

BONNER GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNGEN

Herausgegeben von

C. Troll - H. Hahn - W. Kuls - W. Lauer - P. Höllermann
Schriftleitung: H.-J. Klink

Heft 48

Johannes Stephan

**Die Landschaftsentwicklung des
Stadtkreises Karlsruhe
und seiner näheren Umgebung**

Landschaftsökologische Studie

1974

In Kommission bei
Ferdinand Dümmlers Verlag - Bonn

Johannes Stephan / Die Landschaftsentwicklung des Stadtkreises
Karlsruhe und seiner näheren Umgebung

BONNER GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNGEN

Herausgegeben von

C. Troll - H. Hahn - W. Kuls - W. Lauer - P. Höllermann

Schriftleitung: H.-J. Klink

Heft 48

Johannes Stephan

**Die Landschaftsentwicklung des
Stadtkreises Karlsruhe
und seiner näheren Umgebung**

Landschaftsökologische Studie



1974

In Kommission bei

Ferd. Dümmers Verlag · Bonn

— Dümmlerbuch 7548 —

**Die Landschaftsentwicklung des
Stadtkreises Karlsruhe
und seiner näheren Umgebung**


Landschaftsökologische Studie

von

Johannes Stephan

Mit 45 Abbildungen, 4 Beilagen

In Kommission bei
Ferd. Dümmers Verlag, Bonn

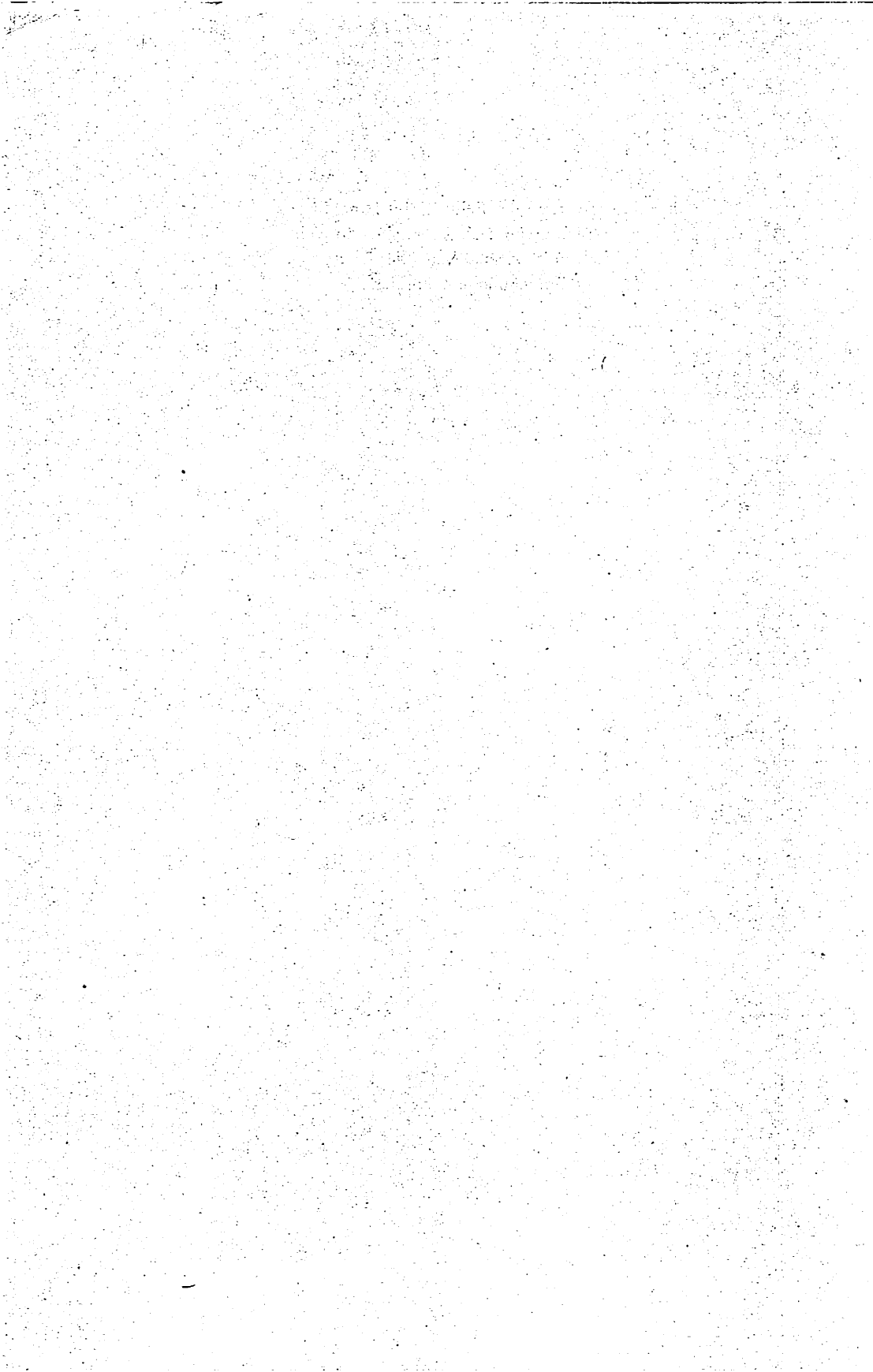
 ümmlerbuch 7548

