen Schadstoffgehaltes zu erwarten. Da ausschließlich in einer von drei auf MKW analysierten Proben MKW nachgewiesen wurden und die nachgewiesene Konzentration den Beurteilungswert von 2.500 mg/kg deutlich unterschreitet, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers.

PAK wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone aufgrund der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.34.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 69 in die Kategorie A.

Tabelle 136: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 69) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 69 nicht zu erwarten.

5.2.35 KVF 70 (Leichtflüssigkeitsabscheider (10x) östl. Gebäude 1701)

5.2.35.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 70 um zehn Leichtflüssigkeitsabscheider (unterflur) unbekannter Größe. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf die angetroffene Abscheideranlage sowie mögliche Leckagen- und Handhabungsverluste von Benzin, Öl und mineralölhaltigen Flüssigkeiten. [U6]

5.2.35.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 70 fünfzehn Bohrungen bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von fünf Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter BTEX und LCKW vorgesehen.

Auf der KVF 70 wurden sieben Bohrungen in direktem Umfeld der Abscheider bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK und eine Bohrung (RKS 70/4) bis in eine Tiefe von 5,00 m u. GOK niedergebracht sowie fünf Bohrungen (RKS 70/2, RKS 70/5, RKS 70/6, RKS 70/7 und RKS 70/8) zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut. Die Untersuchungsdichte erschien vor Ort ausreichend, da keine weiteren Anhaltspunkte vor Ort zu erkennen waren. Zudem war aufgrund von unterirdischen Einbauten die für Bohrungen verfügbare Fläche eingeschränkt. Aufgrund der Tiefenlage des Abscheiders wurde die Bohrung RKS 70/4 bis 5,00 m u. GOK abgeteuft.

5.2.35.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 70 befindet sich im Westen der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 110 m². Baujahr und Nutzungszeitraum für die zehn Leichtflüssigkeitsabscheider, von denen sechs als Benzinabscheider geführt werden sind nicht bekannt. Im Bericht zur Erfassung und Erstbewertung von kontaminationsverdächtigen Flächen (CDM Smith, 11.6.2015) [U6] werden Grundwasseruntersuchungen aus dem Jahr 2011 südlich der KVF 66 erwähnt. Genaue Lage des Grundwasserpegels ist unbekannt. Ergebnisse der Untersuchungen werden nicht erwähnt. In der Beschreibung zur KVF 66 wird widersprüchlicher Weise diese Untersuchung nördlich der KVF 66 geführt. Auch hier werden keine Angaben zu den damals ermittelten Ergebnissen erwähnt. Eine Versiegelung existiert auf der KVF 70 nicht.

5.2.35.4 Boden- und Untergrundaufbau

In den Bohrungen RKS 70/1, RKS 70/2, RKS 70/4 und RKS 70/7 wurde unter Verbundsteinen (0,10 m) bis ca. 0,50 m u. GOK eine Auffüllung aus grauem bis braunem, sandigen Feinkies bis Mittelkies angetroffen. Darunter folgt in den Bohrungen RKS 70/1, RKS 70/2, RKS 70/4 und RKS 70/7 eine Auffüllung aus feinkiesigem bis mittelkiesigem Feinsand bis Mittelsand in unterschiedlichen Mächtigkeiten. Unter den Auffüllungen folgt bis zur Endtiefe der Bohrungen RKS 70/1, RKS 70/2 und RKS 70/7 von 4,00 m u. GOK ein hellbrauner Feinsand bis Mittelsand. Hierbei kann bei RKS 70/7 (3,10 m u. GOK – 4,00 m u. GOK) aufgrund fehlender Hinweise nicht

abschließend geklärt werden ob es sich um eine Auffüllung oder anstehendes Material handelt. In RKS 70/4 steht unter dem Feinsand von 3,50 m u. GOK bis zur Endtiefe von 5,00 m u. GOK ein hellbrauner feinkiesiger bis mittelkiesiger Sand an. Unter den Verbundsteinen aus RKS 70/6 wurde von 0,10 m u. GOK bis zur Endtiefe von 4,00 m u. GOK eine Auffüllung aus braunem, schwach feinkiesigem bis schwach mittelkiesigem Feinsand bis Mittelsand erbohrt. In der Bohrung RKS 70/3 wurde von Geländeoberkante bis 0,40 m u. GOK eine Auffüllung aus dunkelbraunem, schwach humosem, feinsandigen bis mittelsandigen Schluff angetroffen. Bis in eine Tiefe von 0,80 m u. GOK folgt eine Auffüllung aus rötlichem bis grauem, sandigen Feinkies bis Mittelkies mit Schotter. Von 0,80 m u. GOK bis 3,50 m u. GOK wurde eine Auffüllung aus graubraunem Feinsand bis Mittelsand mit Ziegelbruchstücken und Schlacke erbohrt. Unter dieser Auffüllung folgt bis zur Endtiefe von 4,00 m u. GOK eine Schicht aus braunem bis hellbraunem, teilweise schwach schluffigem Feinsand bis Mittelsand. Aufgrund fehlender Hinweise konnte hier nicht abschließend geklärt werden ob es sich dabei um eine Auffüllung oder anstehendes Material handelt. In den Bohrungen RKS 70/5 und RKS 70/8 wurden ab Geländeoberkante bis in Tiefen von 1,40 m u. GOK (RKS 70/5) bzw. 3,10 m u. GOK (RKS 70/8) Auffüllungen unterschiedlicher Zusammensetzung und Mächtigkeit angetroffen. Bis in zur jeweiligen Endtiefe von 4,00 m u. GOK folgt in beiden Bohrungen ein hellbrauner bis brauner Feinsand bis Mittelsand. In der Auffüllung zwischen 0,50 m u. GOK bis 3,10 m u. GOK aus der Bohrung RKS 70/8 wurden Schlackereste und Betonbruchstücke registriert.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 37 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

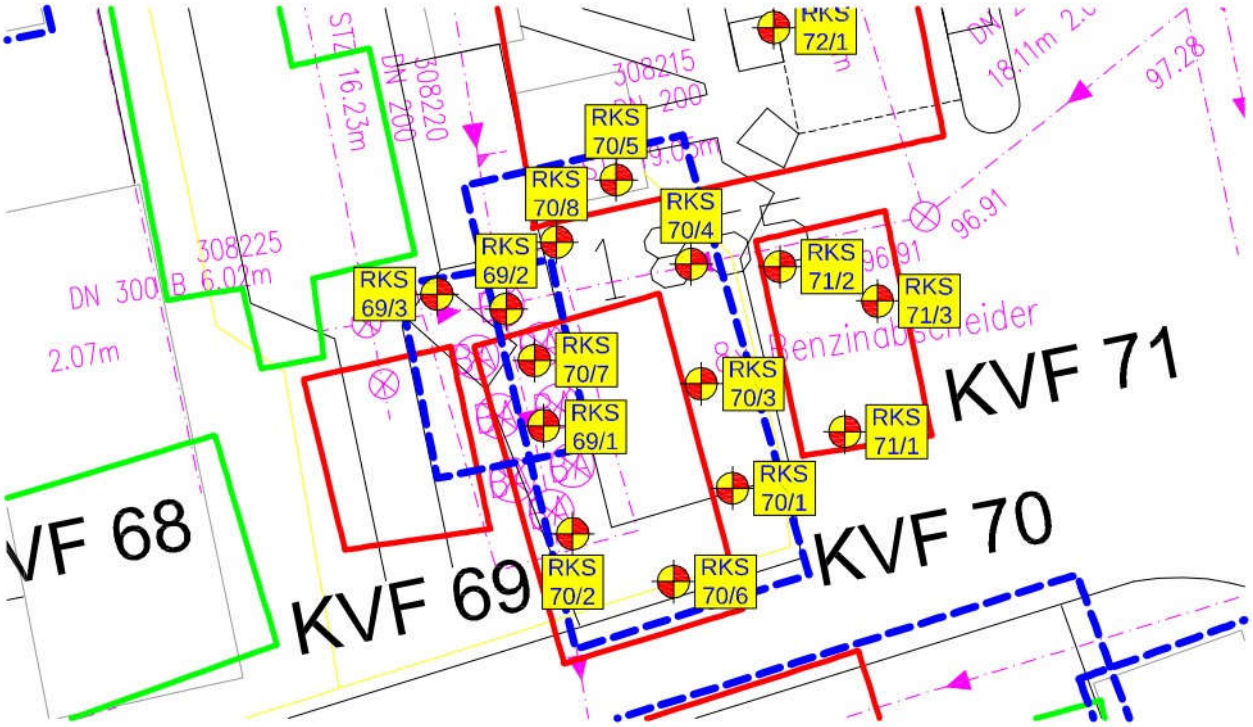


Abbildung 37: Lage der Untersuchungspunkte, KVF70

5.2.35.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.35.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 137 entnommen werden.

Tabelle 137: Entnommene Proben KVF 70

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 70/1 0,1-0,5	Boden	1						
RKS 70/1 0,5-1,1	Boden	1	1					
RKS 70/1 1,1-2,0	Boden	1						
RKS 70/1 2,0-3,0	Boden	1	1					
RKS 70/1 3,0-4,0	Boden	1	1					
RKS 70/2 0,1-0,4	Boden	1						
RKS 70/2 0,4-1,4	Boden	1	1					
RKS 70/2 1,4-2,4	Boden	1	1					
RKS 70/2 2,4-3,5	Boden	1	1					
RKS 70/2 3,5-4,0	Boden	1						
RKS 70/2 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 70/3 0-0,4	Boden							1
RKS 70/3 0,4-0,8	Boden							1
RKS 70/3 0,8-1,8	Boden	1						
RKS 70/3 1,8-2,8	Boden							1
RKS 70/3 2,8-3,5	Boden	1	1					
RKS 70/3 3,5-4,0	Boden							1
RKS 70/4 0,1-0,6	Boden							1
RKS 70/4 0,6-1,7	Boden	1						
RKS 70/4 1,7-2,7	Boden							1
RKS 70/4 2,7-3,7	Boden	1	1					
RKS 70/4 3,7-4,3	Boden							1
RKS 70/4 4,3-5,0	Boden	1						
RKS 70/5 0-0,5	Boden							1
RKS 70/5 0,5-1,4	Boden							1
RKS 70/5 1,4-2,4	Boden	1						
RKS 70/5 2,4-3,4	Boden	1	1					
RKS 70/5 3,4-4,0	Boden							1
RKS 70/5 Bolu	Bodenluft						1	

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 70/6 0,1-1,0	Boden							1
RKS 70/6 1,0-2,0	Boden	1						
RKS 70/6 2,0-3,0	Boden							1
RKS 70/6 3,0-4,0	Boden	1	1					
RKS 70/6 Bolu	Bodenluft						1	
RKS 70/7 0,1-0,5	Boden							1
RKS 70/7 0,5-1,1	Boden	1						
RKS 70/7 1,1-2,1	Boden							1
RKS 70/7 2,1-3,1	Boden	1	1					
RKS 70/7 3,1-4,0	Boden	1						
RKS 70/7 Bolu	Bodenluft						1	
RKS 70/8 0-0,5	Boden							1
RKS 70/8 0,5-1,1	Boden							1
RKS 70/8 1,1-2,1	Boden	1						
RKS 70/8 2,1-3,1	Boden	1	1					
RKS 70/8 3,1-4,0	Boden	1						
RKS 70/8 Bolu	Bodenluft						1	
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 70		**25**	**12**	**0**	**0**	**1**	**5**	**16**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 138 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 70 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 138: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 70

KVF 70	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 70/1 0,1-0,5	< 40	-	-	-	-
RKS 70/1 0,5-1,1	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 70/1 1,1-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS 70/1 2,0-3,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 70/1 3,0-4,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 70/2 0,1-0,4	< 40	-	-	-	-
RKS 70/2 0,4-1,4	< 40	< 0,05	0,24	2,17	2,17
RKS 70/2 1,4-2,4	< 40	< 0,05	0,05	0,29	0,29
RKS 70/2 2,4-3,5	< 40	< 0,05	0,05	0,12	0,12
RKS 70/2 3,5-4,0	< 40	-	-	-	-
RKS 70/3 0,8-1,8	< 40	-	-	-	-

KVF 70	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 70/3 2,8-3,5	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 70/4 0,6-1,7	< 40	-	-	-	-
RKS 70/4 2,7-3,7	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 70/4 4,3-5,0	< 40	-	-	-	-
RKS 70/5 1,4-2,4	< 40	-	-	-	-
RKS 70/5 2,4-3,4	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 70/6 1,0-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS 70/6 3,0-4,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 70/7 0,5-1,1	< 40	-	-	-	-
RKS 70/7 2,1-3,1	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 70/7 3,1-4,0	< 40	-	-	-	-
RKS 70/8 1,1-2,1	< 40	-	-	-	-
RKS 70/8 2,1-3,1	< 40	< 0,05	< 0,05	0,21	0,21
RKS 70/8 3,1-4,0	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 139 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 139: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 70

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 70/2 Bolu	0,557	0,069	0,069
RKS 70/5 Bolu	0,461	-	-
RKS 70/6 Bolu	0,398	0,075	0,075
RKS 70/7 Bolu	0,389	0,027	0,027
RKS 70/8 Bolu	0,304	0,199	0,199

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.35.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwert-überschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Die Bodenluftkonzentrationen der Einzelparameter für BTEX und LCKW unterschreiten die orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft gemäß LABO [U14]. Nach den

vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.2 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch LCKW und BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX und LCKW in der Bodenluft die jeweiligen Beurteilungswerte von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch LCKW oder BTEX.

MKW wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwasser-gefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone für diesen Stoff nicht zu erwarten.

PAK wurden in vier von zwölf auf PAK analysierten Bodenproben festgestellt. Aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter und der geringen Schadstoffgehalte im Boden ist trotz der geringen bis mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone eine Grundwassergefährdung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.35.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über die Wirkungspfade Boden → Grundwasser und Boden → Mensch nachgewiesen werden. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 70 in die Kategorie A.

Tabelle 140: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 70) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 70 nicht zu erwarten.

5.2.36 KVF 71 (Leichtflüssigkeitsabscheider (4x) südl. Gebäude 1855)

5.2.36.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 70 um vier Leichtflüssigkeitsabscheider (unterflur) unbekannter Größe. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf die angetroffene Abscheideranlage sowie mögliche Leckagen- und Handhabungsverluste von Benzin, Öl und mineralölhaltigen Flüssigkeiten. [U6]

5.2.36.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 71 fünf Bohrungen bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von drei Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter BTEX vorgesehen.

Auf der KVF 71 wurden im Umfeld der Abscheider drei Bohrungen bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK und eine Bohrung bis in eine Tiefe von 0,50 m u. GOK (RKS 71/2a ging nach 0,50 m fest) niedergebracht sowie drei Bohrungen (RKS 71/1, RKS 71/2 und RKS 71/3) zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut. Die Untersuchungsdichte in unmittelbarer nachbarschaft zu KVF 70 wurde vor Ort als ausreichend erachtet. Zudem war aufgrund von unterirdischen Einbauten die für Bohrungen verfügbare Fläche eingeschränkt.

5.2.36.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 71 befindet sich im Westen der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 60 m². Baujahr und Nutzungszeitraum für die vier Leichtflüssigkeitsabscheider sind nicht bekannt. Auf der KVF 71 existiert eine Versiegelung aus Pflastersteinen.

5.2.36.4 Boden- und Untergrundaufbau

In allen Bohrungen wurde unterhalb einer 0,10 m mächtigen Versiegelung aus Verbundsteinen eine 0,40 m bis 0,80 m mächtige Auffüllung aus graubraunem, sandigen Feinkies bis Mittelkies mit Schotter angetroffen. Darunter folgt in den Bohrungen RKS 71/2 und RKS 71/3 bis zur jeweiligen Endtiefe von 4,00 m u. GOK eine Auffüllung aus braunem, schwach feinkiesigem Feinsand bis Mittelsand mit Betonbruchstücken und Kohleresten. In der Bohrung RKS 71/1 reicht diese Auffüllung bis in eine Tiefe von 3,10 m u. GOK und wird unterlagert von einem anstehenden MAterial aus hellbraunem Feinsand bis Mittelsand. In der Bohrung RKS 71/2a konnte nach 0,50 m kein weiterer Bohrfortschritt erzielt werden.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 38 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

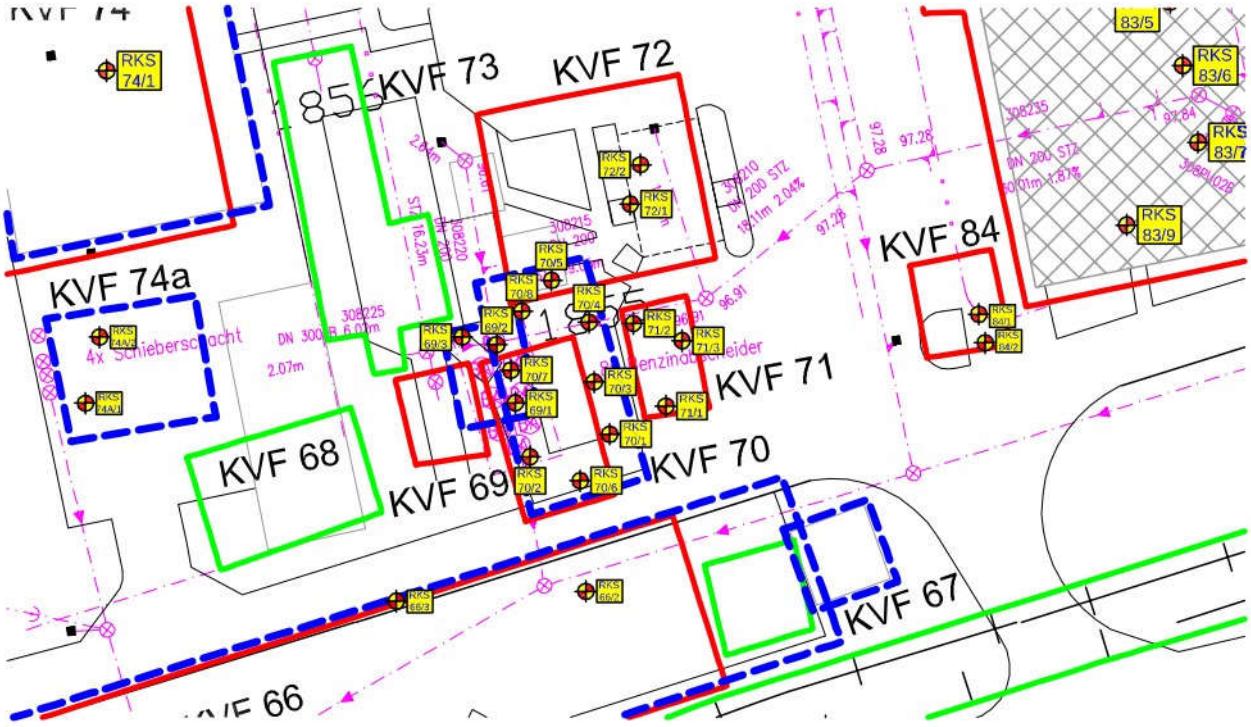


Abbildung 38: Lage der Untersuchungspunkte, KVF71

5.2.36.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.36.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 141 entnommen werden.

Tabelle 141: Entnommene Proben KVF 71

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 71/1 0,1-0,6	Boden							1
RKS 71/1 0,6-1,6	Boden	1						
RKS 71/1 1,6-2,6	Boden	1	1					
RKS 71/1 2,6-3,1	Boden	1						
RKS 71/1 3,1-4,0	Boden	1	1					
RKS 71/1 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 71/2 0,2-0,5	Boden							1
RKS 71/2 0,5-1,5	Boden	1						
RKS 71/2 1,5-2,5	Boden	1	1					
RKS 71/2 2,5-3,5	Boden	1						
RKS 71/2 3,5-4,0	Boden							1

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 71/2 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 71/3 0,1-0,9	Boden							1
RKS 71/3 0,9-1,9	Boden	1						
RKS 71/3 1,9-2,9	Boden	1	1					
RKS 71/3 2,9-4,0	Boden	1						
RKS 71/3 Bolu	Bodenluft					1	1	
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 71		**10**	**4**	**0**	**0**	**3**	**3**	**4**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 142 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 71 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 142: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 71

KVF 71	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 71/1 0,6-1,6	< 40	-	-	-	-
RKS 71/1 1,6-2,6	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 71/1 2,6-3,1	< 40	-	-	-	-
RKS 71/1 3,1-4,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 71/2 0,5-1,5	< 40	-	-	-	-
RKS 71/2 1,5-2,5	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 71/2 2,5-3,5	< 40	-	-	-	-
RKS 71/3 0,9-1,9	< 40	-	-	-	-
RKS 71/3 1,9-2,9	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 71/3 2,9-4,0	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 143 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 143: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 71

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 71/1 Bolu	0,752	0,402	0,402
RKS 71/2 Bolu	0,593	0,12	0,12
RKS 71/3 Bolu	0,791	0,226	0,226

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.36.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwert-überschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Die Bodenluftkonzentrationen der Einzelparameter für BTEX und LCKW unterschreiten die orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft gemäß LABO [U14]. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.2 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch LCKW und BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX und LCKW in der Bodenluft die jeweiligen Beurteilungswerte von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch LCKW oder BTEX.

MKW und PAK wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone aufgrund der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für diese Stoffe nicht zu erwarten.

5.2.36.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 71 in die Kategorie A.

Tabelle 144: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 71) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 71 nicht zu erwarten.

5.2.37 KVF 72 (Waschplatz für Kettenfahrzeuge Gebäude 1855)

5.2.37.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 72 um einen Waschplatz für Kettenfahrzeuge, bzw. LKW. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf der Historie der Fläche, sowie möglichen Handhabungs- und Tropfverlusten. [U6]

5.2.37.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 72 zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von beiden Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter BTEX und LCKW vorgesehen.

Auf der KVF 72 wurden im Bereich der Ablaufrinne zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK niedergebracht und beide Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut.