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 3-427-75481-2

Herstellung: Publikations-Service Hans Richarz, St. Augustin

**Habilitationsschrift an der Fakultät für Landwirtschaft und
Gartenbau der Techn. Universität München zu Weihenstephan
gedruckt mit Unterstützung der Deutschen
Forschungsgemeinschaft**



Inhaltsverzeichnis

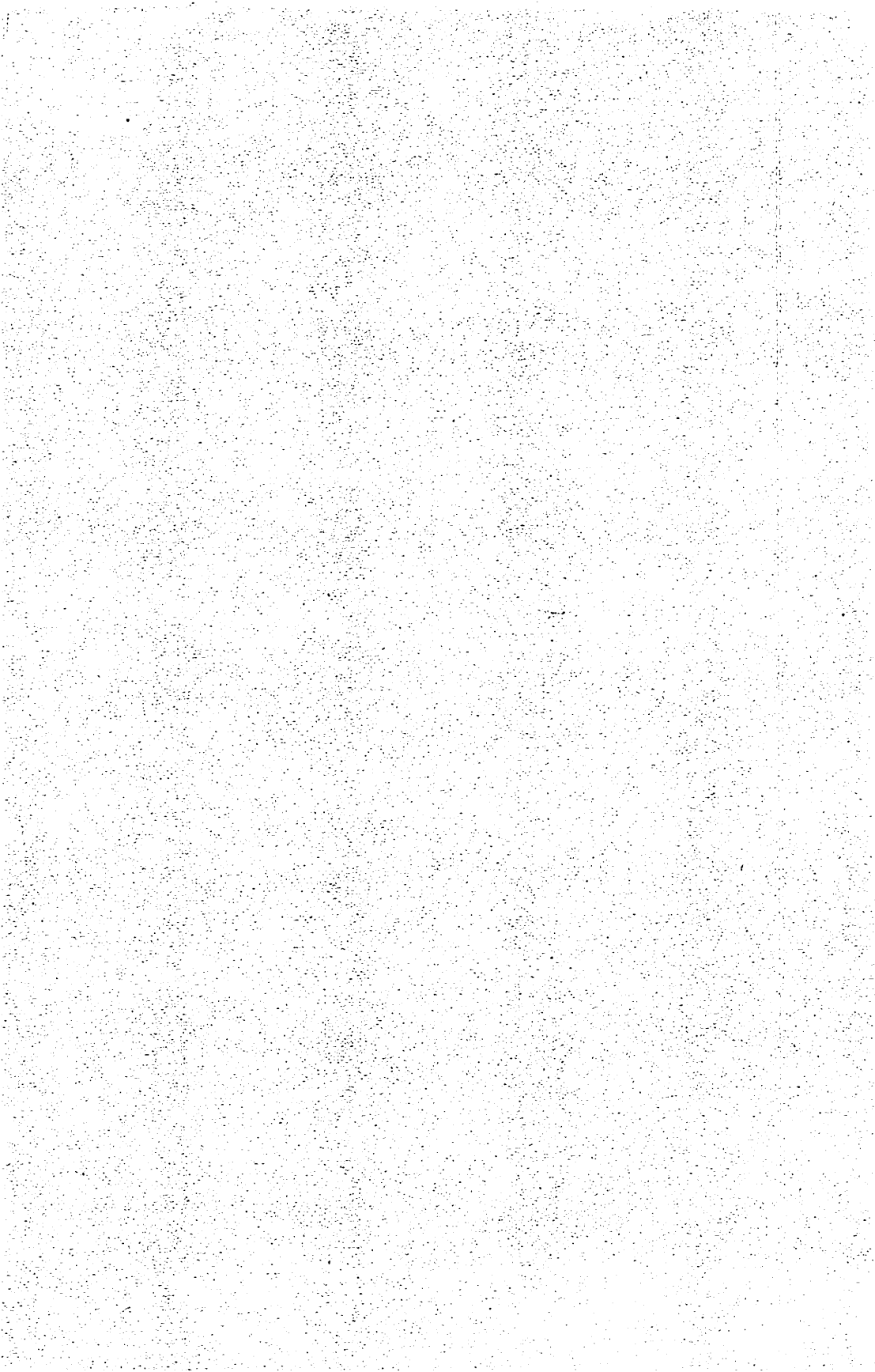
Einleitung	1
I. Überblick über die Landesnatur	3
1. Fixierung des geographischen Raumes	3
2. Klimatische Verhältnisse	3
3. Geologische Verhältnisse und Bodenarten	4
4. Hydrologische Verhältnisse	6
5. Vegetation	8
6. Fauna	11
7. Naturräumliche Gliederung	12
7.1 Allgemeines	12
7.2 Vorbergzone	13
7.3 Kinzig-Murg-Niederung	13
7.4 Niederterrasse	13
7.5 Rheinniederung	14
II. Entstehung des heutigen Stadtkreises und seine Entwicklung	15
1. Besiedlung	15
2. Gründung der Stadt "Carlsruhe" und ihre weitere Entwicklung bis 1860	17
3. Gemarkungsentwicklung und Eingemeindungen	18
4. Bevölkerung	22
5. Industrie	22
6. Landwirtschaftliche Struktur	28
III. Ökologische Faktoren	29
1. Das Stadtklima	29
1.1 Allgemeines	29
1.2 Atmosphärische Einflüsse	29
1.21 Temperatur	29
1.22 Wind	31
1.23 Niederschläge	32
1.24 Strahlung und Inversionen	34

1.3	Anthropogene Einflüsse	35
1.31	Allgemeines	35
1.32	Staubniederschlag	36
1.321	Allgemeines	36
1.322	Immissionsgrenzwerte für Stäube	37
1.323	Staubmessungen in Karlsruhe	37
1.33	Abgase	40
1.331	Schwefeldioxid	40
1.332	Ozon	41
1.34	Kraftfahrzeugverkehr	42
1.35	Lärm	45
1.351	Allgemeines	45
1.352	Lärmpegelmessungen in Karlsruhe	46
1.4	Grünflächen	46
1.41	Allgemeines	46
1.42	Grünflächen in Karlsruhe	47
1.43	Ergebnisse und Folgerungen	47
2.	Wasserhaushalt	48
2.1	Flächenmäßige Veränderungen der freien Wasserflächen	48
2.2	Oberflächengewässer	49
2.21	Die Alb	49
2.211	Untersuchung am 27. 1. 1953	49
2.212	Chemische Untersuchungen	50
2.213	Biologisch-bakteriologische Untersuchungen	50
2.214	Biologische Gesamtbetrachtung	56
2.2141	Bakteriologie	56
2.2142	Phytoplankton, Bewuchs, Prozentuale Lichtabsorption	56
2.2143	Zooplankton und Standortorganismen	56
2.2144	Fischerei	56
2.215	Untersuchung am 1. 8. 1955	57
2.216	Untersuchung am 19. 5. 1958	60
2.2161	Chemische Untersuchung	60
2.2162	Bakteriologische Untersuchung	61
2.217	Untersuchungen 1968/69	61
2.2171	Biologisch-ökologische Untersuchungen	61
2.2172	Chemisch-physikalische Untersuchungen	66
2.218	Zusammenfassung (Ergebnisse)	67
2.22	Der Rhein	74
2.23	Die Altrheine	74
2.24	Die Baggerseen	74
3.	Die Veränderungen der Grundwasserverhältnisse	74
4.	Verschmutzung der Gewässer	77