5.2.37.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 72 befindet sich im Westen der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 100 m². Der Nutzungszeitraum für den Waschplatz wird in dem Bericht zur Phase I Untersuchung von CDM Smith [U6] von ca. 1989 bis 2014 angegeben. Zuletzt wurde die Waschanlage für Kettenfahrzeuge in eine LKW-Waschanlage umgenutzt. Auf der KVF 72 existiert eine Versiegelung aus Beton.

5.2.37.4 Boden- und Untergrundaufbau

In beiden Bohrungen wurde unter einer 0,06 m dicken Schwarzdecke eine 0,34 m bis 0,46 m mächtige Betondecke angetroffen. Unterhalb der Betondecke wurde bis in eine Tiefe von ca. 1,20 m u. GOK eine Auffüllung aus dunkelbraunem feinkiesigen bis mittelkiesigen Feinsand bis Mittelsand mit Ziegelbruchstücken und Betonbruchstücken erbohrt. Bis zur jeweiligen Endtiefe von 3,00 m u. GOK steht ein hellbrauner Feinsand bis Mittelsand an.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 39 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

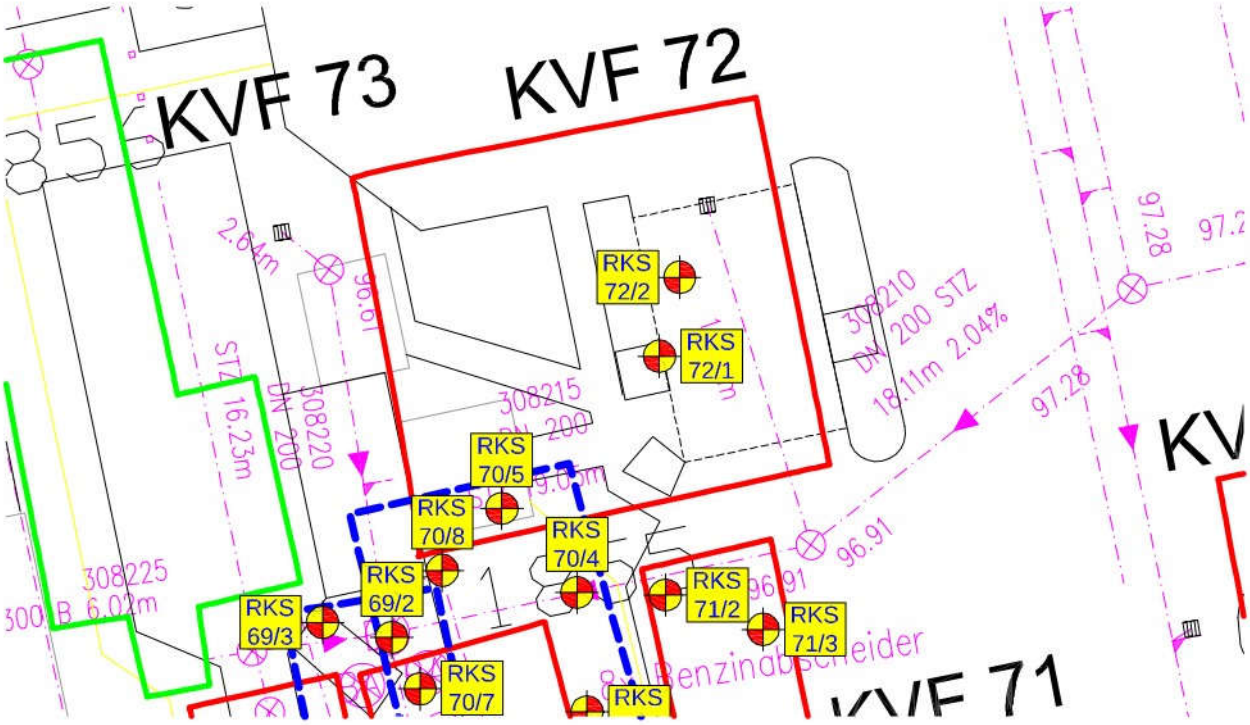


Abbildung 39: Lage der Untersuchungspunkte, KVF72

5.2.37.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.37.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 145 entnommen werden.

Tabelle 145: Entnommene Proben KVF 72

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 72/1 0,4-1,1	Boden	1	1					
RKS 72/1 1,1-2,0	Boden	1						
RKS 72/1 02,0-3,0	Boden							1
RKS 72/1 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 72/2 0,43-1,2	Boden	1	1					
RKS 72/2 1,2-2,0	Boden	1						
RKS 72/2 2,0-3,0	Boden							1
RKS 72/2 Bolu	Bodenluft					1	1	
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 72		**4**	**2**	**0**	**0**	**2**	**2**	**2**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 146 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 72 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 146: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 72

KVF 72	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 72/1 0,4-1,1	< 40	< 0,05	0,06	0,52	0,52
RKS 72/1 1,1-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS 72/2 0,43-1,2	< 40	< 0,05	0,21	2,64	2,64
RKS 72/2 1,2-2,0	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 147 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 147: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 72

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 72/1 Bolu	0,581	0,87	0,87
RKS 72/2 Bolu	0,472	0,2	0,2

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.37.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwertüberschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Die Bodenluftkonzentrationen der Einzelparameter für BTEX und LCKW unterschreiten die orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft gemäß LABO [U14]. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.2 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch LCKW und BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesenen

Konzentrationen von BTEX und LCKW in der Bodenluft die jeweiligen Beurteilungswerte von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch LCKW oder BTEX.

MKW waren in den analysierten Bodenproben nicht nachweisbar. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone für diesen Stoff nicht zu erwarten.

PAK wurden in beiden auf PAK untersuchten Proben (RKS 72/1 0,4-1,1 und RKS 72/2 0,43-1,2) nachgewiesen. Aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter, der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und der geringen Schadstoffgehalte im Boden ist eine Grundwassergefährdung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.37.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 72 in die Kategorie A.

Tabelle 148: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 72) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 72 nicht zu erwarten.

5.2.38 KVF 74 (Werkstatthalle Gebäude 1701A)

5.2.38.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 74 um eine Werkstatthalle (Reparaturhalle). Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf der Historie der Fläche, sowie mögliche Leckagen- und Handhabungsverluste von Benzin, Öl, Mineralölhaltigen Flüssigkeiten und LCKW. [U6]

5.2.38.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 74 zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von beiden Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter BTEX und LCKW vorgesehen.

Auf der KVF 74 wurde eine Bohrung (RKS 74/1) im Bereich eines Ablaufs, in der Halle, bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK und südlich der KVF 74 (Fläche KVF 74A) zwei Bohrungen im Bereich

des vorgefundenen Abscheiders (RKS 74A/1, RKS 74A/2) bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK niedergebracht. Alle drei Bohrungen wurden zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut. Im Rahmen der Vorbegehung wurden zwei Bohrpunkte an der, nicht im Plan eingezeichneten Abscheideranlage vor dem Gebäude (KVF 74) festgelegt. Im Gebäude selbst wurde eine Bohrung als ausreichend erachtet.

5.2.38.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 74 befindet sich im Westen der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 600 m². Der Nutzungszeitraum für die Werkstatthalle wird in dem Bericht zur Phase I Untersuchung von CDM Smith [U6] von ca. 2005 bis 2014 angegeben. Auf der KVF 74 existiert eine Versiegelung aus Beton.

5.2.38.4 Boden- und Untergrundaufbau

In der Bohrung RKS 74/1 wurde unter einer 0,20 m mächtigen Betonversiegelung bis in eine Tiefe von 0,50 m u. GOK eine Auffüllung aus grauem Feinkies bis Mittelkies mit Schotter und Ziegelbruchstücken angetroffen. Darunter folgt bis in eine Tiefe von 1,30 m u. GOK eine Auffüllung aus braunem, schluffigem Feinsand bis Mitelsand von steifer Konsistenz. Von 1,30 m u. GOK bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK steht ein brauner Feisnand bis Mittelsand an. In der Bohrung RKS 74A/1 wurde unter einer 0,20 m mächtigen Betonversiegelung bis in eine Tiefe von 0,80 m u. GOK eine Auffüllung aus graubraunem, feinkiesigem bis mittelkiesigem Sand mit Betonbruchstücken und Ziegelbruchstücken angetroffen. Darunter folgt bis in eine Tiefe von 3,40 m u. GOK eine Auffüllung aus braunem schluffigem, Feinsand bis Mittelsand von steifer Konsistenz. Von 3,40 m u. GOK bis zur Endtiefe von 4,00 m u. GOK steht ein brauner Feinsand bis Mittelsand an. In der Bohrung RKS 74A/2 wurde unter einer 0,25 m mächtigen Betonversiegelung bis in eine Tiefe 0,80 m u. GOK eine Auffüllung aus graubraunem Feinsand bis Mittelsand mit Betonbruchstücken, Ziegelbruchstücken und Schlackeresten angetroffen. Darunter folgt bis in eine Tiefe von 1,90 m u. GOK eine Auffüllung aus braunem feinkiesigem bis mittelkiesigem Sand mit Ziegelbruchstücken. Von 1,90 m u. GOK bis zur Endtiefe von 4,00 m u. GOK steht ein brauner, schwach feinkiesiger bis schwach mittelkiesiger Feinsand bis Mittelsand an.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 40 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

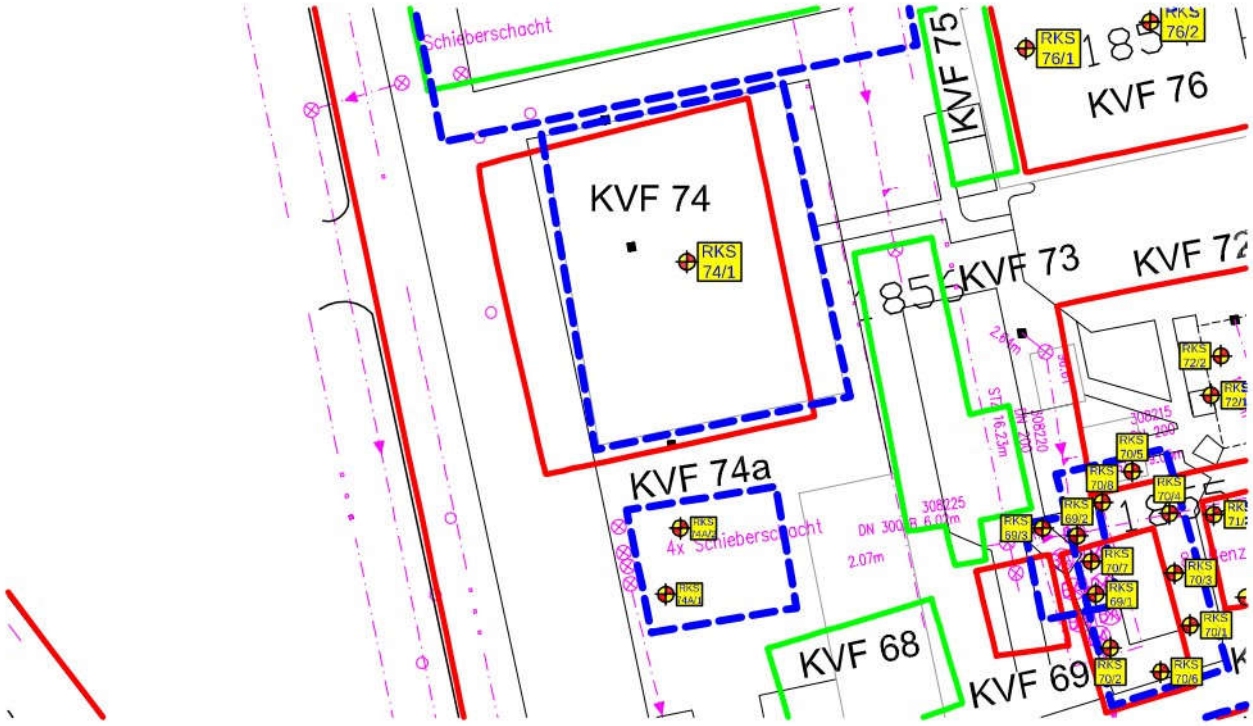


Abbildung 40: Lage der Untersuchungspunkte, KVF74

5.2.38.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.38.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 149 entnommen werden.

Tabelle 149: Entnommene Proben KVF 74

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 74/1 0,2-0,5	Boden							1
RKS 74/1 0,5-1,3	Boden	1	1					
RKS 74/1 1,3-2,0	Boden	1	1					
RKS 74/1 2,0-3,0	Boden							1
RKS 74/1 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 74A/1 0,1-0,8	Boden							1
RKS 74A/1 0,8-1,8	Boden							1
RKS 74A/1 1,8-2,8	Boden	1	1					
RKS 74A/1 2,8-3,4	Boden							1
RKS 74A/1 3,4-4,0	Boden	1	1					
RKS 74A/1 Bolu	Bodenluft					1	1	

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 74A/2 0,25-0,8	Boden							1
RKS 74A/2 0,8-1,9	Boden	1	1					
RKS 74A/2 1,9-3,0	Boden							1
RKS 74A/2 3,0-4,0	Boden	1	1					
RKS 74A/2 Bolu	Bodenluft					1	1	
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 74		**6**	**6**	**0**	**0**	**3**	**3**	**7**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 150 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 74 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 150: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 74

KVF 74	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 74/1 0,5-1,3	< 40	< 0,05	< 0,05	0,64	0,64
RKS 74/1 1,3-2,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 74A/1 1,8-2,8	< 40	< 0,05	< 0,05	0,06	0,06
RKS 74A/1 3,4-4,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 74A/2 0,8-1,9	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 74A/2 3,0-4,0	< 40	< 0,05	0,06	0,92	0,92

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 151 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 151: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 74

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 74/1 Bolu	1,280	4,14	4,14
RKS 74A/1 Bolu	1,670	7,47	7,47
RKS 74A/2 Bolu	1,270	8,37	8,37

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Der Hauptbestandteil der gemessenen LCKW-Summen wird in allen drei Bodenluftproben aus dem Einzelparameter Tetrachlorethen gebildet.

5.2.38.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwert-überschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2

aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Die Bodenluftkonzentrationen der Einzelparameter für BTEX und LCKW sind in allen drei untersuchten Bodenluftkonzentrationen erhöht, unterschreiten jedoch die orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft gemäß LABO [U14]. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen demnach keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.2 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Aufgrund der mittleren Mobilität der BTEX und der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone ist trotz der geringen Schadstoffgehalte in der Bodenluft eine Grundwassergefährdung durch BTEX zu erwarten.

Aufgrund der hohen Mobilität der LCKW und der hohen Schadstoffgehalte in der Bodenluft ist gemäß HLUG SIWA [U13] eine Grundwassergefährdung durch LCKW wahrscheinlich. Die Voraussetzungen nach § 9 Abs. 2 BBodSchG für die Anordnung weiterer Untersuchungen sind erfüllt.

MKW wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwasser-gefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone für diesen Stoff nicht zu erwarten.

PAK wurden in drei von sechs Proben mit max. 0,92 mg/kg EPA15 (RKS 74A/2 3,0-4,0) nachgewiesen. Gemäß [U13] ist aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter in den Proben, der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und der geringen Schadstoffgehalte im Boden eine Grundwassergefährdung, auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.38.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Für den Wirkungspfad Boden → Mensch konnte mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen keine Gefährdung nachgewiesen werden.

In den Bohrungen 74A/1 (7,47 mg/m³) und 74A/2 (8,37 mg/m³) wären aufgrund der LCKW-Gehalte in der Bodenuft gemäß ALEX 02 weitere Untersuchungen zu veranlassen. Die Orientierungswerte der LABO für die Einzelparameter werden dabei jedoch nicht überschritten. Eine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser durch LCKW wäre gemäß der Sickerwasserprognose HLUG SIWA [U13] wahrscheinlich. Für die abschließende Gefährdungsabschät-

zung sind weitere Daten erforderlich. Es besteht weiterer Untersuchungsbedarf. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 74 in die Kategorie E.

Tabelle 152: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 74) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	E	E

Wir empfehlen zur Eingrenzung der Bodenluftverunreinigung im Umfeld der auffälligen Bohrungen RKS 74A/1 und RKS 74/1 je drei weitere Bohrungen, sowie eine weitere Bohrung zwischen RKS 74A/2 und RKS 74/1 um den Verlauf der Verunreinigung zwischen den beiden Bohrungen zu überprüfen. Die Bohrungen sollen zu temporären Bodenluftpegeln ausgebaut und die entnommenen Bodenluftproben auf die leichtflüchtigen Stoffe LCKW und BTEX analysiert werden.

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der KVF 74 nicht zu erwarten.

5.2.39 KVF 76 (Werkstatthalle Gebäude 1854)

5.2.39.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 76 um eine Werkstatthalle (Reparaturhalle). Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf der Historie der Fläche, sowie mögliche Leckagen- und Handhabungsverluste von Benzin, Öl, mineralhaltigen Flüssigkeitten und LCKW. [U6]

5.2.39.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 76 zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von beiden Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter BTEX vorgesehen.

Auf der KVF 76 wurden zwei Bohrungen im Bereich der Ablaufrinne bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK niedergebracht und beide Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut.

5.2.39.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 76 befindet sich im Westen der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 450 m². Der Nutzungszeitraum für die Werkstatthalle wird in dem Bericht zur Phase I Untersuchung von CDM Smith [U6] von ca. 1989 bis 2014 angegeben. Auf der KVF 76 existiert eine Versiegelung aus Beton.

5.2.39.4 Boden- und Untergrundaufbau

In beiden Bohrungen wurde unter einer 0,21 m bis 0,26 m dicken Betonversiegelung bis in eine Tiefe von 0,40 m u. GOK (RKS 76/2) bis 0,80 m u. GOK (RKS 76/1) eine Auffüllung aus braunem feinkiesigen bis mittelkiesigen Sand mit Betonbruchstücken, Ziegelbruchstücken und teilweise

Schlackeresten, sowie Asche angetroffen. Darunter folgt in RKS 76/1 bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK und in RKS 76/2 bis in eine Tiefe von 2,10 m u. GOK eine Schicht aus braunem, schwach schluffigem Feinsand bis Mittelsand von steifer Konsistenz. Aufgrund fehlender Hinweise konnte nicht abschließend geklärt werden ob es sich dabei um eine Auffüllung oder um anstehendes Material handelt. In RKS 76/2 steht unter der Auffüllung von 2,10 m u. GOK bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK ein hellbrauner Feinsand bis Mittelsand an.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 41 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

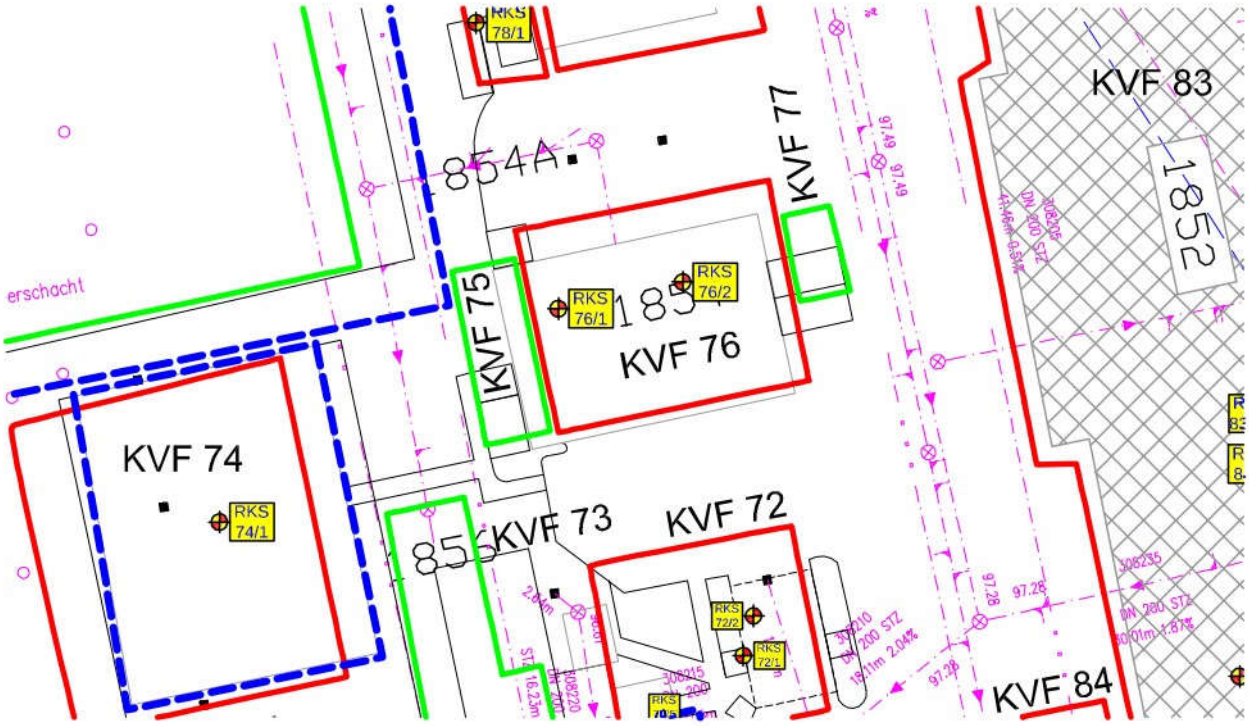


Abbildung 41: Lage der Untersuchungspunkte, KVF76

5.2.39.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.39.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 153 entnommen werden.

Tabelle 153: Entnommene Proben KVF 76

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 76/1 0,21-0,8	Boden	1	1					
RKS 76/1 0,8-1,0	Boden							1

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 76/1 1,0-2,0	Boden	1						
RKS 76/1 2,0-3,0	Boden							1
RKS 76/1 Bolu	Bodenluft						1	
RKS 76/2 0,26-0,4	Boden							1
RKS 76/2 0,4-1,1	Boden	1	1					
RKS 76/2 1,1-2,1	Boden	1						
RKS 76/2 2,1-3,0	Boden							1
RKS 76/2 Bolu	Bodenluft						1	
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 76		**4**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**4**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 154 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 76 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 154: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 76

KVF 76	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 76/1 0,21-0,8	71	< 0,05	0,23	2,71	2,71
RKS 76/1 1,0-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS 76/2 0,4-1,1	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 76/2 1,1-2,1	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 155 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 155: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 76

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 76/1 Bolu	0,508	-	-
RKS 76/2 Bolu	0,314	-	-

- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.39.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwert-überschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Bezüglich des analysierten Schadstoffes BTEX in der Bodenluft liegen keine Überschreitungen der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft oder Werten zur Gefahrenabschätzung gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Die Auflistung sämtlicher Einzelparameter und deren Gegenüberstellung mit den Orientierungswerten der LABO, den orientierenden Hinweisen auf Prüfwerte für leichtflüchtige Stoffe des Bundeslandes Baden-Württemberg, sowie den hilfsweise herangezogenen Beurteilungswerten des Merkblattes ALEX 02 für die Summen der Einzelparameter befindet sich in Anlage 5.2.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesene Konzentration von BTEX in der Bodenluft den Beurteilungswert von 5 mg/m³ deutlich unterschreitet, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch BTEX.

MKW wurden ausschliesslich in der Probe RKS 76/1 0,21-0,8 (71 mg/kg) nachgewiesen. Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch MKW, ausgehend von einer hohen Mobilität (Ottokraftstoffe), trotz des geringen Schadstoffgehaltes zu erwarten. Da die nachgewiesene Konzentration von MKW in der Bodenprobe RKS 76/1 0,21-0,8 den Beurteilungswert von 2.500 mg/kg deutlich unterschreitet, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers.

Aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter in der Probe RKS 76/1 0,21-0,8 (2,71 mg/kg EPA15), der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und der geringen Schadstoffgehalte im Boden ist eine Grundwassergefährdung, auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.39.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 76 in die Kategorie A.

Tabelle 156: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 76) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 76 nicht zu erwarten.

5.2.40 KVF 78 (Altöltank Gebäude 1853)

5.2.40.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 78 um einen ehemaligen 5.000 L Altöltank (unterflur) südwestlich angrenzend an das Gebäude 1853. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf mögliche Verluste von Altöl durch mögliche Leckagen am Tank- und Tankleitungen sowie Handhabungs- und Tropfverluste. [U6]

5.2.40.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurde für die KVF 78 eine Bohrung bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK vorgesehen.

Auf der KVF 78 wurde eine Bohrung im Umfeld des Altöltanks bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK niedergebracht.

5.2.40.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 78 befindet sich im Westen der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 40 m². Das Baujahr für den Altöltank wird in dem Bericht zur Phase I Untersuchung von CDM Smith [U6] mit 1987 angegeben. Die Nutzungsdauer ist unbekannt. Auf der KVF 78 existiert eine Versiegelung aus Beton.

5.2.40.4 Boden- und Untergrundaufbau

In der Bohrung RKS 78/1 wurde unter einer 0,27 m mächtigen Betondecke bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK eine Auffüllung aus graubraunem, feinkiesigem bis mittelkiesigem Sand mit Ziegelbruchstücken, Betonbruchstücken und Schlacke angetroffen. Darunter steht bis zur Endtiefe von 4,00 m u. GOK ein hellbrauner Feinsand bis Mittelsand an.

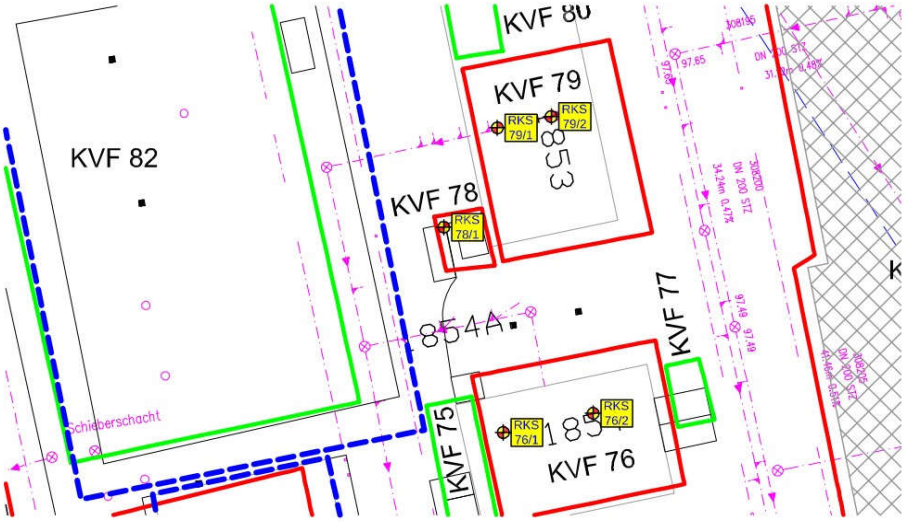


Abbildung 42: Lage der Untersuchungspunkte, KVF78

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 42 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

5.2.40.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.40.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 157 entnommen werden.

Tabelle 157: Entnommene Proben KVF 78

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 78/1 0,27-1,0	Boden	1	1					
RKS 78/1 1,0-2,0	Boden							1
RKS 78/1 2,0-3,0	Boden	1	1					
RKS 78/1 3,0-4,0	Boden	1						
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 78		**3**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 158 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 78 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 158: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 78

KVF 78	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 78/1 0,27-1,0	< 40	< 0,05	0,14	1,52	1,52
RKS 78/1 2,0-3,0	95	< 0,05	0,08	0,88	0,88
RKS 78/1 3,0-4,0	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.40.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwert-überschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). MKW wurden ausschliesslich in der Probe RKS 78/1 2,0-3,0 (95 mg/kg)

nachgewiesen. Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch MKW, ausgehend von einer hohen Mobilität (Ottokraftstoffe), trotz des geringen Schadstoffgehaltes zu erwarten. Da die nachgewiesene Konzentration von MKW in der Bodenprobe RKS 78/1 2,0-3,0 den Beurteilungswert von 2.500 mg/kg deutlich unterschreitet, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers.

PAK wurden in der Probe RKS 78/1 0,27-1,0 (1,52 mg/kg EPA15) und der Probe RKS 78/1 2,0-3,0 (0,88 mg/kg EPA15) nachgewiesen. Aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter, der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und der geringen Schadstoffgehalte im Boden ist eine Grundwassergefährdung, auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.40.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 78 in die Kategorie A.

Tabelle 159: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 78) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 78 nicht zu erwarten.

5.2.41 KVF 79 (Werkstatthalle Gebäude 1853)

5.2.41.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 79 um eine Werkstatthalle (Reparaturhalle). Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf der Historie der Fläche, sowie mögliche Leckagen- und Handhabungsverluste von Benzin, Öl, mineralhaltigen Flüssigkeitten und LCKW. [U6]

5.2.41.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 79 zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von beiden Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter LCKW und BTEX vorgesehen.

Auf der KVF 79 wurden zwei Bohrungen neben den Ablaufschächten im Bereich der Rampe bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK niedergebracht und beide Bohrungen zu temporären

Bodenluftmessstellen ausgebaut. Ein Probeneingang für das Aktivkohleröhrchen mit der Bodenluftprobe (RKS 79/1) wurde vom untersuchenden Labor nicht registriert.

5.2.41.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 79 befindet sich im Westen der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 345 m². Der Nutzungszeitraum für die Werkstatthalle wirdin dem Bericht zur Phase I Untersuchung von CDM Smith [U6] von ca. 1989 bis 2014 vermutet. Auf der KVF 79 existiert eine Oberflächenversiegelung aus Beton.

5.2.41.4 Boden- und Untergrundaufbau

In beiden Bohrungen wurde unter einer 0,06 m mächtigen Betonplatte bis in eine Tiefe von 1,10 m u. GOK eine Auffüllung aus graubraunem, feinkiesigem bis mittelkiesigem Sand mit Betonbruchstücken erbohrt. Darunter folgt von 1,10 m u. GOK bis zur jeweiligen Endtiefe von 3,00 m u. GOK eine Schicht aus braunem bis hellbraunem Feinsand bis Mittelsand. In RKS 79/1 handelt es sich dabei um anstehendes Material. In der Bohrung RKS 79/2 konnte aufgrund fehlender Hinweise nicht abschließend geklärt werden ob es sich um eine Auffüllung oder um anstehendes Material handelt.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 43 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

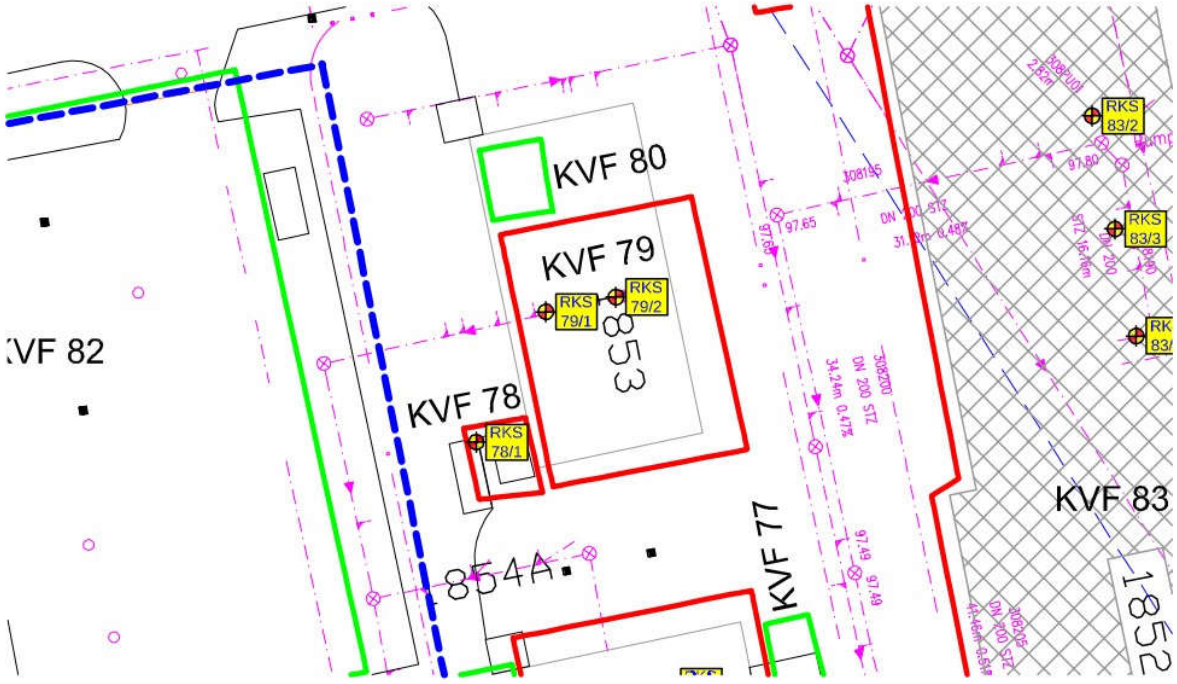


Abbildung 43: Lage der Untersuchungspunkte, KVF79

5.2.41.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der beiden bis auf 3,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.41.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 160 entnommen werden.

Tabelle 160: Entnommene Proben KVF 79

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 79/1 0,06-1,1	Boden	1	1					
RKS 79/1 1,1-2,0	Boden	1						
RKS 79/1 2,0-3,0	Boden							1
RKS 79/1 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 79/2 0,06-1,1	Boden	1	1					
RKS 79/2 1,1-2,0	Boden	1						
RKS 79/2 2,0-3,0	Boden							1
RKS 79/2 Bolu	Bodenluft					1	1	
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 79		**4**	**2**	**0**	**0**	**1**	**1**	**2**

Probeneingang dieser Probe vom analysierenden Labor nicht registriert

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 161 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 79 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 161: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 79

KVF 79	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 79/1 0,06-1,1	< 40	< 0,05	< 0,05	0,11	0,11
RKS 79/1 1,1-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS 79/2 0,06-1,1	840	< 0,05	< 0,05	0,19	0,19
RKS 79/2 1,1-2,0	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 162 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 162: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 79

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 79/2 Bolu	0,479	1,79	1,79

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.41.7 Auswertungen und Interpretationen

Die MKW-Gehalte liegen in drei von vier analysierten Proben unter der Nachweisgrenze von 40 mg/kg. In der Probe RKS 79/2 0,06-1,1 (840 mg/kg) wurden MKW festgestellt. In dieser Bodenprobe wird der oPW3 (Gewerbeflächen) für MKW eingehalten. In den übrigen drei Proben wird der oPW1 (Kinderspielflächen eingehalten).

In beiden auf PAK analysierten Proben wurden PAK mit max. 0,19 mg/kg EPA15 nachgewiesen. Bezüglich des Summenparameters PAK liegen gemäß VwV Altlasten BW im Boden keine Prüfwertüberschreitungen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV [U19], den Orientierungswerten VwV Altlasten BW [U11] und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 [U17] ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Die Bodenluftkonzentrationen der Einzelparameter für BTEX und LCKW unterschreiten die orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft gemäß LABO [U14]. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.2 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch LCKW und BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX und LCKW in der Bodenluft die jeweiligen Beurteilungswerte von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch LCKW oder BTEX.

MKW wurden ausschliesslich in der Probe RKS 79/2 0,06-1,1 (840 mg/kg) nachgewiesen. ach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch MKW, ausgehend von einer hohen Mobilität (Ottokraftstoffe), trotz des geringen Schadstoffgehaltes zu erwarten. Da die nachgewiesene Konzentration von MKW in der Bodenprobe RKS 79/2 0,06-1,1 den Beurteilungswert von 2.500 mg/kg deutlich unterschreitet und in der direkt darunter liegenden Bodenprobe der Bohrung keine MKW nachgewiesen wurden, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers.

Aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter, der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und der geringen Schadstoffgehalte im Boden ist eine Grundwassergefährdung, auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.41.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden →

Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 79 in die Kategorie A.

Tabelle 163: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 79) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	E	A

Die festgestellten Stoffgehalte für MKW können bei Bodeneingriffsmaßnahmen zu einer Abfallrelevanz führen.

5.2.42 KVF 81 (Altöltank Gebäude 1852)

5.2.42.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 81 um einen ehemaligen 7.000 L Altöltank (unterflur) nordwestlich angrenzend an das Gebäude 1852. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf eventuellen Verlusten von Altöl durch mögliche Leckagen am Tank- und Tankleitungen sowie Handhabungs- und Tropfverlusten. [U6]

5.2.42.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurde für die KVF 81 eine Bohrung bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK vorgesehen.

Auf der KVF 81 wurde eine Bohrung Im Bereich des Schachtes bis in eine Tiefe von 5,00 m u. GOK niedergebracht, da der anstehende Boden, bzw. das Ende der Auffüllung bei 4,00 m u. GOK noch nicht erreicht wurde. Zudem lag der Tankdeckel im Schacht in einer Tiefe von 2,30 m u. GOK.

5.2.42.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 81 befindet sich im Westen der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 20 m². Das Baujahr für den Altöltank wird in dem Bericht zur Phase I Untersuchung von CDM Smith [U6] mit 1986 und der Nutzungszeitraum von 1986 bis 2014 angegeben. Auf der KVF 81 existiert eine Versiegelung aus Beton.

5.2.42.4 Boden- und Untergrundaufbau

In der Bohrung RKS 81/1 wurde von Geländeoberkante bis in eine Tiefe von 0,10 m u. GOK eine Auffüllung aus graubraunem, feinkiesigen bis mittelkiesigen, durchwurzelten, schwach humosen Oberboden angetroffen. Darunter folgen bis in eine Tiefe von 4,10 m u. GOK Auffüllungen aus feinkiesigem bis mittelkiesigem Feinsand bis Mittelsand. Ab 4,10 m u. GOK bis zur Endtiefe von 5,00 m u. GOK steht ein hellbrauner, feinkiesiger bis mittelkiesiger Sand an.

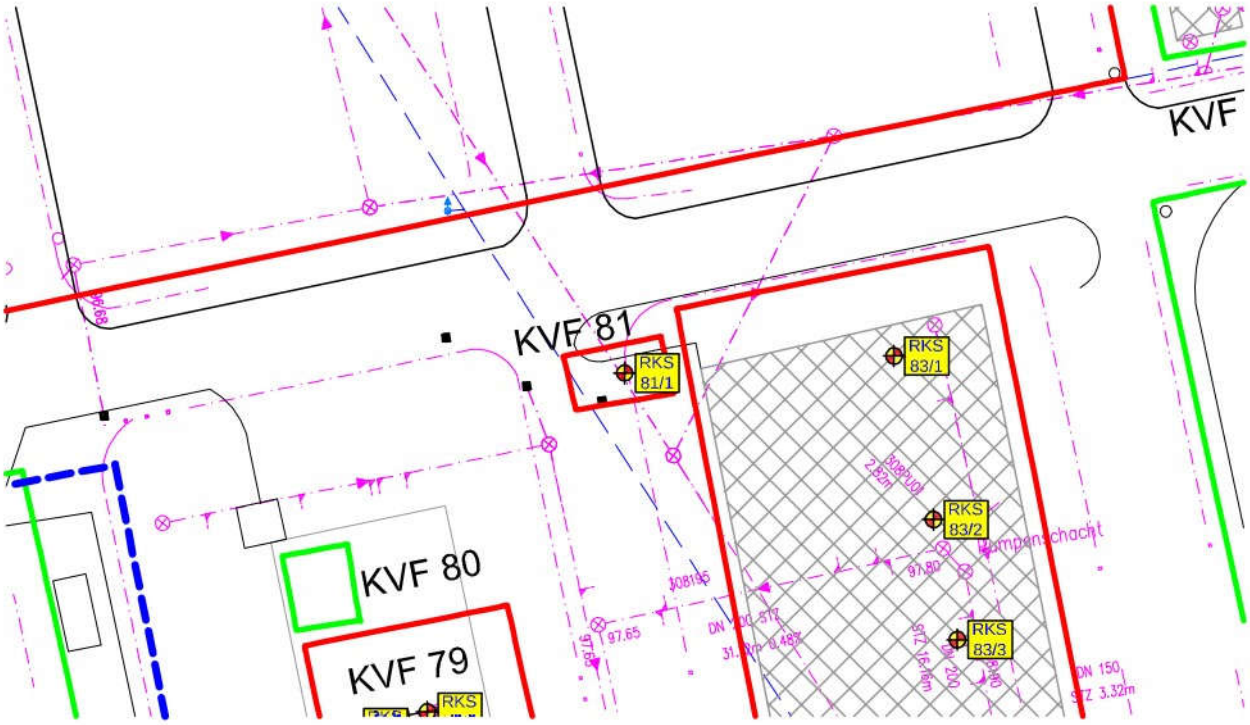


Abbildung 44: Lage der Untersuchungspunkte, KVF81

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 44 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

5.2.42.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.42.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 164 entnommen werden.

Tabelle 164: Entnommene Proben KVF 81

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 81/1 0-0,1	Boden							1
RKS 81/1 0,1-0,5	Boden	1	1					
RKS 81/1 0,5-1,0	Boden							1
RKS 81/1 1,0-1,8	Boden							1
RKS 81/1 1,8-3,0	Boden	1	1					
RKS 81/1 3,0-4,1	Boden							1
RKS 81/1 4,1-5,0	Boden	1						
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 81		**3**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**4**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 165 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 81 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 165: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 81

KVF 81	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 81/1 0,1-0,5	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 81/1 1,8-3,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 81/1 4,1-5,0	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.42.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwertüberschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). MKW und PAK waren in den analysierten Bodenproben nicht nachweisbar. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone aufgrund der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für diese Stoffe nicht zu erwarten.

5.2.42.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über die Wirkungspfade Boden → Grundwasser und Boden → Mensch nachgewiesen werden. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 81 in die Kategorie A.

Tabelle 166: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 81) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	**Einstufung MuP**	**Einstufung IBL (Phase IIa)**
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 81 nicht zu erwarten.

5.2.43 KVF 83 (Motorpool Gebäude 1852)

5.2.43.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 83 um eine Kfz-Halle (Reparaturhalle) mit Wartungsgruben und Batterielager. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf der Historie der Fläche, sowie mögliche Leckagen- und Handhabungsverluste von Benzin, Öl, mineralhaltigen Flüssigkeitten und LCKW. [U6]

5.2.43.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 83 zehn Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von fünf Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter BTEX und LCKW vorgesehen.

In der KVF 83 wurden im Bereich der Wartungsgruben und der Sandstrahl- bzw. Lackierkammer vier Bohrungen (RKS 83/5, RKS 83/6, RKS 83/9 und RKS 83/10) bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK und fünf Bohrungen (RKS 83/1, RKS 83/2, RKS 83/4, RKS 83/4 und RKS 83/7B) bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK niedergebracht, da der anstehende Boden in 3,00 m u. GOK noch nicht erreicht wurde. RKS 83/8 konnte nicht angesetzt werden, da die Stahlroste auf dem Boden der Sandstrahlkabine nicht entfernt oder bewegt werden konnten. Fünf der insgesamt neun Bohrungen wurden zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut.

5.2.43.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 83 befindet sich im Westen der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 2.800 m². Der Nutzungszeitraum für die Werkstatthalle wird in dem Bericht zur Phase I Untersuchung von CDM Smith [U6] von ca. 1989 bis 2014 angegeben. Auf der KVF 83 existiert eine Versiegelung aus Beton.

5.2.43.4 Boden- und Untergrundaufbau

Unter einer 0,24 m bis 0,36 m mächtigen Betondecke folgen in allen Bohrungen Auffüllungen von unterschiedlichen Mächtigkeiten und Zusammensetzungen. Dabei handelt es sich in den meisten Fällen um Feinsand bis Mittelsand. In der Bohrung RKS 83/10 wurde die Auffüllung bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK nicht durchteuft. Hier wurden u.a. Betonbruchstücke als Fremdbestandteile registriert. In der Bohrung RKS 83/9 wurde von 1,10 m u. GOK bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK eine Schicht aus Feinsand bis Mittelsand erbohrt. Hier konnte aufgrund fehlender Hinweise nicht abschließend geklärt werden ob es sich um eine Auffüllung oder um anstehendes Material handelt. In den beiden übrigen Bohrungen die bis in 3,00 m u. GOK abgeteuft wurden (RKS 83/5 und RKS 83/6) stand ab spätestens 2,30 m u. GOK ein hellbrauner Feinsand bis Mittelsand an. In den fünf Bohrungen die bis 4,00 m u. GOK abgeteuft wurden, wurde diese anstehende Schicht aus Feinsand bis Mittelsand frühestens ab 2,40 m u. GOK (RKS 83/7B) und spätestens ab 3,60 m u. GOK (RKS 83/3) angetroffen.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 45 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.