IV.	Vegetation und Fauna und deren Veränderungen	78
1.	Der Wald im Raum von Karlsruhe	78
1.1	Geschichtliche Entwicklung	78
2.	Die Staatswaldungen im Stadtkreis Karlsruhe	78
2.1	Der Hardtwald im Norden der Stadt	78
2.2	Der Auewald	80
2.3	Der Parkwald	81
2.4	Der Hochwald	82
3.	Der Karlsruher Stadtwald	83
3.1	Allgemeines	83
3.2	Die Auewälder	84
3.3	Der Hardtwald	85
3.4	Der Bergwald	86
4.	Die flächenmäßigen Veränderungen des Waldes im Karlsruher Raum	87
5.	Die Bedeutung des Waldes	88
6.	Die Beeinträchtigungen des unteren Hardtwaldes	90
7.	Zusammenfassung der Ergebnisse über die Waldverhältnisse im Karlsruher Raum	90
7.1	Flächenveränderungen	90
7.2	Wandel in der Holzartenzusammensetzung und Tendenzen	91
7.21	Staatswaldungen	91
7.211	Unterer Hardtwald	91
7.212	Auewald	91
7.213	Parkwald	91
7.214	Hochwald	91
7.22	Stadtwald	91
7.221	Auewälder	91
7.222	Oberer Hardtwald	92
7.223	Bergwald	92
7.3	Ursachen der festgestellten Veränderungen	92
7.31	Standortsänderungen	92
7.32	Ökonomische Gründe	92
8.	Vorschläge (Empfehlungen) für den Wald im Raum Karlsruhe	93
8.1	Staatswaldungen	94
8.2	Der Karlsruher Stadtwald	94
9.	Die Entwicklung der Grünanlagen	95
10.	Die Tierwelt	99
10.1	Groß-Säuger	99
10.2	Klein-Säuger	99

V.	Zur Ökologie der Rheinlandschaft	101
1.	Landschaftswandel durch Rheinkorrektion	101
1.1	Vorgeschichte	101
1.2	Ergebnisse	102
1.3	Wandel der landwirtschaftlichen Nutzung	102
2.	Ökologie	103
2.1	Allgemeines	103
2.2	Plankton des Rheins und der Altwasser	103
2.21	Rhein	103
2.22	Altwasser	106
2.3	Vögel des Rheins und der Altwasser	107
2.4	Fische des Rheins und der Altwasser	117
2.5	Säugetiere	120
2.6	Vegetation	120
VI.	Biologisch-ökologischer Landschaftswandel	121
1.	Zur Frage der biologisch-ökologischen Bereicherung und Verarmung	121
2.	Verschwundene und neu entstandene Ökotope (Beispiele)	123
2.1	Verschwundene Ökotope	123
2.2	Neu entstandene Ökotope	124
2.21	Der Knielinger See	124
2.22	Der Jägerhaussee	125
2.3	Ökologische Auswirkungen verschiedener Industriezweige	126
VII.	Wandlungen im Landschaftsbild	127
VIII.	Die Eingriffe in das Landschaftspotential	128
1.	Allgemeines	128
1.1	Ökotope Wald	128
1.11	Waldentwicklung und Baugebiete	129
1.12	Waldentwicklung und Stadtklima	129
1.13	Waldentwicklung und Erholungs- und Freizeitwert	131
1.2	Folgen der Eingriffe	131
1.3	Zu erwartende weitere Veränderungen der Landschaftsstruktur	134
Schluß		135