Abbildung 45: Lage der Untersuchungspunkte, KVF83

5.2.43.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.43.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 167 entnommen werden.

Tabelle 167: Entnommene Proben KVF 83

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 83/1 0,24-0,4	Boden							1
RKS 83/1 0,4-1,1	Boden	1	1					
RKS 83/1 1,1-2,3	Boden							1
RKS 83/1 2,3-3,1	Boden	1						
RKS 83/1 3,1-4,0	Boden							1
RKS 83/1 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 83/2 0,24-0,5	Boden							1
RKS 83/2 0,5-1,3	Boden	1	1					

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 83/2 1,3-2,1	Boden							1
RKS 83/2 2,1-3,0	Boden	1						
RKS 83/2 3,0-4,0	Boden							1
RKS 83/3 0,29-1,0	Boden	1	1					
RKS 83/3 1,0-2,0	Boden							1
RKS 83/3 2,0-3,0	Boden	1						
RKS 83/3 3,0-3,6	Boden							1
RKS 83/3 3,6-4,0	Boden							1
RKS 83/3 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 83/4 0,24-1,1	Boden	1	1					
RKS 83/4 1,1-2,1	Boden							1
RKS 83/4 2,1-3,1	Boden	1						
RKS 83/4 3,1-3,5	Boden							1
RKS 83/4 3,5-4,0	Boden							1
RKS 83/5 0,36-0,9	Boden	1	1					
RKS 83/5 0,9-2,0	Boden							1
RKS 83/5 2,0-3,0	Boden	1						
RKS 83/5 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 83/6 0,36-0,5	Boden	1	1					
RKS 83/6 0,5-1,5	Boden							1
RKS 83/6 1,5-2,3	Boden	1						
RKS 83/6 2,3-3,0	Boden							1
RKS 83/7 0,26-1,0	Boden	1	1					
RKS 83/7 1,0-1,6	Boden							1
RKS 83/7 1,6-2,4	Boden							1
RKS 83/7 2,4-3,0	Boden	1						
RKS 83/7 3,0-4,0	Boden							1
RKS 83/7 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 83/9 0,26-1,1	Boden	1	1					
RKS 83/9 1,1-2,0	Boden	1	1					
RKS 83/9 2,0-3,0	Boden							1
RKS 83/9 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 83/10 2,0-3,0	Boden							1
RKS 83/10 2,0-3,0	Boden							1
RKS 83/10 2,0-3,0	Boden							1
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 83		**16**	**9**	**0**	**0**	**5**	**5**	**22**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 168 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 83 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 168: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 83

KVF 83	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 83/1 0,4-1,1	< 40	< 0,05	< 0,05	0,14	0,14
RKS 83/1 2,3-3,1	< 40	-	-	-	-
RKS 83/2 0,5-1,3	< 40	< 0,05	0,07	0,61	0,61
RKS 83/2 2,1-3,0	< 40	-	-	-	-
RKS 83/3 0,29-1,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 83/3 2,0-3,0	< 40	-	-	-	-
RKS 83/4 0,24-1,1	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 83/4 2,1-3,1	< 40	-	-	-	-
RKS 83/5 0,36-0,9	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 83/5 2,0-3,0	< 40	-	-	-	-
RKS 83/6 0,36-0,5	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 83/6 1,5-2,3	< 40	-	-	-	-
RKS 83/7 0,26-1,0	< 40	< 0,05	< 0,05	0,22	0,22
RKS 83/7 2,4-3,0	< 40	-	-	-	-
RKS 83/9 0,26-1,1	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 83/9 1,1-2,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 169 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 169: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 83

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 83/1 Bolu	1	0,489	0,489
RKS 83/3 Bolu	0,589	4,46	4,46
RKS 83/5 Bolu	0,659	4,17	4,17
RKS 83/7 Bolu	0,453	0,897	0,897
RKS 83/9 Bolu	0,121	1,45	1,45

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Der Hauptbestandteil der gemessenen LCKW-Summen wird in allen drei Bodenluftproben aus dem Einzelparameter Tetrachlorethen gebildet.

5.2.43.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwertüberschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Die Bodenluftkonzentrationen der Einzelparameter für BTEX und LCKW unterschreiten die orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft gemäß LABO [U14]. Nach den vorliegenden Ergebnissen bestehen keine Anhaltspunkte, für eine Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus der untersuchten Fläche in Gebäude, die nach BBodSchV § 3 (6) zu weiteren Untersuchungen (Innenraumluft) führen würden. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.2 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Aufgrund der mittleren Mobilität der BTEX und der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone ist trotz der geringen Schadstoffgehalte in der Bodenluft eine Grundwassergefährdung durch BTEX im Bereich aller auf BTEX untersuchten Bohrungen zu erwarten.

Im Bereich der Bohrungen RKS 83/1, RKS 83/7 und RKS 83/9 ist aufgrund der hohen Mobilität der LCKW und der geringen Schadstoffgehalte in der Bodenluft gemäß HLUG SIWA [U13] eine Grundwassergefährdung durch LCKW zu erwarten. Im Bereich der Bohrungen RKS 83/3 und RKS 83/5 ist aufgrund der hohen Mobilität und der hohen Schadstoffgehalte eine Grundwassergefährdung durch LCKW wahrscheinlich. Die voraussetzungen nach § 9 Abs. 2 BBodSchG für die Anordnung weiterer Untersuchungen sind erfüllt.

MKW wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone für diesen Stoff nicht zu erwarten.

PAK wurden in drei von neun aus PAK analysierten Proben mit max. 0,61 mg/kg EPA15 (RKS 83/2 0,5-1,3) nachgewiesen. Gemäß HLUG SIWA [U13] ist aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter in den Proben, der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und der geringen Schadstoffgehalte im Boden eine Grundwassergefährdung, auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.43.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte eine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser in den Bereichen RKS 83/3 und RKS 83/5 nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Bei Entsiegelungs- und Rückbaumaßnahmen ist der Wirkungspfad Boden → Mensch neu zu betrachten. Die festgestellte Kontamination stellt zum gegenwärtigen Zeitpunkt und für die gegenwärtige Nutzung keine Gefährdung dar. Sie ist zu dokumentieren, damit bei einer Nutzungsänderung oder bei Infrastrukturmaßnahmen eine Neubewertung durchgeführt werden kann. Daraus kann sich u. U. ein neuer Handlungsbedarf ergeben. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 83 in die Kategorie B.

Tabelle 170: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 83) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**B**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 83 nicht zu erwarten.

5.2.44 KVF 84 (Frostschutzmittel und Altöltank, Gebäude 1852)

5.2.44.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 84 um einen 10.000 L Altöltank (unterflur) und einen 7.000 L Frostschutzmitteltank (unterflur) südwestlich angrenzend an das Gebäude 1852. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf mögliche Verluste von Altöl und Frostschutzmittel durch mögliche Leckagen am Tank- und Tankleitungen, Handhabungs- und Tropfverlusten. [U6]

5.2.44.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurde für die KVF 84 eine Bohrung bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW vorgesehen.

Auf der KVF 84 wurden zwei Bohrungen im direkten Umfeld der beiden Schächte bis in eine Tiefe von 5,00 m u. GOK niedergebracht. Der vorgefundene Schacht reichte bis 2,30 m u. GOK. Um unterhalb der vermuteten Tanksohle Proben gewinnen zu können wurde die Bohrung tiefer abgeteuft als im Konzept vorgesehen. Da in der ersten Bohrung (RKS 84/1) in den beiden Schichten aus den Bereichen zwischen 1,80 m u. GOK bis 2,40 m u. GOK organoleptische Auffälligkeiten in Form von MKW-Geruch auftraten wurde eine zweite Bohrung (RKS 84/2) niedergebracht um die erste Beobachtung zu verifizieren, bzw. eine erste horizontale Abgrenzung zu ermöglichen.

5.2.44.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 84 befindet sich im Westen der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 60 m². Der Nutzungszeitraum für den Altöltank und den Frostschutzmitteltank wird in dem

Bericht zur Phase I Untersuchung von CDM Smith [U6] von ca. 1986 bis 2014 angegeben. Am Frostschutzmitteltank wurden im Rahmen von Untersuchungen im Jahr 2011 größere Mängel festgestellt. Auf der KVF 84 existiert eine Oberflächenversiegelung aus Beton. [U6]

5.2.44.4 Boden- und Untergrundaufbau

In der Bohrung RKS 84/1 wurde unter einer 0,27 m mächtigen Betondecke bis in eine Tiefe von 0,50 m u. GOK eine Auffüllung grauem, schwach sandigem Feinkies bis Mittelkies angetroffen. Darunter folgt bis in eine Tiefe von 1,80 m u. GOK eine Auffüllung aus braunem, feinkiesigem bis mittelkiesigem Sand. Von 1,80 m u. GOK bis in 2,20 m u. GOK wurde ein dunkelgrauer bis brauner feinkiesiger Sand erbohrt. Die Auffüllung wies einen MKW-Geruch auf. Bis in eine Tiefe von 2,40 m u. GOK folgt eine Auffüllung ähnlicher Zusammensetzung. In dieser Schicht wurden Betonbruchstücke als Fremdbestandteile und ein süßlicher Geruch registriert den man im Gelände als Folge eines Abbauvorgang von MKW deuten kann. Ab 2,40 m u. GOK bis zur Endtiefe von 5,00 m u. GOK steht ein brauner bis hellbrauner Feinsand an. Auch hier war ein süßlicher Geruch wahrnehmbar. In der Bohrung RKS 84/2 wurde unter der 0,27 m mächtigen Betondecke bis in eine Tiefe von 3,40 m u. GOK eine Auffüllung aus dunkelbraunem, feinkiesigem bis mittelkiesigem Feinsand bis Mittelsand mit Schotter und Betonbruchstücken erbohrt. Bis zur Endtiefe von 5,00 m u. GOK steht ein hellbrauner mittelkiesiger Feinsand an. Organoleptische Auffälligkeiten wurden hier nicht registriert.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 46 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

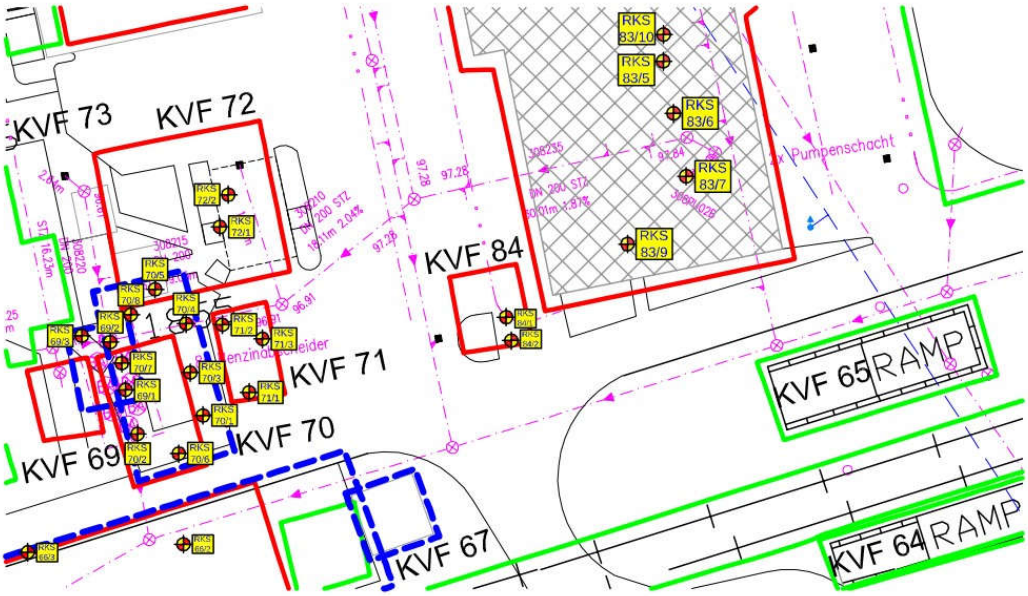


Abbildung 46: Lage der Untersuchungspunkte, KVF84

5.2.44.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der beiden bis auf 5,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.44.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 171 entnommen werden.

Tabelle 171: Entnommene Proben KVF 84

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 84/1 0,2-0,5	Boden	1	1					
RKS 84/1 0,5-1,0	Boden							1
RKS 84/1 1,0-1,8	Boden							1
RKS 84/1 1,8-2,2	Boden	1	1					
RKS 84/1 2,2-2,4	Boden	1	1					
RKS 84/1 2,4-3,0	Boden	1						
RKS 84/1 3,0-4,0	Boden	1						
RKS 84/1 4,0-5,0	Boden							1
RKS 84/2 0,27-1,3	Boden							1
RKS 84/2 1,3-2,3	Boden	1						
RKS 84/2 2,3- 3,4	Boden							1
RKS 84/2 3,4-4,4	Boden	1						
RKS 84/2 4,4-5,0	Boden							1
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 84		**7**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**6**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 172 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 84 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 172: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 84

KVF 84	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 84/1 0,2-0,5	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 84/1 1,8-2,2	3.600	0,86	< 0,05	4,41	3,55
RKS 84/1 2,2-2,4	200	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 84/1 2,4-3,0	66	-	-	-	-
RKS 84/1 3,0-4,0	77	-	-	-	-
RKS 84/2 1,3-2,3	< 40	-	-	-	-
RKS 84/2 3,4-4,4	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.44.7 Auswertungen und Interpretationen

In drei von sieben auf MKW untersuchten Bodenproben wurden MKW nachgewiesen. Gemäß ALEX 02 liegt in der Probe RKS 84/1 1,8-2,2 (3.600 mg/kg) bezüglich des Parameters MKW im Boden eine Überschreitung des Prüfwert oPW3 (nicht sensible Nutzung) vor. In allen anderen Proben wird der oPW1 (Kinderspielflächen) für MKW eingehalten.

Bezüglich des Summenparameters PAK, sowie den PAK-Einzelparametern liegen keine Prüfwertüberschreitungen gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). MKW wurden ausschliesslich in den Proben der Bohrung RKS 84/1 nachgewiesen. Für den Tiefenbereich 1,8 – 2,2 m u. GOK aus der Bohrung RKS 84/1 ist, ausgehend von einer hohen Mobilität (Ottokraftstoffe), aufgrund des hohen Schadstoffgehaltes eine Grundwassergefährdung durch MKW wahrscheinlich. Die Voraussetzung nach § 9 Abs. 2 BBodSchG für die Anordnung weiterer Untersuchungen ist zwar erfüllt, durch die deutlich geringeren Konzentrationen an MKW in den unterlagernden Tiefenbereichen ist jedoch eine vertikale Eingrenzung erfolgt. Für den unterlagernden Tiefenbereich von 2,2 – 4,0 m u. GOK ist aufgrund des geringen Schadstoffgehaltes gemäß HLUG SIWA [U13] eine Grundwassergefährdung durch MKW zu erwarten.

Aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter, der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und der geringen Schadstoffgehalte im Boden ist eine Grundwassergefährdung, auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.44.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

In der Bohrung RKS 84/1 wird im Tiefenbereich von 1,8 – 1,1 m u. GOK über den Wirkungspfad Boden → Mensch für MKW mit 3.600 mg/kg der Orientierungswert oPW3 überschritten. In den unterlagernden Schichten wurden deutlich verringerte MKW-Gehalte nachgewiesen die den oPW1 einhalten. Damit wurde die Belastung vertikal eingegrenzt. Des weiteren erfolgte durch die Lage des Tanks und der zweiten Bohrung (RKS 84/2) in der keine MKW nachgewiesen wurden bereits eine horizintale Eingrenzung in zwei Richtungen. Der Nachweis von MKW in den oberflächennahen Schichten deutet auf Tropf- und Handhabungsverluste hin. Für eine Leckage des Tanks liegen keine Hinweise vor.

Eine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser durch MKW ist gemäß der Sickerwasserprognose HLUG SIWA [U13] zwar wahrscheinlich, in den unterlagernden Schichten der vorgefundenen Kontamination jedoch bereits eine vertikale Eingrenzung.

Da die Fläche versiegelt ist besteht aus gutachterlicher Sicht zum gegenwärtigen Zeitpunkt und für die gegenwärtige Nutzung keine Gefährdung. Kontamination ist zu dokumentieren, damit bei einer Nutzungsänderung oder bei Infrastrukturmaßnahmen eine Neubewertung durchgeführt werden kann. Daraus kann sich u. U. ein neuer Handlungsbedarf ergeben. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 84 in die Kategorie B.

Tabelle 173: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 84) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**B**

Wir empfehlen bei Bodeneingriffsmaßnahmen in diesem Bereich eine fachgutachterliche Begleitung vorzusehen.

Die festgestellten Stoffgehalte für MKW und PAK können bei Bodeneingriffsmaßnahmen zu einer Abfallrelevanz führen.

5.2.45 KVF 88 (Tank Gebäude 1857)

5.2.45.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 88 um einen ehemaligen Tank (unterflur) nordwestlich angrenzend an das Gebäude 1857. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf mögliche Verluste von MKW und BTEX, Hinweise zum Tankinhalt liegen nicht vor. [U6]

5.2.45.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 88 zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW, sowie der Ausbau einer Bohrung zur temporären Bodenluftmesstelle und die Analyse der Bodenluftprobe auf die Parameter BTEX vorgesehen.

Im Bereich der KVF 88 wurden zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK niedergebracht und eine Bohrung zur temporären Bodenluftmessstelle ausgebaut. Für eine Bodenprobe (RKS 88/1 3,0-4,0) wurde kein Laboreingang registriert.

5.2.45.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 88 befindet sich im Westen der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 35 m². Baujahr, Nutzungszeitraum und eingesetzte Betriebsstoffe für den Tank sind nicht bekannt. Auf der KVF 88 existiert eine Versiegelung aus Beton.

5.2.45.4 Boden- und Untergrundaufbau

In beiden auf der KVF 88 abgeteuften Bohrungen wurde unter einer 0,10 m mächtigen Versiegelung aus Verbundsteinen eine Auffüllung aus rötlichem bis grauem, sandigem Feinkies bis Mittelkies und Schotter angetroffen. In der Bohrung RKS 88/1 folgt von 0,50 m u. GOK bis 0,80 m u. GOK eine Auffüllung aus feinkiesigem bis mittelkiesigem Feinsand bis Mittelsand mit

Schlackeresten und Betonbruchstücken. Unterlagert wird diese Auffüllung bis in eine Tiefe von 1,90 m u. GOK von einem braunen, schwach schluffigen Feinsand bis Mittelsand. Von 1,90 m u. GOK bis zur Endtiefe von 4,00 m u. GOK steht ein hellbrauner, schwach feinkiesiger bis mittelkiesiger Feinsand bis Mittelsand an. In der Bohrung RKS 88/2 folgt unter der ersten Auffüllung (Feinkies bis Mittelkies) von 0,70 m u. GOK bis 1,60 m u. GOK eine zweite Auffüllung aus braunem, schwach schluffigem Feinsand bis Mittelsand. Ab 1,60 m u. GOK bis zur Endtiefe von 4,00 m u. GOK steht auch hier der hellbraune, schwach feinkiesige bis schwach mittelkiesige Feinsand bis Mittelsand an.

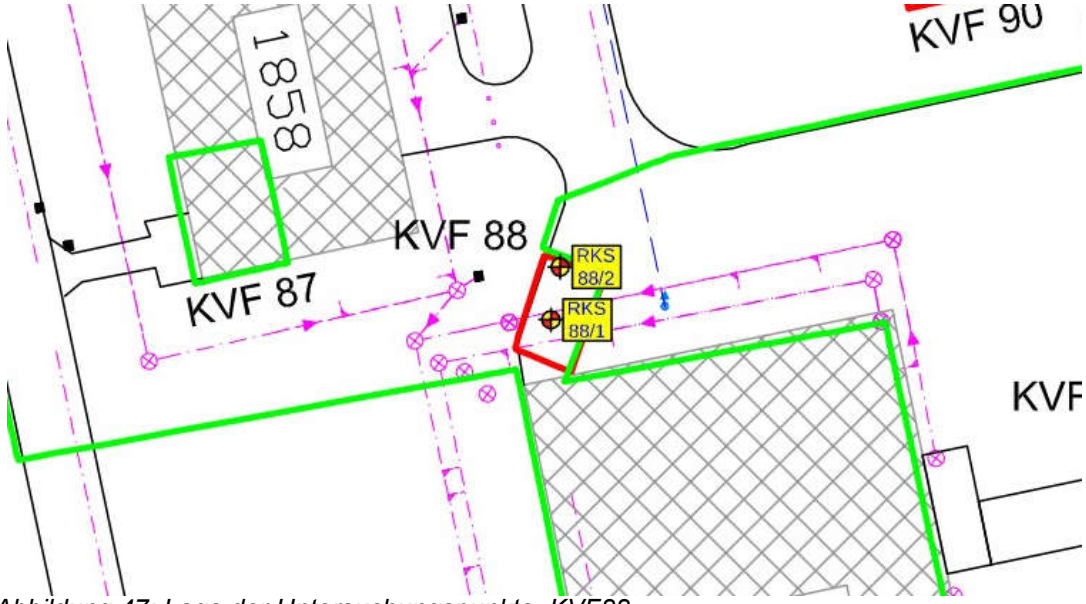


Abbildung 47: Lage der Untersuchungspunkte, KVF88

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 47 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

5.2.45.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.45.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 174 entnommen werden.