Literatur	136
Anhang 1	146
Anhang 2	154
Anhang 3	156
Abbildungen	157

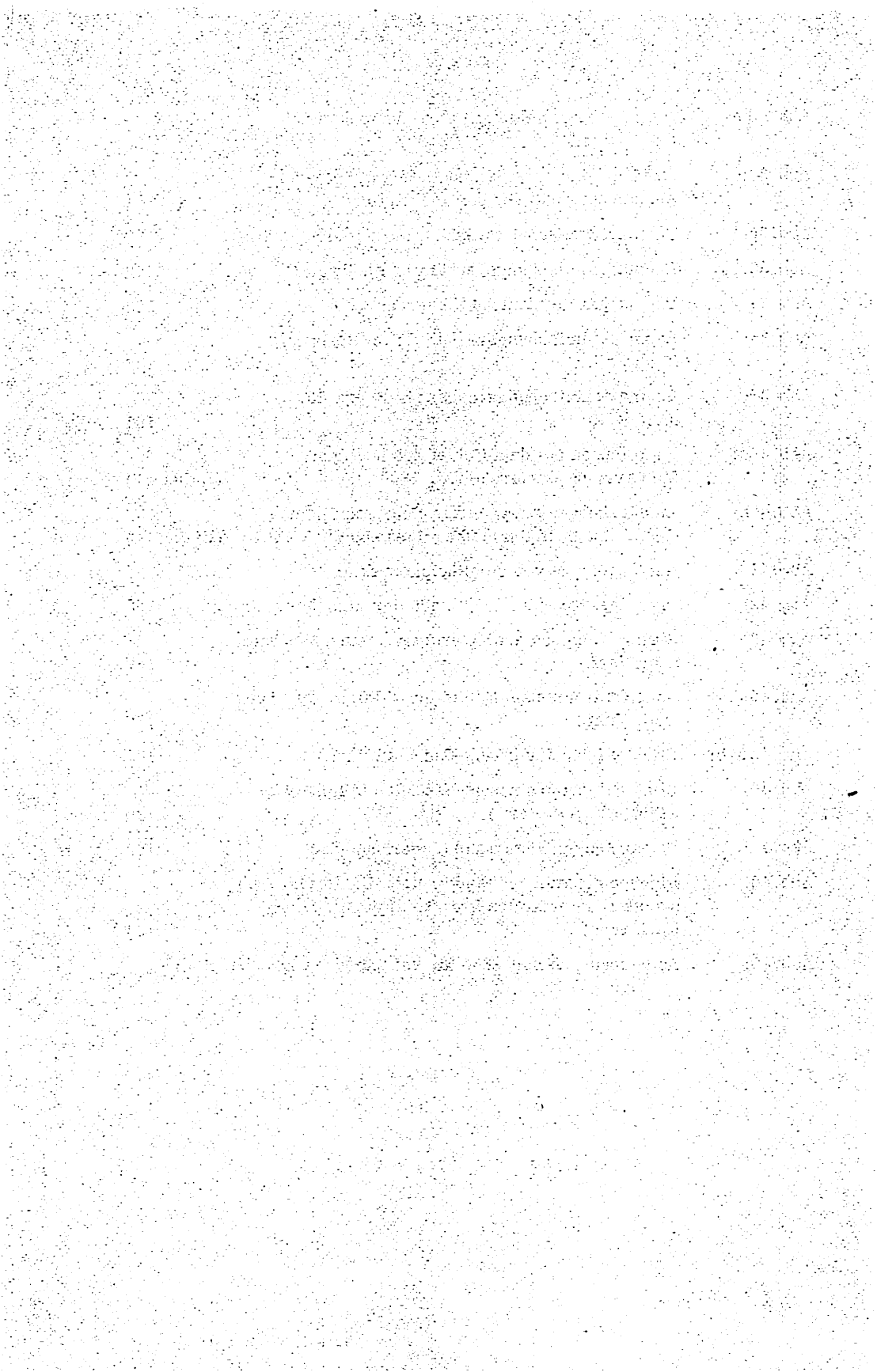


Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1:	Stadtplan von Karlsruhe mit den wichtigsten fließenden und stehenden Oberflächengewässern (Beilage 1)	
Abb. 2:	Klimadiagramm n. d. Methode von Walter, H. u. H. Lieth aufgestellt v. Verf. (verändert u. erweitert)	157
Abb. 3:	Topographische Karte von der Großherzogl. Haupt- und Residenzstadt Karlsruhe mit ihren Umgebungen	158
Abb. 4:	Stadtplan von Karlsruhe aus dem Jahre 1843 (Vom Badischen Generallandesarchiv zur Verfügung gestellt, Sign. H/Karlsruhe Nr. 19)	159
Abb. 5:	Gemarkungsentwicklung und Eingemeindungen	160
Abb. 6:	Standorte der Industriebetriebe im Stadtkreis Karlsruhe (Quelle: Isenburg, G. 1962, Schaubild 3)	161
Abb. 7:	Temperaturen an heißen Julitagen (Erläuterung im Text)	161
Abb. 8a/b	und	
Abb. 9a/b:	Gagfah-Siedlung (Baumgartensiedlung) in Rüppurr zwischen Battstrasse und Autobahn, Blick nach Süden. Im Mittelgrund geschlossene Reihen-Wohnbungalows, im Hintergrund Schwarzwaldhöhen (Auf. Verf.)	162
Abb. 10:	Jahresmittel der Staubniederschläge v. 2. 5. 1961- 29. 5. 1962 (nach Gutachten Diem, 10. 10. 1962)	163
Abb. 11:	Verteilung der Staub-, SO ₂ - u. Lärmpegel-Meßstellen, der Gießereien, Raffinerien, Chem. Fabriken im Stadtkreis Karlsruhe (nach Angaben des Landesinstituts f. Arbeitsschutz u. Arbeitsmedizin Karlsruhe)	(Beilage 2)
Abb. 12:	Belastung der Landschaft durch Kraftfahrzeuge, Erläuterung im Text.	164
Abb. 13:	Veränderung des nach Karlsruhe einströmenden Kfz-Verkehrs (Quelle: Material des Statist. Amtes der Stadt Karlsruhe)	164
Abb. 14:	Wald-, Grün- u. bebaute Flächen im Stadtkreis Karlsruhe (Quelle: Karlsruher Gartenbuch 1967)	165
Abb. 15:	Untersuchungsstellen an der Alb am 19. 5. 1958 u. 1968/69	166