Tabelle 174: Entnommene Proben KVF 88

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 88/1 0,1-0,5	Boden							1
RKS 88/1 0,5-0,8	Boden							1
RKS 88/1 0,8-1,9	Boden	1						
RKS 88/1 1,9-3,0	Boden							1
RKS 88/1 3,0-4,0	Boden	1						

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 88/1 Bolu	Bodenluft						1	
RKS 88/2 0,1-0,7	Boden							1
RKS 88/2 0,7-1,6	Boden	1						
RKS 88/2 1,6-2,0	Boden							1
RKS 88/2 2,0-3,0	Boden	1						
RKS 88/2 3,0-4,0	Boden							1
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 88		**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**6**

Probeneingang dieser Probe vom analysierenden Labor nicht registriert

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 175 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 88 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 175: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 88

KVF 88	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 88/1 0,8-1,9	< 40	-	-	-	-
RKS 88/2 0,7-1,6	< 40	-	-	-	-
RKS 88/2 2,0-3,0	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 176 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 176: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 88

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 88/1 Bolu	0,662	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.45.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich des analysierten Schadstoffes MKW im Boden liegen keine Prüfwertüberschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Bezüglich des analysierten Schadstoffes BTEX in der Bodenluft liegen keine Überschreitungen der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft oder Werten zur

Gefahrenabschätzung gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Die Auflistung sämtlicher Einzelparameter und deren Gegenüberstellung mit den Orientierungswerten der LABO, den orientierenden Hinweisen auf Prüfwerte für leichtflüchtige Stoffe des Bundeslandes Baden-Württemberg, sowie den hilfsweise herangezogenen Beurteilungswerten des Merkblattes ALEX 02 für die Summen der Einzelparameter befindet sich in Anlage 5.2.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesene Konzentration von BTEX in der Bodenluft den Beurteilungswert von 5 mg/m³ deutlich unterschreitet, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch BTEX.
MKW wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwasser-gefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für MKW nicht zu erwarten.

5.2.45.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 88 in die Kategorie A.

Tabelle 177: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 88) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 88 nicht zu erwarten.

5.2.46 KVF 90 (Altöltank Gebäude 1859)

5.2.46.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 90 um einen 7.000 L Altöltank (unterflur) südlich angrenzend an das Gebäude 1859. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf mögliche Verluste von Altöl durch mögliche Leckagen an Tank- und Tankleitungen sowie Handhabungs- und Tropfverlusten. [U6]

5.2.46.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurde für die KVF 90 eine Bohrung bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK vorgesehen.

Auf der KVF 90 wurde eine Bohrung in direktem Umfeld des vorgefundenen Schachtes bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK niedergebracht.

5.2.46.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 90 befindet sich im Westen der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 70 m². Der Nutzungszeitraum für die den Altöltank wird in dem Bericht zur Phase I Untersuchung von CDM Smith [U6] von 1987 bis 2014 angegeben. Der Tank ist mit Stickstoff gefüllt. 2011 wurden an dem Tank größere Mängel festgestellt. Auf der KVF 90 existiert eine Versiegelung aus Beton.

5.2.46.4 Boden- und Untergrundaufbau

In der Bohrung RKS 90/1 wurde ab Geländeoberkante bis in eine Tiefe von 0,60 m u. GOK eine Auffüllung aus dunkelbraunem, schwach feinsandigen, schwach humosen Schluff angetroffen. Darunter folgt bis in eine Tiefe von 1,50 m u. GOK eine Auffüllung aus braunem, schwach schluffigem Feinsand bis Mittelsand. Ab 1,50 m u. GOK bis zur Endtiefe von 4,00 m u. GOK steht ein hellbrauner, schwach feinkiesiger bis schwach mittelkiesiger Feinsand bis Mittelsand an.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 48 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

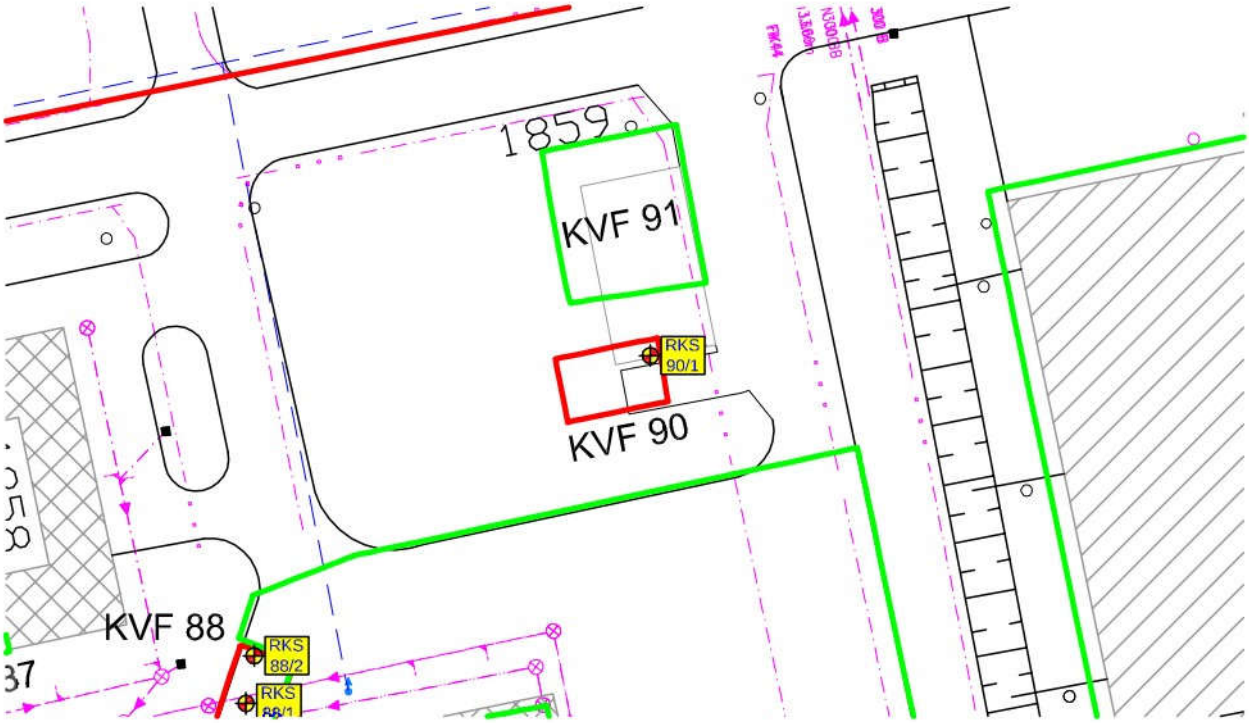


Abbildung 48: Lage der Untersuchungspunkte, KVF90

5.2.46.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.46.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 178 entnommen werden.

Tabelle 178: Entnommene Proben KVF 90

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 90/1 0-0,6	Boden							1
RKS 90/1 0,6-1,5	Boden							1
RKS 90/1 1,5-2,0	Boden	1						
RKS 90/1 2,0-3,0	Boden							1
RKS 90/1 3,0-4,0	Boden	1	1					
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 90		**2**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**3**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 179sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 90 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 179: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 90

KVF 90	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 90/1 1,5-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS 90/1 3,0-4,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.46.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwert-überschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). MKW und PAK wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone aufgrund der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für diese Stoffe nicht zu erwarten.

5.2.46.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über die Wirkungspfade Boden → Grundwasser und Boden → Mensch nachgewiesen werden. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 90 in die Kategorie A.

Tabelle 180: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 90) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 90 nicht zu erwarten.

5.2.47 KVF 108 (Betonfläche mit Benzinabscheider und oberirdischem Tank)

5.2.47.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei KVF 108 um eine betonierte Fläche auf der sich ehemals ein oberirdischer Tank unbekannter Größe befunden hat. Darüber hinaus befindet sich ein Leichtflüssigkeitsabscheider (unterflur) unbekannter Größe auf der Fläche. Der formulierte Kontaminationsverdacht beruht auf möglichen Leckagen- und Handhabungsverlusten von Benzin, Öl und mineralölhaltigen Flüssigkeiten. [U6]

5.2.47.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 108 zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau beider Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter BTEX vorgesehen.

Auf der KVF 108 wurden im Bereich des Abscheiders zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK niedergebracht, da die Auffüllung bis 3,00 m u. GOK noch nicht durchteuft wurde und beide Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut.

5.2.47.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 108 befindet sich im Norden der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 3.580 m². Baujahr und Nutzungszeitraum des Benzinabscheiders und des oberirdischen Tanks sind nicht bekannt. Hinweise über den Tankinhalt des oberirdischen Tanks liegen nicht vor. In 2011 wurde im Bereich der KVF eine flache Bohrung abgeteuft. Es liegen keine Informationen über die genaue Tiefe und Lage der Untersuchung vor. Der Nutzungshintergrund der Betonfläche ist unklar. [U6]

5.2.47.4 Boden- und Untergrundaufbau

In der Bohrung RKS 108/1 wurde unter einer 0,17 m mächtigen Versiegelung aus Beton ein bis in eine Tiefe von 0,30 m u. GOK reichender Hohlraum angetroffen. Darunter wurde bis in 1,10 m u. GOK Auffüllungsmaterial aus dunkelbraunem Schluff, feinsandig bis mittelsandig, schwach feinkiesig bis schwach mittelkiesig mit Beton- und Ziegelbruchstücken, sowie Schlacke erbohrt. Ab 1,10 m u. GOK bis in eine Tiefe von 2,10 m u. GOK findet sich eine Auffüllung aus dunkelgrauem, schwach feinkiesigem, schwach mittelkiesigem Feinsand bis Mittelsand mit Betonbruchstücken und Schotter. Im Liegenden bis in 3,60 m u. GOK folgt eine Auffüllung aus dunkelbraunem, schwach feinkiesigem bis schwach mittelkiesigem, feinsandigem bis mittelsandigem Schluff. Ab 3,60 m u. GOK bis 3,70 m u. GOK wurde ein Magerbeton angetroffen. Den Abschluss des sondierten Aufschlusses bildet Anstehendes bis zur Endtiefe von 4,00 m u. GOK mit einem braunen Fein- bis Mittelsand. Bei RKS 180/2 wurde unter einer 0,18 m mächtigen Betondecke ein 0,02 m mächtiger Hohlraum angetroffen. Darunter folgt Auffüllung bis in eine Tiefe von 1,00 m u. GOK aus dunkelbraunem, fein- bis mittelsandigem, schwach fein- bis mittelkiesigem Schluff mit Betonbruchstücken und Schlacke. Ab 1,00 m u. GOK bis zur Endtiefe von 4,00 m u. GOK wurde Auffüllungsmaterial aus dunkelbraunem schwach fein- bis mittelkiesigem Fein- bis Mittelsand mit Beton- und Ziegelbruchstücken erbohrt.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 49 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

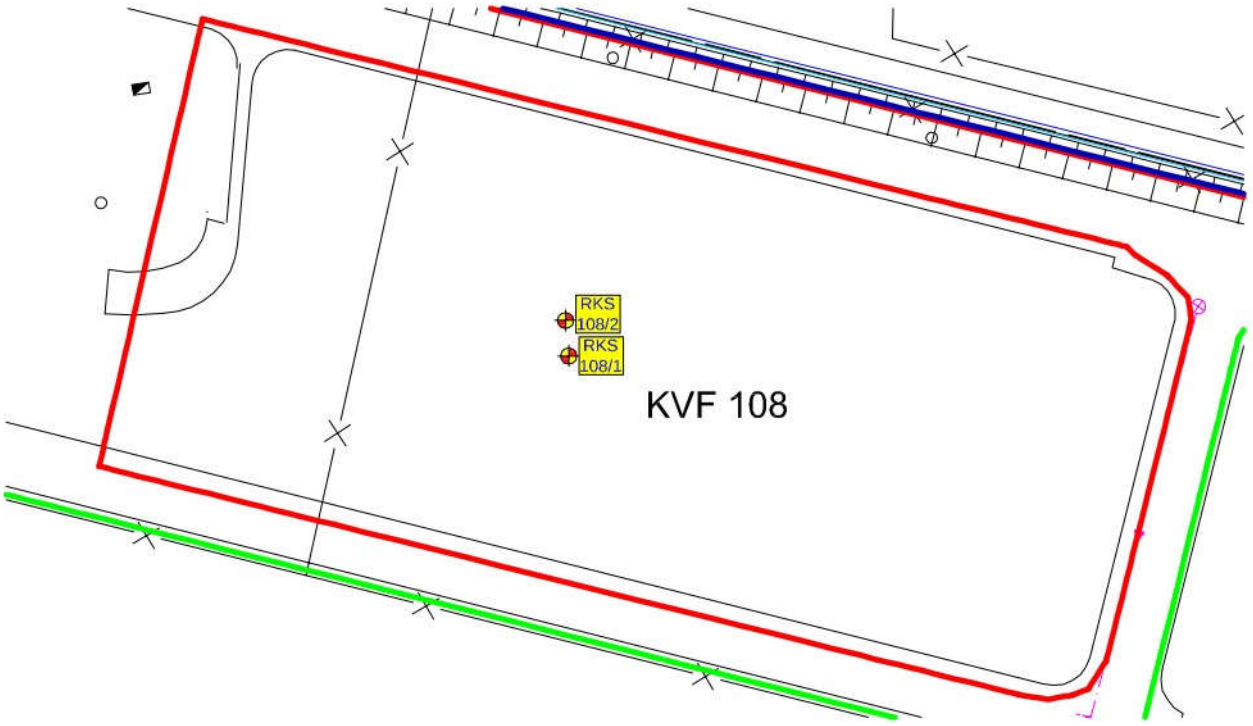


Abbildung 49: Lage der Untersuchungspunkte, KVF108

5.2.47.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der zwei bis auf 4,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.47.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 181 entnommen werden.

Tabelle 181: Entnommene Proben KVF 108

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 108/1 0,3-1,1	Boden	1						
RKS 108/1 1,1-2,1	Boden							1
RKS 108/1 2,1-3,0	Boden							1
RKS 108/1 3,0-3,6	Boden	1	1					
RKS 108/1 3,6-4,0	Boden							1
RKS 108/1 Bolu	Bodenluft						1	
RKS 108/2 0,2-1,0	Boden	1						
RKS 108/2 1,0-2,0	Boden							1
RKS 108/2 2,0-3,0	Boden							1
RKS 108/2 3,0-4,0	Boden	1	1					
RKS 108/2 Bolu	Bodenluft						1	
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 108		**4**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**5**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 182 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 108 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 182: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 108

KVF 108	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 108/1 0,3 - 1,1	62	-	-	-	-
RKS 108/1 3,0 - 3,6	< 40	< 0,05	0,25	2,57	2,57
RKS 108/2 0,2 - 1,0	< 40	-	-	-	-
RKS 108/2 3,0 - 4,0	< 40	< 0,05	0,16	1,89	1,89

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 183 sind Summenparameter für BTEX aufgelistet.

Tabelle 183: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 108

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 108/1 Bolu	0,939	-	-
RKS 108/2 Bolu	0,854	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.47.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwertüberschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Bezüglich des analysierten Schadstoffes BTEX in der Bodenluft liegen keine Überschreitungen der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft oder Werten zur Gefahrenabschätzung gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Die Auflistung sämtlicher Einzelparameter und deren Gegenüberstellung mit den Orientierungswerten der LABO, den orientierenden Hinweisen auf Prüfwerte für leichtflüchtige Stoffe des Bundeslandes Baden-Württemberg, sowie den hilfsweise herangezogenen Beurteilungswerten des Merkblattes ALEX 02 für die Summen der Einzelparameter befindet sich in Anlage 5.2.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesene Konzentration von BTEX in der Bodenluft den Beurteilungswert von 5 mg/m³ deutlich unterschreitet, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch BTEX.

MKW wurden ausschliesslich in der Probe RKS 108/1 0,3-1,1 nachgewiesen. Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch MKW, ausgehend von einer hohen Mobilität (Ottokraftstoffe), trotz des geringen Schadstoffgehaltes zu erwarten. Da die nachgewiesene Konzentration von MKW in der Bodenprobe RKS 108/1 0,3-1,1 den Beurteilungswert von 2.500 mg/kg deutlich unterschreitet, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch MKW.

Aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter, der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und der geringen Schadstoffgehalte im Boden ist eine Grundwassergefährdung, auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.47.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 108 in die Kategorie A.

Tabelle 184: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 108) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	E	A

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 108 nicht zu erwarten.

5.2.48 KVF 114 (Werkstatthalle Gebäude 1504)

5.2.48.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 114 um eine Kfz-Halle (Reparaturhalle) mit Wartungsgrube. Der formulierte Kontaminationsverdacht beruht auf der Historie der Fläche und bereits durchgeführten Grundwasseruntersuchungen (2011), bei denen Belastungen mit LHKW (27 µg/l Tetrachlorethen; 0,6 µg/l Trichlorethen) festgestellt wurden. Durch Tropf- und Handhabungsverluste von Benzin, Öl, mineralölhaltigen Flüssigkeiten sind Verunreinigungen des Untergrundes möglich. [U6]

5.2.48.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 114 vier Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau beider Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter LCKW und BTEX vorgesehen.

Auf der KVF 114 wurden im Bereich der Wartungsgrube vier Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK niedergebracht und zwei Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut.

5.2.48.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 114 befindet sich im nordnordöstlichen Bereich der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 947 m². Der Nutzungszeitraum für die der Kfz-Halle wird in dem Bericht zur Phase I Untersuchung von CDM Smith [U6] von 1950 bis 2014 angegeben. Auf der KVF 114 existiert eine Oberflächenversiegelung aus Beton.

5.2.48.4 Boden- und Untergrundaufbau

In der Bohrung RKS 114/1 wurde unter einer 0,27 m mächtigen Versiegelung aus Beton bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK ein hellbrauner Fein- bis Mittelsand erbohrt. In den Bohrungen RKS 114/2, RKS 114/3 und RKS 114/4 wurde unter einer 0,30 m bis 0,33 m mächtigen Betondecke bis in eine Tiefe von 0,50 m u. GOK (RKS 114/2) bis 0,70 m u. GOK (RKS 114/3, RKS 114/4) eine Auffüllung aus graubraunem Sand bis Kies mit Schotter und Betonbruchstücken erbohrt. Darunter folgt in den Bohrungen RKS 114/3 und RKS 114/4 bis in 1,70 m u. GOK eine Auffüllung aus braunem, fein- bis mittelsandigem Schluff. In der Bohrung RKS 114/2 folgt bis in 1,70 m u. GOK eine Auffüllung aus braunen, schluffigen, fein- bis mittelkiesigen Fein- bis Mittelsand. Die Basis der Bohrungen bis 3,00 m u. GOK bei RKS 114/2 bis RKS 114/4 werden von hellbraunem Fein- bis Mittelsand gebildet.
Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 50 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

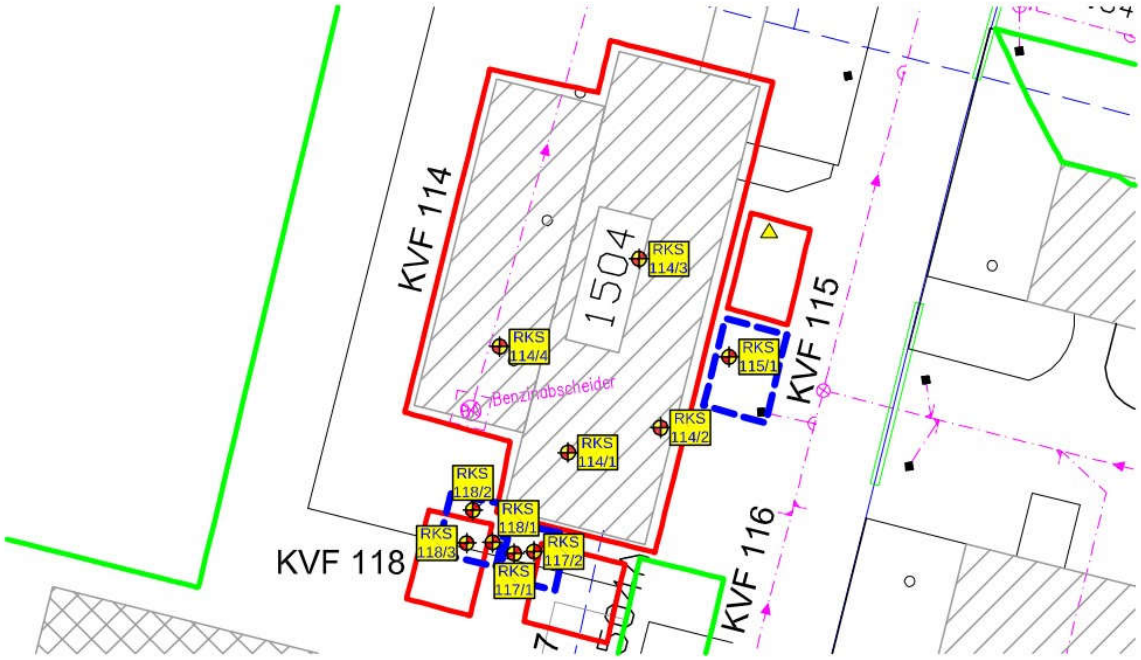


Abbildung 50: Lage der Untersuchungspunkte, KVF114

5.2.48.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der vier bis auf 3,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.48.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 185 entnommen werden.