Abb. 16:	Vorkommen von Gammarus und Asellus u. Einteilung der Alb in Wassergüteklassen.	167
Abb. 17:	O ₂ -Bestimmungen vom 27. 5. 1968	168
Abb. 18:	O ₂ -Bestimmungen vom 26. 6. 1968 (Erläuterung der Schraffur s. Abb. 17)	168
Abb. 19:	O ₂ -Bestimmungen vom 17. 7. 1968	169
Abb. 20:	O ₂ -Bestimmungen vom 4. 12. 1968	169
Abb. 21:	Chlorid-Werte vom 26. 6. 1968 u. 4. 12. 1968	170
Abb. 22:	Wasserwerkbrunnen, Grundwasserstände unter Bodenoberfläche	170
Abb. 23:	Grundwasserstände unter Bodenoberfläche (Mittel aus je 5 Jahren) nach Zahlenmaterial der Landes- stelle für Gewässerkunde Karlsruhe)	171
Abb. 24:	Wasserwerk "Hardtwald" an der Grabener Allee (Quelle: Altherr, E. u. R. Zundel, 1966)	172
Abb. 25:	Grenze der für den Grundwasseranschluss der Kiefer kritischen 4,5 m Linie 1957/61	173
Abb. 26:	Grenze der für den Grundwasseranschluss der Kiefer kritischen 4,5 m Linie 1964 Für Abb. 25 u. 26: Alle senkrecht schraffierten Flächen haben Flurabstände über 4,5 m (Quelle: Altherr, E. u. R. Zundel, 1966)	173
Abb. 27:	Lage der Grundwassermeßstellen im Hardtwald	174
Abb. 28:	Jährliche Niederschlagssummen in Karlsruhe 1946-1963	175
Abb. 29:	Grundwasserstände im Rheintalquerschnitt Ettlingenweier-Neuburgweier durch Karlsruher Wasserwerk im Mörscher Wald (Quelle: Landesamt f. Gewässerkunde, Karlsruhe)	176
Abb. 30:	Baumartenmischungsverhältnis im Forstbezirk (Fbz) Karlsruhe-Hardt. Abkürzungen bei Tab. 24; sLh=sonstige Laubhölzer, Bl = Blöße	177
Abb. 31a:	Baumarten im Kastenwört	178
Abb. 31b:	Baumartenmischungsverhältnis im Kastenwört	178
Abb. 32:	Baumartenmischungsverhältnis im Hochwald	179
Abb. 33a:	Distrikt Unterwald vor der Ausstockung für die Raffinerien	180

Abb. 33b:	Distrikt Unterwald nach der Ausstockung für die Raffinerien	180
Abb. 34:	Luftbildaufnahme Distrikt Unterwald vor der Ausstockung und vor der Albkanalisation	181
Abb. 35:	Baumartenmischungsverhältnis Auewald-Stadtwald	182
Abb. 36:	Baumartenmischungsverhältnis Stadtwald (Rissnert)	182
Abb. 37:	Baumarten im Stadtwald insgesamt	183
Abb. 38:	Baumartenmischungsverhältnis im Hardtwald (Stadtwald)	183
Abb. 39:	Baumartenmischungsverhältnis Bergwald (Stadtwald)	184
Abb. 40a:	Waldflächen auf dem Gebiet des heutigen Stadtkreises Karlsruhe i. J. 1850	(Beilage 3)
Abb. 40b:	Ausstockungen bzw. Aufforstungen auf dem Gebiet des heutigen Stadtkreises von 1850-1961	(Beilage 3)
Abb. 41:	Nutzungsarten vor der Rheinkorrektur	185
Abb. 42:	Nutzungsarten (um 1850) nach der Rheinkorrektur	186
Abb. 43:	Kiefernwäldchen a. d. Werner v. Siemens-Schule (Auf. Verf.)	187
Abb. 44:	Ausschnitt aus dem Gebiet des "Knielinger" Sees (Auf. Verf.)	187
Abb. 45 a/b:	Blick auf den Jägerhaus-See (Auf. Verf.)	187
Abb. 46:	Blick auf den Jägerhaus-See mit Einflußstelle Klärwerk (Auf. Verf.)	189
Abb. 47:	Baggersee am Jägerhaus (Jägerhaus-See)	189
Abb. 48:	Flächenstruktur des Stadtkreises Karlsruhe 1963 (Quelle: Material des Statist. Amtes d. Stadt Karlsruhe)	190
Abb. 49:	Ausstockungen seit 1850 für verschiedene Zwecke (Beilage 4)	