Tabelle 185: Entnommene Proben KVF 114

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 114/1 0,27-1,0	Boden	1	1					
RKS 114/1 1,0-2,0	Boden	1						
RKS 114/1 2,0-3,0	Boden							1
RKS 114/2 0,3-0,5	Boden							1
RKS 114/2 0,5-1,7	Boden	1	1					
RKS 114/2 1,7-2,3	Boden							1
RKS 114/2 2,3-3,0	Boden	1						
RKS 114/2 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 114/3 0,33-0,7	Boden	1	1					
RKS 114/3 0,7-1,7	Boden							1
RKS 114/3 1,7-2,3	Boden	1						
RKS 114/3 2,3-3,0	Boden							1
RKS 114/3 Bolu	Bodenluft					1	1	
RKS 114/4 0,3-0,7	Boden	1	1					
RKS 114/4 0,7-1,7	Boden	1						
RKS 114/4 1,7-2,3	Boden							1
RKS 114/4 2,3-3,0	Boden							1
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 114		**8**	**4**	**0**	**0**	**2**	**2**	**7**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 186 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 114 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 186: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 114

KVF 114	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 114/1 0,27-1,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 114/1 1,0-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS 114/2 0,5-1,7	< 40	< 0,05	0,13	1,59	1,59
RKS 114/2 2,0-3,0	< 40	-	-	-	-
RKS 114/3 0,33-0,7	< 40	< 0,05	0,35	2,82	2,82
RKS 114/3 1,7-2,3	< 40	-	-	-	-
RKS 114/4 0,3-0,7	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 114/4 0,7-1,7	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen
In der folgenden Tabelle 187 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 187: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 114

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RSK 114/2 Bolu	0,475	0,044	0,044
RSK 114/3 Bolu	0,350	0,038	0,040

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.48.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwert-überschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (BTEX, LCKW) in der Bodenluft liegen keine Überschreitungen der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft oder Werten zur Gefahrenabschätzung gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Die Auflistung sämtlicher Einzelparameter und deren Gegenüberstellung mit den Orientierungswerten der LABO, den orientierenden Hinweisen auf Prüfwerte für leichtflüchtige Stoffe des Bundeslandes Baden-Württemberg, sowie den hilfsweise herangezogenen Beurteilungswerten des Merkblattes ALEX 02 für die Summen der Einzelparameter befindet sich in Anlage 5.2.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch LCKW und BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX und LCKW in der Bodenluft die jeweiligen Beurteilungswerte von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch LCKW oder BTEX.

MKW wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwasser-gefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone für diesen Stoff nicht zu erwarten.

PAK wurden in den RKS 114/2 0,5-1,7 (1,59 mg/kg EPA15) und RKS 114/3 0,33-0,7 (2,82 mg/kg EPA15) nachgewiesen. Aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter, der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und der geringen Schadstoffgehalte im Boden ist eine Grundwassergefährdung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.48.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 114 in die Kategorie A.

Tabelle 188: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 114) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Der festgestellte Stoffgehalt für den PAK-Einzelparameter Benzo(a)Pyren in der Probe RKS 114/3 0,33-0,7 könnte bei Bodeneingriffsmaßnahmen in diesem Bereich zu einer Abfallrelevanz führen.

5.2.49 KVF 115 (Altöltank Gebäude 1504)

5.2.49.1 Kontaminationshypothese

Es handelt sich bei der KVF 115 um einen 5.000 L Altöltank (unterflur) östlich angrenzend an das Gebäude 1504. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf möglichen Leckagen, sowie Handhabungs- und Tropfverlusten. [U6]

5.2.49.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurde für die KVF 115 eine Bohrung bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK vorgesehen.

Auf der KVF 115 wurde im Bereich des Altöltanks eine Bohrung bis in eine Tiefe von 4,00 m u. GOK niedergebracht.

5.2.49.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 115 befindet sich im nordnordöstlichen Bereich der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 50 m². Der Nutzungszeitraum für den Altöltank wird in dem Bericht zur Phase I Untersuchung von CDM Smith [U6] von 1987 bis 2014 angegeben. Auf der KVF 115 existiert eine Oberflächenversiegelung aus Beton.

5.2.49.4 Boden- und Untergrundaufbau

In der Bohrung RKS 115/1 wurde unter einer 0,22 m dicken Betondecke bis in eine Tiefe von 1,10 m u. GOK eine Auffüllung aus grauem, feinkiesigem bis mittelkiesigem Sand mit Schotter und Betonbruchstücken erbohrt. Darunter steht bis zur Endtiefe von 4,00 m u. GOK ein hellbrauner, Fein- bis Mittelsand an.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 51 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.



Abbildung 51: Lage der Untersuchungspunkte, KVF115

5.2.49.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in der bis auf 4,00 m u. GOK abgeteuften Bohrung nicht angetroffen.

5.2.49.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 189 entnommen werden.

Tabelle 189: Entnommene Proben KVF 115

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 115/1 0,22-1,1	Boden							1
RKS 115/1 1,1-2,0	Boden	1						
RKS 115/1 2,0-3,0	Boden	1	1					
RKS 115/1 3,0-4,0	Boden							1
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 115		**2**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 190 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 115 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 190: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 115

KVF 115	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 115/1 1,1-2,0	< 40	-	-	-	-
RKS 115/1 2,0-3,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.49.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwertüberschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). MKW und PAK waren in den analysierten Bodenproben nicht nachweisbar. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone aufgrund der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für diese Stoffe nicht zu erwarten.

5.2.49.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 115 in die Kategorie A.

Tabelle 191: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 115) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	**Einstufung MuP**	**Einstufung IBL (Phase IIa)**
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 115 nicht zu erwarten.

5.2.50 KVF 117 (Gefahrstofflager mit Leichtflüssigkeitsabscheider (1x) Gebäude 1504)

5.2.50.1 Kontaminationshypothese

Bei der KVF 117 handelt es sich um einen separierten Gefahrenbereich südlich von Gebäude 1504, in dem ein Abscheider (unterflur) unbekannter Größe angetroffen wurde. Der Kontaminationsverdacht beruht auf der Historie der Fläche und nicht auszuschließenden Leckagen, sowie Handhabungs- und Tropfverlusten von Benzin, Öl und mineralölhaltigen Flüssigkeiten. [U6]

5.2.50.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 117 zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau einer Bohrung zur temporären Bodenluftmessstelle und die Analyse der Bodenluftprobe auf die Parameter LCKW und BTEX vorgesehen.

Auf der KVF 117 wurden im Bereich des Abscheiders zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK niedergebracht und eine Bohrung zur temporären Bodenluftmessstelle ausgebaut.

5.2.50.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 117 befindet sich im nordnordöstlichen Bereich der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 18 m². Die KVF mit ihren Einrichtungen wurde vermutlich 1987 errichtet und bis 2014 genutzt [U6]. Es existiert eine Oberflächenversiegelung aus Beton.

5.2.50.4 Boden- und Untergrundaufbau

In den Bohrungen RKS 117/1 und RKS 117/2 wurde unter einer 0,22 m bis 0,23 m mächtigen Versiegelung aus Beton bis zu einer Tiefe von 0,50 m u. GOK eine Auffüllung aus grauem, teilweise schwach sandigem Feinkies bis Mittelkies und Schotter angetroffen. Darunter folgen bin in eine Tiefe von 2,00 m u. GOK Auffüllungen aus grauem und hellbraunem feinkiesigem bis mittelkiesigem Feinsand bis Mittelsand. Von 2,00 m u. GOK bis zur jeweiligen Endtiefe von 3,00 m u. GOK steht ein hellbrauner Feinsand bis Mittelsand an.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 52 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

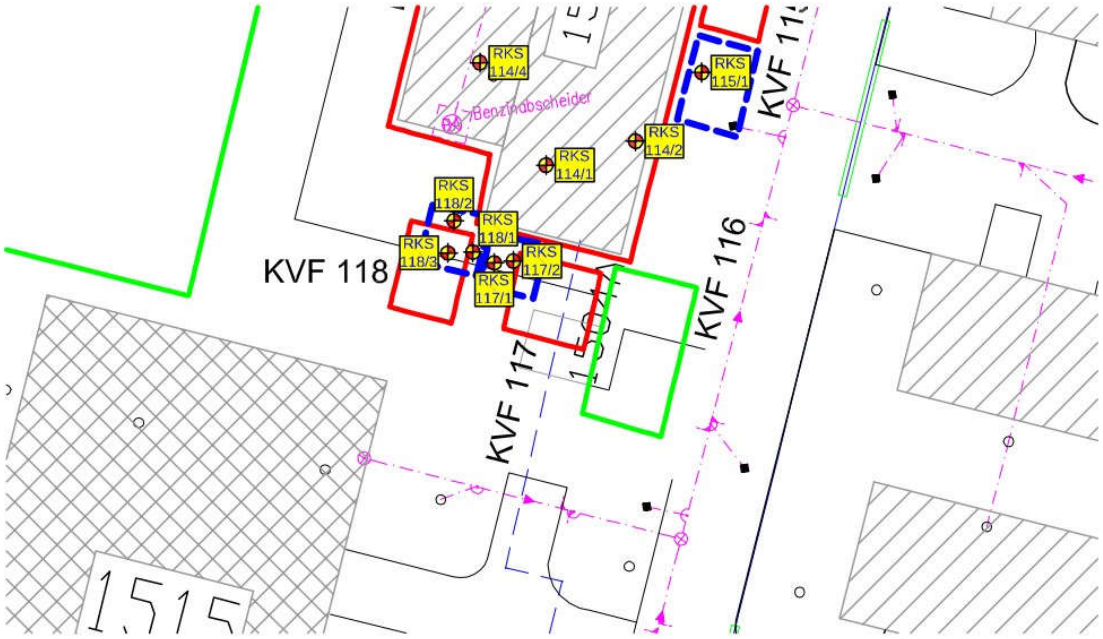


Abbildung 52: Lage der Untersuchungspunkte, KVF117

5.2.50.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der beiden bis auf 3,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.50.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 192 entnommen werden.

Tabelle 192: Entnommene Proben KVF 117

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 117/1 0,22-0,5	Boden	1						
RKS 117/1 0,5-1,3	Boden							1
RKS 117/1 1,3-2,0	Boden	1	1					
RKS 117/1 2,0-3,0	Boden							1
RKS 117/2 0,23-0,5	Boden							1
RKS 117/2 0,5-1,3	Boden	1	1					
RKS 117/2 1,3-2,0	Boden							1
RKS 117/2 2,0-3,0	Boden	1						
RKS 117/2 Bolu	Bodenluft					1	1	
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 117		**4**	**2**	**0**	**0**	**1**	**1**	**4**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 193 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 117 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 193: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 117

KVF 117	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 117/1 0,22-0,5	< 40	-	-	-	-
RKS 117/1 1,3-2,0	92	< 0,05	0,07	0,51	0,51
RKS 117/2 0,5-1,3	< 40	< 0,05	0,07	0,61	0,61
RKS 117/2 2,0-3,0	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 194 sind die Summenparameter für LCKW und BTEX aufgelistet.

Tabelle 194: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 117

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RSK 117/2 Bolu	0,39	0,13	0,13

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.50.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwertüberschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (BTEX, LCKW) in der Bodenluft liegen keine Überschreitungen der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft oder Werten zur Gefahrenabschätzung gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Die Auflistung sämtlicher Einzelparameter und deren Gegenüberstellung mit den Orientierungswerten der LABO, den orientierenden Hinweisen auf Prüfwerte für leichtflüchtige Stoffe des Bundeslandes Baden-Württemberg, sowie den hilfsweise herangezogenen Beurteilungswerten des Merkblattes ALEX 02 für die Summen der Einzelparameter befindet sich in Anlage 5.2.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine

Grundwassergefährdung durch LCKW und BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX und LCKW in der Bodenluft die jeweiligen Beurteilungswerte von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch LCKW oder BTEX.

MKW wurden ausschliesslich in der Probe RKS 117/1 1,3-2,0 (92 mg/kg) nachgewiesen. Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch MKW, ausgehend von einer hohen Mobilität (Ottokraftstoffe), trotz des geringen Schadstoffgehaltes zu erwarten. Da die nachgewiesene Konzentration von MKW in der Bodenprobe RKS 117/1 1,3-2,0 den Beurteilungswert von 2.500 mg/kg deutlich unterschreitet, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers.

Aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter, der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und der geringen Schadstoffgehalte im Boden ist eine Grundwassergefährdung, auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.50.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 117 in die Kategorie A.

Tabelle 195: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 117) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 117 nicht zu erwarten.

5.2.51 KVF 118 (Leichtflüssigkeitsabscheider (2x) südl. Gebäude 1504)

5.2.51.1 Kontaminationshypothese

Bei der KVF 118 handelt es sich um zwei Leichtflüssigkeitsabscheider (unterflur) unbekannter Größe südlich von Gebäude 1504. Der Kontaminationsverdacht beruht auf der Historie der Fläche und nicht auszuschließenden Leckagen, sowie Handhabungsverlusten von Benzin, Öl und mineralölhaltigen Flüssigkeiten [U6].

5.2.51.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 118 drei Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK, sowie der Ausbau von zwei Bohrungen zu

temporären Bodenluftmessstellen und die Analyse der Bodenluftproben auf die Parameter BTEX vorgesehen.

Auf der KVF 118 wurden im Bereich der Abscheideranlage zwei Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK niedergebracht und zwei Bohrungen zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut.

5.2.51.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 118 befindet sich im nördlichen Bereich der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 60 m². Die KVF mit ihren Einrichtungen wurde vermutlich 1987 errichtet und bis 2014 genutzt [U6]. Es existiert eine Oberflächenversiegelung aus Beton.

5.2.51.4 Boden- und Untergrundaufbau

In der Bohrung RKS 118/1 wurde unter einer 0,27 m dicken Betondecke bis in eine Tiefe von 1,90 m u. GOK eine Auffüllung aus dunkelbraunem, schwach fein- bis mittelkiesigem Fein- bis Mittelsand mit Schotter erbohrt. Ab 1,90 m u. GOK bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK steht ein hellbrauner Fein- bis Mittelsand an. In der Bohrung RKS 118/2 wurde unter einer 0,20 m dicken Betondecke bis in eine Tiefe von 0,50 m u. GOK eine Auffüllung aus grauem, fein- bis mittelkiesigem Sand mit Schwarzdeckenresten erbohrt. Darunter folgt bis in eine Tiefe von 2,10 m u. GOK eine Auffüllung aus braunem, schwach fein- bis mittelkiesigem Fein- bis Mittelsand mit Betonbruchstücken. Die Basis des Aufschlusses bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK bildet Auffüllungsmaterial aus braunem, schwach mittelkiesigem Fein- bis Mittelsand mit Schotter. In der Bohrung RKS 118/3 wurde unter einer 0,27 m dicken Betondecke bis in eine Tiefe von 0,50 m u. GOK eine Auffüllung aus grauem, fein- bis mittelkiesigem Sand erbohrt. Darunter folgt bis in eine Tiefe von 1,60 m u. GOK eine Auffüllung aus braunem, schwach fein- bis mittelkiesigem Fein- bis Mittelsand mit Betonbruchstücken. Ab 1,60 m u. GOK bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK steht ein hellbrauner Feinsand an.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 53 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

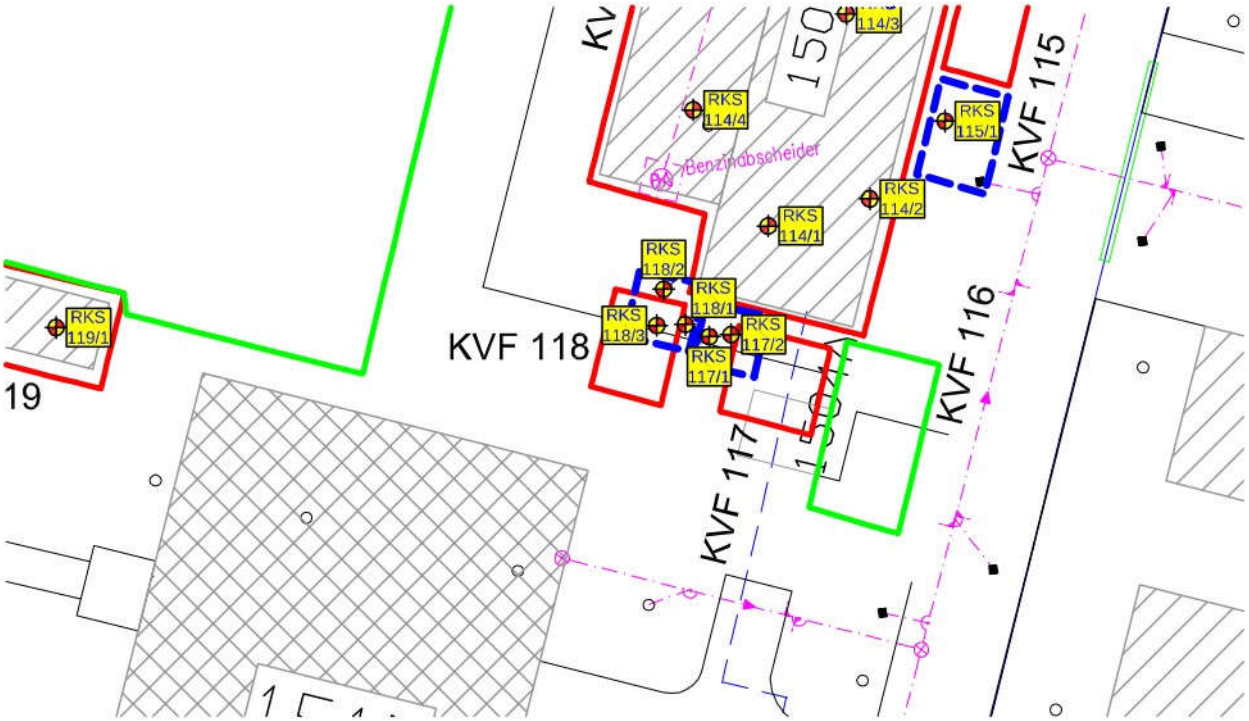


Abbildung 53: Lage der Untersuchungspunkte, KVF118

5.2.51.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der beiden bis auf 3,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.51.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 196 entnommen werden.

Tabelle 196: Entnommene Proben KVF 118

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 118/1 0,27-1,0	Boden							1
RKS 118/1 1,0-1,9	Boden	1						
RKS 118/1 1,9-3,0	Boden	1	1					
RKS 118/1 Bolu	Bodenluft						1	
RKS 118/2 0,2-0,5	Boden							1
RKS 118/2 0,5-1,1	Boden							1
RKS 118/2 1,1-2,1	Boden	1						
RKS 118/2 2,1-3,0	Boden	1	1					
RKS 118/2 Bolu	Bodenluft						1	
RKS 118/3 0,27-0,5	Boden							1

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 118/3 0,5-1,6	Boden	1						
RKS 118/3 1,6-2,0	Boden							1
RKS 118/3 2,0-3,0	Boden	1	1					
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 118		**6**	**3**	**0**	**0**	**0**	**2**	**5**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 197 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 118 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 197: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 118

KVF 118	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 118/1 1,0-1,9	< 40	-	-	-	-
RKS 118/1 1,9-3,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 118/2 1,1-2,1	< 40	-	-	-	-
RKS 118/2 2,1-3,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.
RKS 118/3 0,5-1,6	< 40	-	-	-	-
RKS 118/3 2,0-3,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n. b.	n. b.

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 198 sind die Summenparameter für BTEX aufgelistet.

Tabelle 198: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 118

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RSK 118/1 Bolu	0,46	-	-
RSK 118/2 Bolu	0,54	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.51.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwert-überschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Bezüglich des analysierten Schadstoffes BTEX in der Bodenluft liegen keine Überschreitungen der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft oder Werten zur

Gefahrenabschätzung gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Die Auflistung sämtlicher Einzelparameter und deren Gegenüberstellung mit den Orientierungswerten der LABO, den orientierenden Hinweisen auf Prüfwerte für leichtflüchtige Stoffe des Bundeslandes Baden-Württemberg, sowie den hilfsweise herangezogenen Beurteilungswerten des Merkblattes ALEX 02 für die Summen der Einzelparameter befindet sich in Anlage 5.2.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesene Konzentration von BTEX in der Bodenluft den Beurteilungswert von 5 mg/m³ deutlich unterschreitet, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch BTEX.

MKW und PAK waren in den analysierten Bodenproben nicht nachweisbar. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone aufgrund der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für diese Stoffe nicht zu erwarten.

5.2.51.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 118 in die Kategorie A.

Tabelle 199: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 118) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 118 nicht zu erwarten.

5.2.52 KVF 119 (Gefahrstofflager Gebäude 1515C)

5.2.52.1 Kontaminationshypothese

Bei der KVF 119 handelt es sich um ein Gefahrstofflager (Container) südwestlich von Gebäude 1504. Der Kontaminationsverdacht beruht auf der Historie der Fläche, möglichen Handhabungs- und Tropfverlusten, sowie auf einer im Bereich des An- und Abstroms der nordwestlich gegelegenen KVF 114 durchgeführten Grundwasseruntersuchung (27 µg/l Tetrachlorethen; 0,6 µg/l Trichlorethen) [U6]

5.2.52.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurde für die KVF 119 eine Bohrung bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf den Parameter MKW, sowie der Ausbau der Bohrung zur temporären Bodenluftmessstelle und die Analyse der Bodenluftprobe auf die Parameter LCKW und BTEX vorgesehen.

Auf der KVF 119 wurde im Bereich des Gefahrtstofflagers eine Bohrung bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK niedergebracht die Bohrung zur temporären Bodenluftmessstelle ausgebaut.

5.2.52.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 119 befindet sich im nördlichen Bereich der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 12 m². Die KVF mit ihren Einrichtungen wurde vermutlich 1987 errichtet und bis 2014 genutzt. Der Containerboden dient als Versiegelung. [U6]

5.2.52.4 Boden- und Untergrundaufbau

In der Bohrung RKS 119/1 wurde unter einer 0,08 m dicken Betondecke bis in eine Tiefe von 0,20 m u. GOK ein Hohlraum angetroffen. Darunter folgt bis in eine Tiefe von 0,60 m u. GOK eine Auffüllung aus grauem bis schwarzem, steinigem, sandigem Kies mit Asphaltresten. Bis in eine Tiefe von 1,30 m u. GOK folgt eine Schicht aus braunem, sandigem, schwach tonigem Schluff von steifer bis halbfester Konsistenz. Aufgrund fehlender Hinweise konnte nicht abschließend geklärt werden ob es sich hierbei um eine Auffüllung oder um anstehendes Material handelt. Die Basis des Aufschlusses bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK bildet ein beiger Sand.

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 54 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

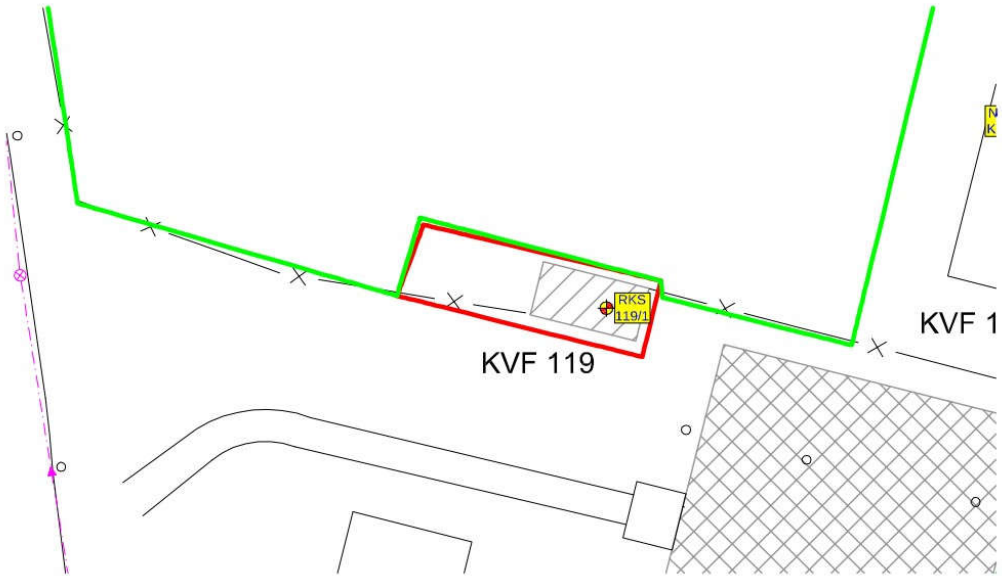


Abbildung 54: Lage der Untersuchungspunkte, KVF119

5.2.52.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in der bis auf 3,00 m u. GOK abgeteuften Bohrung nicht angetroffen.

5.2.52.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 200 entnommen werden.

Tabelle 200: Entnommene Proben KVF 119

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 119/10,2-0,6	Boden	1	1					
RKS 119/1 0,6-1,3	Boden							1
RKS 119/1 1,3-2,3	Boden	1						
RKS 119/1 2,3-3,0	Boden							1
RKS 119/1 Bolu	Bodenluft					1	1	
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 119		**2**	**1**	**0**	**0**	**1**	**1**	**2**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 201 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 119 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 201: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 119

KVF 119	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 119/1 0,2-0,6	190	< 0,05	0,32	2,43	2,43
RKS 119/1 1,3-2,3	< 40	-	-	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 202 sind die Summenparameter für BTEX aufgelistet.

Tabelle 202: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 119

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 119/1 Bolu	0,11	0,02	0,02

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.52.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwert-überschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (BTEX, LCKW) in der Bodenluft liegen keine Überschreitungen der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft oder Werten zur Gefahrenabschätzung gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Die Auflistung sämtlicher Einzelparameter und deren Gegenüberstellung mit den Orientierungswerten der LABO, den orientierenden Hinweisen auf Prüfwerte für leichtflüchtige Stoffe des Bundeslandes Baden-Württemberg, sowie den hilfsweise herangezogenen Beurteilungswerten des Merkblattes ALEX 02 für die Summen der Einzelparameter befindet sich in Anlage 5.2.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch LCKW und BTEX zu erwarten. Da die nachgewiesenen Konzentrationen von BTEX und LCKW in der Bodenluft die jeweiligen Beurteilungswerte von 5 mg/m³ deutlich unterschreiten, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch LCKW oder BTEX.

MKW wurden ausschliesslich im oberen Bereich der Bohrung, in der Probe RKS 119/1 0,2-0,6 (190 mg/kg) nachgewiesen. Nach verbal-argumentativer Sickerwasserprognose gemäß [U13] wäre eine Grundwassergefährdung durch MKW, ausgehend von einer hohen Mobilität (Ottokraftstoffe), trotz des geringen Schadstoffgehaltes zu erwarten. Da die nachgewiesene Konzentration von MKW in der Bodenprobe RKS 119/1 0,2-0,6 den Beurteilungswert von 2.500 mg/kg deutlich unterschreitet und in der Probe (RKS 119/1 1,3-2,3) aus dem tieferen Bereich keine MKW mehr nachgewiesen wurden, besteht aus gutachterlicher Sicht keine Gefährdung des Grundwassers durch MKW.

Aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter in der Probe RKS 119/1 0,2-0,6, der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und der geringen Schadstoffgehalte im Boden ist eine Grundwassergefährdung, auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.52.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 119 in die Kategorie A.

Tabelle 203: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 119) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	E	A

Der festgestellte Stoffgehalt für den PAK-Einzelparameter Benzo(a)Pyren in der Probe RKS 119/1 0,2-0,6 könnte bei Bodeneingriffsmaßnahmen in diesem Bereich zu einer Abfallrelevanz führen.

5.2.53 KVF 122 (Heizraum Gebäude 1511)

5.2.53.1 Kontaminationshypothese

Bei der KVF 122 handelt es sich um den im östlichen Gebäudeteil des Gebäudes 1511 befindlichen ehemaligen Heizraum des Gebäudes 1511. Der Kontaminationsverdacht basiert auf möglichen Handhabungs- und Tropfverlusten. [U6]

5.2.53.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 122 keine Untersuchungen vorgesehen.

Im Bereich der KVF 122 wurden aufgrund der bei der Begehung vor Ort vorgefundenen Gegebenheiten und der durch die ehemalige Nutzung möglichen Handhabungs- und Tropfverluste, Untersuchungen für notwendig erachtet. Auf der KVF 122 wurde im Bereich der Heizungsanlage eine Bohrung bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK (RKS 122/1) und eine Bohrung bis in eine Tiefe von 2,00 m u. GOK (RKS 122/2) niedergebracht und ausgewählte Bodenproben auf die Parameter MKW und PAK analysiert. Eine Bohrung (RKS 122/1) wurde zur Entnahme einer Bodenluftprobe und zur temporären Bodenluftmessstelle ausgebaut und die Bodenluftprobe auf die Parameter BTEX analysiert.

5.2.53.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 122 befindet sich im nordöstlichen Bereich der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 100 m². Das Baujahr wird in dem Bericht zur Phase I Untersuchung von CDM Smith [U6] mit 1950 angegeben. Auf der KVF existiert eine Oberflächenversiegelung aus Beton.

5.2.53.4 Boden- und Untergrundaufbau

In RKS der Bohrung 122/1 wurde unter einer 0,23 m dicken Betondecke bis in eine Tiefe von 1,30 m u. GOK eine Auffüllung aus braunem, fein- bis mittelsandigem, schwach tonigem Schluff erbohrt. Ab 1,30 m u. GOK bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK steht ein hellbrauner Feinsand bis Mittelsand an. In der Bohrung RKS 122/2 wurde unter einer 0,32 m dicken Betondecke bis in eine Tiefe von 1,20 m u. GOK eine Auffüllung aus dunkelbraunem, schwach fein- bis mittelsandigem, schluffigem Ton erbohrt. Die Basis des Aufschlusses bildet bis zur Endtiefe der Bohrung von 2,00 m u. GOK eine Schicht aus braunem, schluffigem Fein- bis Mittelsand, bei dem aufgrund

fehlender Hinweise nicht abschließend geklärt werden konnte, ob es sich um eine anthropogene Auffüllung oder natürlich anstehendes Material handelt.

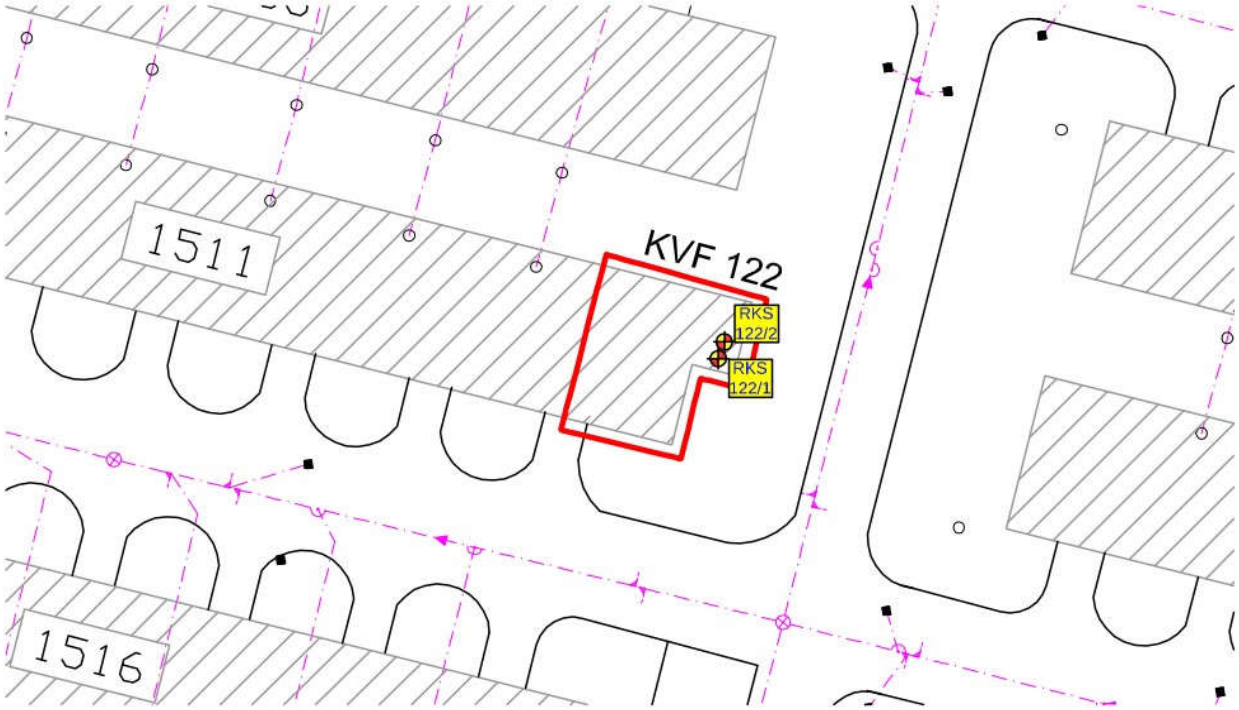


Abbildung 55: Lage der Untersuchungspunkte, KVF122

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 55 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

5.2.53.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der beiden bis max. 3,00 m u. GOK abgeteuften Bohrungen angetroffen.

5.2.53.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 204 entnommen werden.

Tabelle 204: Entnommene Proben KVF 122

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 122/1 0,23-1,3	Boden	1	1					
RKS 122/1 1,3-2,0	Boden	1	1					
RKS 122/1 2,0-3,0	Boden							1
RKS 122/1 Bolu	Bodenluft						1	
RKS 122/2 0,32-1,2	Boden	1	1					

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 122/2 1,2-2,0	Boden							1
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 122		**3**	**3**	**0**	**0**	**0**	**1**	**2**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 205 sind die Untersuchungsergebnisse der aus dem Bereich der KVF 122 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 205: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter KVF 122

KVF 122	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 122/1 0,23-1,3	< 40	< 0,05	< 0,05	0,23	0,23
RKS 122/1 1,3-2,0	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 122/2 0,32-1,2	< 40	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Ergebnisse der Bodenluftanalysen

In der folgenden Tabelle 206 sind die Summenparameter für BTEX aufgelistet.

Tabelle 206: Untersuchungsergebnisse der Bodenluft KVF 122

Parameter	Summe BTEX/TMB, Styrol, Cumol	Summe 10 LHKW	Summe 10 LHKW + VC
Einheit	mg/m³	mg/m³	mg/m³
RKS 122/1 Bolu	n.b.	-	-

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.53.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (MKW, PAK) im Boden liegen keine Prüfwert-überschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

Bezüglich des analysierten Schadstoffes BTEX in der Bodenluft liegen keine Überschreitungen der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft oder Werten zur Gefahrenabschätzung gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Die Auflistung sämtlicher Einzelparameter und deren Gegenüberstellung mit den Orientierungswerten der LABO, den orientierenden Hinweisen auf Prüfwerte für leichtflüchtige Stoffe des Bundeslandes Baden-Württemberg, sowie den hilfsweise herangezogenen Beurteilungswerten des Merkblattes ALEX 02 für die Summen der Einzelparameter befindet sich in Anlage 5.2.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). BTEX wurden in der analysierten Bodenluftprobe nicht nachgewiesen. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und der Mobilität des Stoffes für BTEX nicht zu erwarten.

MKW wurden in den analysierten Bodenproben nicht nachgewiesen. Eine Grundwassergefährdung ist unabhängig von der Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone für diesen Stoff nicht zu erwarten.

Aufgrund der geringen Mobilität der in Probe RKS 122/1 0,23-1,3 (0,23 mg/kg EPA15) nachgewiesenen PAK-Einzelparameter, der mittleren Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und der geringen Schadstoffgehalte im Boden ist eine Grundwassergefährdung für PAK nicht zu erwarten.

5.2.53.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 122 in die Kategorie A.

Tabelle 207: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 122) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 122 nicht zu erwarten.

5.2.54 KVF 128 (Brandschaden Gebäude 1841)

5.2.54.1 Kontaminationshypothese

Bei der KVF 128 handelt es sich um den ehemaligen Standort des Gebäudes 1841, in dem vermutlich 1998 ein Brandereignis stattfand. Der formulierte Kontaminationsverdacht basiert auf dem Brandereignis (Entstehung von PAK während der Verbrennung) sowie auf dem möglichen Einsatz PFT-haltiger Löschmittel zur Brandbekämpfung [U6].

5.2.54.2 Untersuchungsstrategie und Begründung der Vorgehensweise

In dem von Mull und Partner 2015 erstellten Konzept für weitere Maßnahmen [U8] wurden für die KVF 128 sechs Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK mit Probenahme und Analyse der Bodenproben auf den Parameter PAK und PFT vorgesehen.

Auf der KVF 128 wurden im Randbereich der Fläche sechs Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK niedergebracht.

5.2.54.3 Rechercheergebnisse

Die KVF 128 befindet sich im nördlichen Bereich der Liegenschaft (siehe Anlage 1.2) und umfasst eine Fläche von ca. 3.740 m². Das Gebäude wurde 1971 errichtet und vermutlich bis 1998 genutzt. Inwiefern das Brandereignis zum Rückbau des Gebäudes beitrug ist nicht bekannt. Es besteht eine Oberflächenversiegelung aus Beton. [U6]

5.2.54.4 Boden- und Untergrundaufbau

In der Bohrung RKS 128/1 wurde von Geländeoberkante bis in eine Tiefe von 0,20 m u. GOK eine Auffüllung aus dunkelgrauem, schwach humosem, schluffigem, fein- bis mittelsandigem Oberboden erbohrt. Darunter folgt bis in 0,50 m u. GOK eine Auffüllung aus dunkelgrauem, schluffigem Fein- bis Mittelsand. Von 0,50 m u. GOK bis 1,30 m u. GOK wurde eine Auffüllung aus rotbraunem, schwach schluffigem Fein- bis Mittelsand angetroffen. Die Basis des Aufschlusses bildet ein brauner Fein- bis Mittelsand. In der Bohrung RKS 128/2 wurde unter einer 0,23 m mächtigen Betondecke bis in eine Tiefe von 0,50 m u. GOK eine Auffüllung aus grauem, schwach fein- bis mittelkiesigem Fein- bis Mittelsand erbohrt. Darunter folgt bis in eine Tiefe von 1,00 m u. GOK eine Auffüllung aus braunem, schwach feinsandigem, tonigem Schluff. Im Liegenden bis in eine Tiefe von 1,40 m u. GOK wurde ein dunkelbrauner, mittelsandiger Feinsand angetroffen. Die Basis des Aufschlusses bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK bildet ein brauner Fein- bis Mittelsand. In der Bohrung RKS 128/3 wurde unter einer 0,28 m mächtigen Betondecke bis in eine Tiefe von 0,90 m u. GOK eine Auffüllung aus braunem bis rotbraunem, fein- bis mittelkiesigem Sand mit Sandsteinbruch und Ziegelbruchstücken erbohrt. Zwischen 0,90 m u. GOK und 1,00 m u. GOK wurde erneut Beton angetroffen. Die Basis des Aufschlusses bildet bis zur Endtiefe der Bohrung von 3,00 m u. GOK ein brauner Fein- bis Mittelsand. In der Bohrung RKS 128/4 wurde ab Geländeoberkante bis in eine Tiefe von 0,20 m u. GOK ein grauer, schwach humoser, mittelsandiger, schwach schluffiger, feinsandiger Oberboden angetroffen. Darunter folgt bis in eine Tiefe von 0,60 m u. GOK eine Auffüllung aus grauem, schluffigem Feinsand. Im Liegenden bis in eine Tiefe von 1,00 m u. GOK folgt ein Auffüllungsmaterial aus dunkelbraunem Fein- bis Mittelsand. In diesem Bereich wurde ein Kabel (Beleuchtung) angetroffen. Zwischen 1,00 m u. GOK und 1,60 m u. GOK lagert eine Auffüllung aus rotbraunem, schluffigem Fein- bis Mittelsand. Die Basis des Aufschlusses bildet bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK ein brauner Fein- bis Mittelsand. In der Bohrung RKS 128/5 wurde von Geländeroberkante bis zu einer Tiefe von 0,20 m u. GOK ein brauner, schwach humoser, fein- bis mittelsandiger, schluffiger Oberboden angetroffen. Darunter folgt bis in eine Tiefe von 0,60 m u. GOK eine Auffüllung aus braunem, fein- bis mittelsandigem, schwach fein- mittelkiesigem Schluff. Im Liegenden bis in eine Tiefe von 0,90 m u. GOK wurde eine Auffüllung aus grauem Fein- bis Mittelsand erbohrt, bei dem es sich wahrscheinlich um Leitungssand handelt. Zwischen 0,90 m u. GOK und 1,40 m u. GOK befindet sich eine Auffüllung aus braunem bis dunkelbraunem, fein- bis mittelsandigem, schwach fein- bis mittelkiesigem Schluff. Die Basis des Aufschlusses bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK bildet ein brauner Fein- bis Mittelsand. In der Bohrung RKS 128/6 wurde unter einer 0,24 m mächtigen Betondecke bis in eine Tiefe von 0,50 m u. GOK eine Auffüllung aus grauem, feinkiesigem, mittelkiesigem Fein- bis Mittelsand mit Schotter erbohrt. Darunter folgt bis in eine Tiefe von 1,40 m

u. GOK eine Auffüllung aus rotbraunem, schluffigem Fein- bis Mittelsand. Ab 1,40 m u. GOK bis zur Endtiefe von 3,00 m u. GOK steht ein brauner Feinsand bis Mittelsand an.

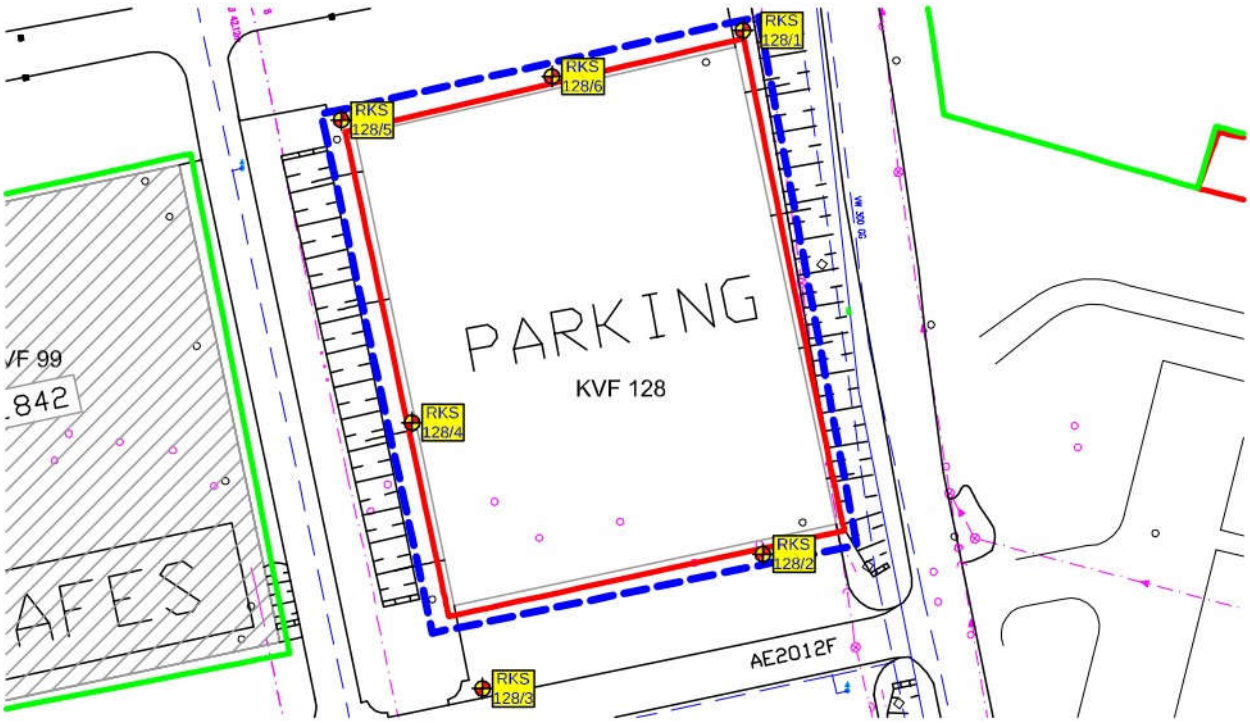


Abbildung 56: Lage der Untersuchungspunkte, KVF128

Die Lage der genauen Ansatzstellen der Bodenaufschlüsse ist aus Abb. 56 und Anlage 1.2 ersichtlich. Die Bohrprofile können Anlage 2 entnommen werden.

5.2.54.5 Hydrogeologische und hydrologische Besonderheiten

Grundwasser oder Schichtwasser wurde in keiner der sechs bis 3,00 m u. GOK abgeteuften Bohrung angetroffen.

5.2.54.6 Chemische Analytik

Die Art und Anzahl der Analysen, sowie die Art und Anzahl der Rückstellproben können der folgenden Tabelle 208 entnommen werden.

Tabelle 208: Entnommene Proben KVF 128

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 128/1 0-0,2	Boden							1
RKS 128/1 0,2-0,5	Boden		1		1			
RKS 128/1 0,5-1,3	Boden							1
RKS 128/1 1,3-2,0	Boden		1		1			
RKS 128/1 2,0-3,0	Boden							1

Bezeichnung	Medium	MKW	PAK	SM	PFT	LHKW	BTEX	Rückstellprobe
RKS 128/2 0,23-0,5	Boden		1		1			
RKS 128/2 0,5-1,0	Boden							1
RKS 128/2 1,0-1,4	Boden		1		1			
RKS 128/2 1,4-2,0	Boden							1
RKS 128/2 2,0-3,0	Boden							1
RKS 128/3 0,28-0,9	Boden		1		1			
RKS 128/3 0,9-1,0	Boden							1
RKS 128/3 1,0-2,0	Boden		1		1			
RKS 128/3 2,0-3,0	Boden							1
RKS 128/4 0-0,2	Boden							1
RKS 128/4 0,2-0,6	Boden		1		1			
RKS 128/4 0,6-1,0	Boden							1
RKS 128/4 1,0-1,6	Boden		1		1			
RKS 128/4 1,6-2,0	Boden							1
RKS 128/4 2,0-3,0	Boden							1
RKS 128/5 0-0,2	Boden							1
RKS 128/5 0,2-0,6	Boden		1		1			
RKS 128/5 0,6-0,9	Boden							1
RKS 128/5 0,9-1,4	Boden							1
RKS 128/5 1,4-2,0	Boden		1		1			
RKS 128/5 2,0-3,0	Boden							1
RKS 128/6 0,24-0,5	Boden		1		1			
RKS 128/6 0,5-1,4	Boden							1
RKS 128/6 1,4-2,0	Boden		1		1			
RKS 128/6 2,0-3,0	Boden							1
Anzahl Analysen und Rückstellproben KVF 128		**0**	**12**	**0**	**12**	**0**	**0**	**18**

Ergebnisse der Bodenanalysen

In Tabelle 209 sind die Untersuchungsergebnisse für die Parameter PAK und in Tabelle 210 die Untersuchungsergebnisse für die Parameter PFT (Bestimmung aus der getrockneten Substanz und aus dem Eluat) der aus dem Bereich der KVF 128 entnommenen Bodenproben aufgelistet.

Tabelle 209: Untersuchungsergebnisse organische Schadstoffe (MKW, PAK) KVF 128

KVF 128	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 128/1 0,2-0,5	-	< 0,05	< 0,05	0,05	0,05
RKS 128/1 1,3-2,0	-	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 128/2 0,23-0,5	-	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.

KVF 128	MKW	Naphthalin	BaP	PAK (EPA1-16)	PAK (EPA1-15)
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RKS 128/2 1,0-1,4	-	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 128/3 0,28-0,9	-	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 128/3 1,0-2,0	-	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 128/4 0,2-0,6	-	< 0,05	< 0,05	0,20	0,20
RKS 128/4 1,0-1,6	-	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 128/5 0,2-0,6	-	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 128/5 1,4-2,0	-	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 128/6 0,24-0,5	-	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.
RKS 128/6 1,4-2,0	-	< 0,05	< 0,05	n.b.	n.b.

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

Tabelle 210: Untersuchungsergebnisse Verdachtsparameter PFT KVF 128

KVF 128	Feststoff			Eluat		
	Summe PFOS/PFHpS/ PFHxS/PFAO/ PFHpA	Summe 23 PFT	1H,1H,2H,2H-Perfluoroctan-sulfonsäure (H4PFOS)	Summe PFOS/PFHpS/ PFHxS/PFAO/ PFHpA	Summe 23 PFT	1H,1H,2H,2H-Perfluoroctan-sulfonsäure (H4PFOS)
Einheit	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/l	µg/l	µg/l
RKS 128/1 0,2-0,5	n.b.	n.b.	< 2,0	0,128	0,227	0,099
RKS 128/1 1,3-2,0	n.b.	5,5	5,5	n.b.	0,067	0,067
RKS 128/2 0,23-0,5	n.b.	n.b.	< 2,0	n.b.	0,069	0,069
RKS 128/2 1,0-1,4	n.b.	n.b.	< 2,0	n.b.	0,073	0,073
RKS 128/3 0,28-0,9	n.b.	280	280	0,03	0,108	0,078
RKS 128/3 1,0-2,0	n.b.	180	180	0,014	0,014	<0,010
RKS 128/4 0,2-0,6	n.b.	130	130	0,017	0,017	<0,010
RKS 128/4 1,0-1,6	n.b.	100	100	0,023	0,036	0,013
RKS 128/5 0,2-0,6	n.b.	10	10	0,01	0,100	0,090
RKS 128/5 1,4-2,0	n.b.	30	30	n.b.	0,270	0,270
RKS 128/6 0,24-0,5	n.b.	3,2	3,2	n.b.	0,100	0,100
RKS 128/6 1,4-2,0	n.b.	18	18	n.b.	0,099	0,099

n.b. = nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden
- = Parameter wurde nicht untersucht

5.2.54.7 Auswertungen und Interpretationen

Bezüglich der analysierten Schadstoffe (PAK, PFT) im Boden liegen für den Wirkungspfad Boden → Mensch keine Prüfwertüberschreitungen oder Überschreitungen von Orientierungswerten gemäß der in dem Kapitel 3.2 aufgeführten Bewertungsgrundlagen vor. Eine Gegenüberstellung der Analysenergebnisse mit den Prüfwerten der BBodSchV, den Orientierungswerten VwV

Altlasten BW und hilfsweise den Orientierungswerten des Merkblattes ALEX 02 ist in Anlage 5.1 dargestellt.

In neun von zwölf auf PFT analysierten Bodenproben wurden PFT im Feststoff nachgewiesen. Dabei handelt es sich ausschließlich um den PFT-Einzelparameter 1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonsäure (H4PFOS). Für PFT existieren keine rechtsverbindlichen Prüfwerte. Hilfsweise werden die vorläufigen Prüfwerte Boden → Mensch gemäß Alex-Informationsblatt 29 [U15] verwendet. Die ermittelten Werte unterschreiten diese vorläufigen Prüfwerte deutlich.

Im Hinblick auf die Bewertung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser wird hilfsweise auf die HLUG SIWA [U13] zurückgegriffen (Erläuterung zur Anwendung siehe Kap. 3.2 sowie HLUG SIWA [U13]). PAK wurden ausschliesslich in den Proben RKS 128/1 0,2-0,5 (0,05 mg/kg EPA15) und RKS 128/4 0,2-0,6 (0,2 mg/kg EPA15) nachgewiesen. Gemäß [U13] ist aufgrund der geringen Mobilität der nachgewiesenen PAK-Einzelparameter in den Proben, der geringen Schadstoffgehalte im Boden, trotz der geringen Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone eine Grundwassergefährdung, auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus der Phase IIa-Untersuchung für PAK nicht zu erwarten.

Im Hinblick auf die Gefährdungsabschätzung für den Pfad Boden → Grundwasser für PFT werden gemäß dem hilfsweise herangezogenen ALEX-Informationsbaltt 29 [U15] Eluatwerte herangezogen. Die Bewertung der Eluatkonzentrationen erfolgt anhand der vorläufigen Geringfügigkeitsschwellenwerte gemäß ALEX-Informationsbaltt 29 [U15]. Sofern die Werte im Eluat überschritten werden, ist eine Sickerwasserprognose durchzuführen. In keiner der untersuchten Proben werden die Geringfügigkeitsschwellenwerte gemäß [U15] überschritten. Auf die Durchführung einer Sickerwasserprognose wird verzichtet.

5.2.54.8 Anwendung der Beurteilungskriterien und – maßstäbe

Mit den im Rahmen der Phase IIa ermittelten Stoffkonzentrationen konnte keine Gefährdung über den Wirkungspfad Boden → Grundwasser nachgewiesen werden. Der Wirkungspfad Boden → Mensch ist aufgrund der bestehenden Versiegelung der Fläche derzeit nicht relevant. Ein konkreter Handlungsbedarf lässt sich durch die gewonnenen Untersuchungsergebnisse nicht ableiten. Wir empfehlen die Einstufung der Fläche KVF 128 in die Kategorie A.

Tabelle 211: Empfehlung zur Kategorisierung der Fläche (KVF 128) nach Phase IIa

Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
E	**E**	**A**

Auf Grundlage der vorliegenden Analytikergebnisse der Phase IIa-Untersuchung ist eine Abfallrelevanz im Rahmen von Erdbaumaßnahmen auf der Fläche KVF 128 nicht zu erwarten.

6 EMPFEHLUNG FÜR DAS WEITERE VORGEHEN

6.1 Kontaminationsverdächtige/kontaminierte Flächen (KVF/KF)

In der folgenden Tabelle 212 sind die KVF aufgelistet, für die aus gutachterlicher Sicht nach der Phase IIa-Untersuchung kein Altlastverdacht, bzw. kein Handlungsbedarf gesehen wird.

Tabelle 212: KVF, ohne Altlastverdacht oder Handlungsbedarf nach Phase IIa

KVF	Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
1	E	E	A
2	E	E	B
3	E	E	B
4	E	E	A
5	E	E	B
15	E	E	A
17	E	E	A
18	E	E	A
20	E	E	A
21	E	E	A
22	E	E	A
26	E	E	A
27	E	E	A
31	E	E	A
32	E	E	A
33	E	E	A
34	E	E	B
35	E	E	B
36	E	E	A
37	E	E	B
38	E	E	A
40	E	E	A
41	E	E	A
42	E	E	B
44	E	E	A
45	E	E	A
49	E	E	B
51	E	E	A
56	E	E	A
58	E	E	A
66	E	E	B

KVF	Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
69	E	E	A
70	E	E	A
71	E	E	A
72	E	E	A
76	E	E	A
78	E	E	A
79	E	E	A
81	E	E	A
83	E	E	B
84	E	E	B
88	E	E	A
90	E	E	A
108	E	E	A
114	E	E	A
115	E	E	A
117	E	E	A
118	E	E	A
119	E	E	A
122	E	E*	A
128	E	E	A

In der folgenden Tabelle 213 sind die KF aufgelistet, für die aus gutachterlicher Sicht nach der Phase IIa-Untersuchung weiterer Handlungsbedarf gesehen wird.

Tabelle 213: KVF, auf denen weiterer Handlungsbedarf gesehen wird

KVF	Einstufung CDM (Phase I)	Einstufung MuP	Einstufung IBL (Phase IIa)
19	E	E	E
48	E	E	E
74	E	E	E

Flächenkategorie A
Der Kontaminationsverdacht hat sich nicht bestätigt bzw. es wurde eine Sanierung durchgeführt. Außer einer Dokumentation besteht kein weiterer Handlungsbedarf. Eine uneingeschränkte Nutzung ist möglich.

Flächenkategorie B
Die festgestellte oder nach Sanierung verbliebene Kontamination stellt zum gegenwärtigen Zeitpunkt und für die gegenwärtige Nutzung keine Gefährdung dar. Sie ist zu dokumentieren, damit bei einer Nutzungsänderung oder bei Infrastrukturmaßnahmen eine Neubewertung durchgeführt werden kann. Daraus kann sich u.U. ein neuer Handlungsbedarf ergeben.

Flächenkategorie E
Auf der Fläche wurden Kontaminationen festgestellt bzw. im Rahmen der Erfassung und Erstbewertung (Phase I) aufgrund der Nutzung vermutet. Für die abschließende Gefährdungsabschätzung sind weitere Daten erforderlich (z.B. Ausdehnung der Kontamination, Art der Schadstoffe, Mobilität, Toxizität etc.). Es kann keine abschließende Bewertung vorgenommen werden und sie können nicht aus der Bearbeitung ausscheiden.

Gemäß der empfohlenen Flächenkategorisierung (Tabelle 212) sind unter Berücksichtigung der Analysenergebnisse (Kapitel 5.2) 40 Flächen in die Kategorie A und 11 Flächen in die Kategorie B einzustufen. Auf diesen Flächen sind keine Gefährdungen von standortrelevanten Schutzgütern abzuleiten.

Drei Flächen (KVF 19, KVF 48, KVF 74) sind gemäß der empfohlenen Flächenkategorisierung (Tabelle 213) unter Berücksichtigung der Analysenergebnisse (Kapitel 5.2) in Kategorie E einzustufen.

KVF 19
Auf Grundlage der im Rahmen der Phase IIa-Untersuchung gewonnenen Ergebnisse werden zur horizontalen und vertikalen Abgrenzung der PAK-Kontamination auf der Fläche KVF 19 zwei weitere Bohrungen bis in eine Tiefe von 3,00 m u. GOK im Umkreis der Bohrung RKS 19/2, sowie die Analyse der gewonnenen Bodenproben auf PAK empfohlen.

KVF 48
Auf Grundlage der im Rahmen der Phase IIa-Untersuchung gewonnenen Ergebnisse werden zur horizontalen Abgrenzung der BTEX-Kontamination auf der Fläche KVF 48 vier weitere Bohrungen im Umfeld der auffälligen Bohrung RKS 48/6 und eine weitere Bohrung zwischen RKS 48/5 und RKS 48/4. Die Bohrungen sollen zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut und die entnommenen Bodenluftproben auf die Parameter BTEX und LCKW analysiert werden.

KVF 74
Auf Grundlage der im Rahmen der Phase IIa-Untersuchung gewonnenen Ergebnisse werden zur horizontalen Abgrenzung der LCKW-Kontamination auf der Fläche KVF 74 je drei weitere Bohrungen im Umfeld der Bohrung RKS 74A/1 und im Umfeld der Bohrung RKS 74/1, sowie eine weitere Bohrung zwischen RKS 74/1 und RKS 74A/2 empfohlen. Die Bohrungen sollen zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut und die entnommenen Bodenluftproben auf die Parameter LCKW und BTEX analysiert werden.

6.2 Liegenschaft (und KVF-übergreifend)

Im Ergebnis der Untersuchungen der Phase IIa sind KVF-übergreifend keine besonderen Maßnahmen z.B. in Bezug auf die Sicherung von Flächen über das bestehende Maß hinaus erforderlich.

7 ZUSAMMENFASSUNG

Basierend auf den Ergebnissen der Erfassung und Erstbewertung von kontaminationsverdächtigen Flächen (Phase I) ehemalige US-Liegenschaft Spinelli-Barracks, Feudenheim (WE-Nr. 136743), CDM Smith Consult von 2015 [U6] und dem Konzept für weitere Maßnahmen Boden- und Grundwasserschutz, Mull und Partner Ingenieurgesellschaft von 2015 [U8] wurden von der IBL Umwelt- und Biotechnik GmbH im Juli/August 2016 Erkundungsmaßnahmen durchgeführt.

Im Rahmen der Gefahrerforschugsmaßnahen (Phase IIa) wurden auf insgesamt 54 KVF, 164 Kleinrammbohrungen bis max. 7 m u. GOK abgeteuft, sowie 2 Baggerschurfe (im Bereich der ehemaligen Löschwasserbecken) erstellt. Boden- und Bodenluftuntersuchungen wurden gemäß der Leistungsbeschreibung durchgeführt.

Die untergrundverhältnisse stellen sich wie folgt dar:
An den Erkundungspunkten beginnt die Schichtenfolge zumeist mit künstlich aufgebrachter Versiegelung von unterschiedlicher Mächtigkeit, i.d.R. aber min. 0,05 m bis max. 0,46 m Stärke (Beton, Schwarzdecken, Verbundsteine). Diese wird durch Auffüllmassen in feinsandiger bis mittelsandiger, z. T. kiesiger Beschaffenheit in stark variierender Mächtigkeit (bis max. 4,65 m u. GOK) unterlagert. Unter den Auffüllungen folgen Mittel- bis Feinsande mit z. T. schluffigen Beimengungen.

In den im Rahmen der Phase IIa durchgeführten Bohrungen wurde kein Grundwasser angetroffen. Die im Bereich des Untersuchungsgebiets ermittelten Grundwasserstände werden mit 9,7 m – 12,3 m u. GOK aus dem Jahre 2011 angegeben [U6].

Die Ergebnisse der umwelttechnischen Untersuchungen zur Gefährdungsabschätzung können wie folgt zusammengefasst werden:
Der Schwerpunkt der chemischen Untersuchungen wurde im Feststoff auf die Stoffgruppen MKW und PAK ausgerichtet. Auf den Flächen der ehemaligen Löschwasserbecken (KVF 15, KVF 35) wurden zusätzlich Schwermetalle einschließlich Arsen im Feststoff untersucht, sowie auf der KVF 128 PFT. In der Bodenluft erfolgten Untersuchungen der Stoffgehalte an BTEX und LCKW.

Auf Grundlage der in Phase IIa gewonnenen Ergebnisse wurden drei Flächen (KVF 19, KVF 48, KVF 74) ermittelt, für die zur abschliessenden Gefährdungsabschätzung weitere Daten erforderlich sind. Auf den übrigen 51 untersuchten KVF wurden keine handlungsrelevant erhöhten Schadstoffgehalte ermittelt, die eine Gefährdung des Grundwassers über das Sickerwasser begründen.

Nach Auswertung der Gelände- und Labordaten wird empfohlen die 54 untersuchten KVF wie folgt einzustufen:

- 40 KVF (Tabelle 212) in Kategorie A. Die KVF können aus der weiteren Bearbeitung ausscheiden. Eine uneingeschränkte Nutzung ist möglich.

- 11 KVF (Tabelle 212) in Kategorie B. Der Gefahrenverdacht bleibt bestehen. Die Notwendigkeit der Einleitung von Sofortmaßnahmen oder weitergehenden Detailuntersuchungen (Phase IIb) wird jedoch z.Z. nicht für erforderlich erachtet.
- 3 KVF (Tabelle 213) in Kategorie E. Auf der Fläche wurden Kontaminationen festgestellt bzw. im Rahmen der Erfassung und Erstbewertung (Phase I) aufgrund der Nutzung vermutet. Für die abschließende Gefährdungsabschätzung sind weitere Daten erforderlich

IBL Umwelt- und Biotechnik GmbH

Heidelberg den 28.03.2017

Verfasser:

Dipl.-Geol. Stefan Mauch Dipl.-Geol. Alexander Mitev Dipl.-Geol. Matthias Helfrich

8 LITERATUR-/QUELLENVERZEICHNIS

[U1] Boden- und Bodenluftuntersuchungen im Bereich der Tankstelle (Geb. 1559), IBL Umwelt- und Biotechnik GmbH, April 2009

[U2] Boden- und Bodenluftuntersuchungen im Bereich der Tankstelle (Geb. 1576), IBL Umwelt- und Biotechnik GmbH, April 2009

[U3] Bausubstanz Erfassung und Erstbewertung (Phase 1), Ehem. US-Liegenschaft in Mannheim Feudenheim, Spinelli Barracks, Staatliches Hochbauamt, Mai 2014

[U4] Geologische Karte 1:25.000 von Baden-Württemberg, Blatt 6517 Mannheim-Südost und Erläuterungen zu Blatt 6517 Mannheim-Südost, herausgegeben vom geologischen Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart 1985

[U5] Leistungsbeschreibung „Phase II BoGwS Spinelli Ingenieurleistungen“ des Staatlichen Hochbauamtes, Heidelberg vom 22.3.2016

[U6] Erfassung und Erstbewertung von kontaminationsverdächtigen Flächen (Phase I), ehemalige US-Liegenschaft Spinelli-Barracks, Feudenheim (WE 136743), CDM Smith, 11.6.2015

[U7] Bausubstanz, Erfassung und Erstbewertung (Phase I), Ehem. US-Liegenschaft in Mannheim-Feudenheim, Spinelli, Vorabzug des Staatlichen Hochbauamtes Heidelberg, Mai 2014

[U8] Konzept für weitere Maßnahmen Boden- und Grundwasserschutz, Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH, 23.10.2015

[U9] Bearbeitung von Verdachtsbereichen mit per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC) auf von der Bundeswehr genutzten Liegenschaften, Bundesamt für Infrastruktur, Umweltschutz und Dienstleistungen der Bundeswehr, Mai 2015

[U10] Leitlinien zur vorläufigen Bewertung von PFC-Verunreinigungen in Wasser und Boden, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Januar 2015

[U11] Verwaltungsvorschrift über die Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen; Erlass des Sozialministeriums und des Umweltministeriums Baden-Württemberg vom 16. September 1993 in der Fassung vom 1.3.1998

[U12] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) – 12. Juli 1998

[U13] Handbuch Altlasten, Band 3, Teil 3: Untersuchung und Beurteilung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser, Sickerwasserprognose, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2002

[U14] Ständiger Ausschuss Altlasten der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO): Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten – Informationsblatt für den Vollzug; Stand 01. September 2008

[U15] Per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC) in der Umwelt, Bodenschutz ALEX-Informationsblatt 29, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, Juli 2016

[U16] Verwaltungsvorschrift über Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen, Erlaß des Sozialministeriums und des Umweltministeriums Baden-Württemberg (VwV Altlasten) vom 16. September 1993, in der Fassung vom 01.03.1998

[U17] Bodenschutz ALEX-Merkblatt 02, Altablagerungen, Orientierungswerte für die abfall- und wasserwirtschaftliche Beurteilung, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland Pfalz, 2011

[U18] VDI-Richtlinie: VDI 3865 Blatt 2 Messen organischer Bodenverunreinigungen - Techniken für die aktive Entnahme von Bodenluftproben, 01/1998

[U19] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBI. I S. 1554), die zuletzt durch Artikel 102 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBI. I S. 1474) geändert worden ist.