Einleitung

Karlsruhe, 1715 gegründet, hat einen deutlichen Wandel von der ursprünglichen Fürstenresidenz zur Industriestadt, von der Hauptstadt des ehemaligen Landes Baden zur „Stadt der vielen Möglichkeiten“ nach der Bildung des Südweststaates (1952) durchgemacht. Die dadurch bedingten Veränderungen wurden vom Standpunkt der Landschaftspflege und der Landschaftsökologie betrachtet.

Der „Stadtkreis“ Karlsruhe stellt in ökologischer Hinsicht keine in sich geschlossene Einheit dar. Die Untersuchungen mußten daher die Grenzen des Stadtkreises besonders wegen zahlreicher Grenzbereiche zwischen verschiedenen Landschaftsbestandteilen an verschiedenen Stellen überschreiten.

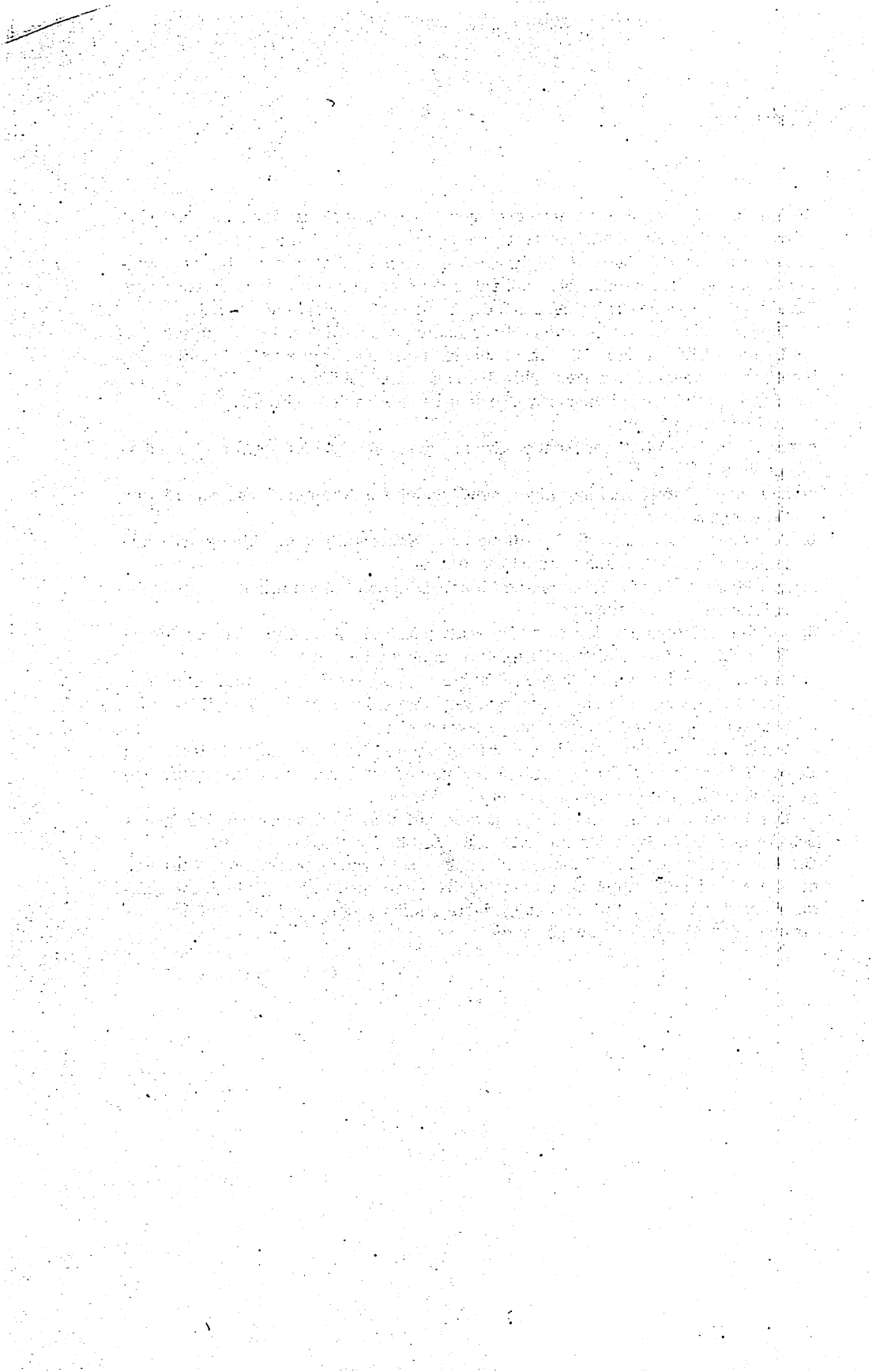
Ziel der Arbeit war:

durch ökologische Untersuchungen Grundlagen für Entscheidungen der Landschaftspflege zu schaffen, d. h.

- a) das wechselvolle Kausalgefüge, den Wandel der Rheinlandschaft und ihrer Ökologie zu erfassen,
- b) Grundlagen zu liefern für Erhaltung bzw. Neugestaltung der biologisch-ökologischen Vielfalt dieses Landschaftsraumes,
- c) zu klären, welchen Belastungen dieser Landschaftsraum heute gegenüber früher ausgesetzt ist und
- d) welche Belastungen der Naturhaushalt unter Berücksichtigung von Tragfähigkeit und Entwicklungsfähigkeit noch aushalten kann,
- e) die Grenzen für eine weitere Aufarbeitung wertvoller und unersetzbarer Landschaftselemente aufzuzeigen, um damit ökologische Grundlagen für Landschaftsplan und Raumordnung zu erarbeiten.

Verf. war sich darüber klar, daß Kausalitäten im landschaftsökologischen Bereich schwer zu erfassen und nachzuweisen sind und daß vorerst nur begrenzt aussagefähige Ergebnisse zu erwarten waren.

Die Untersuchungen beschränken sich auf die Veränderungen des Landschaftsraumes bis Ende der Jahre 1962/63, in Einzelfällen bis Ende 1964. Die Umgestaltungen zur Bundesgartenschau 1967 wurden wegen des Umfangs der Untersuchungen nicht einbezogen. Für einige spezifische ökologische Faktoren wurden 1967/68 Untersuchungen durchgeführt, die Ergebnisse in den entsprechenden Abschnitten ausgewertet.



1. Überblick über die Landesnatur

1. Fixierung des geographischen Raumes

Karlsruhe liegt zwischen Wald und Wasser, im Osten vom Kraichgauer Hügelland, im Süden von den Ausläufern des Schwarzwaldes, im Westen vom Rhein und im Norden von den ausgedehnten Wäldern der Hardt begrenzt in der Oberrheinischen Tiefebene, rechts des Rheins auf 49^on. Br. und 8^o 25'251 östlicher Länge von Greenwich, 115 m ü. NN, bezogen auf den Marktplatz. Die größte Ausdehnung des heutigen Stadtkreises beträgt von Ost nach West 16 km, von Nord nach Süd 13 km und umfaßt eine Fläche von 12 282 ha, erwachsen aus einer Urfläche von rd. 158 ha (1715). Die höchsten Erhebungen sind der Turmberg im Osten der Stadt mit 277 m ü. NN und der Lauterberg mit 150 m ü. NN.

Während das einstige „Carlsruhe“ weitab jeglicher bedeutsamen Handels- und Reisewege lag, besitzt die Stadt heute durch ihre verkehrsgeographisch äußerst günstige Lage Anschluß an die internationalen Wasserstraßen (Rheinhafen) und an das Straßennetz der Autobahnen Hamburg-Frankfurt-Basel sowie Karlsruhe-München-Salzburg (Abb. 1). Darüber hinaus führen einige bedeutsame Bundesstraßen (Nr. 3: Basel-Frankfurt, Nr. 10: Ulm-Stuttgart-Saarbrücken, Nr. 36: Basel-Mannheim) durch Karlsruhe. Schließlich ist ihre Lage im Schnittpunkt der europäischen Haupt-Eisenbahnlinien Paris-Wien-(Orient) und Skandinavien-(Holland) Schweiz-(Italien) zu erwähnen.

2. Klimatische Verhältnisse

Der Stadtkreis Karlsruhe mit seiner ihm umgebenden Landschaft liegt im Übergangsbereich zwischen ozeanischem und stärker kontinental getöntem Klima und ist dem oberrheinischen Klimakreis zuzuordnen (Wegner, 1923). Er ist gekennzeichnet durch warme Sommer und milde Winter. Die somit günstigen Temperaturverhältnisse resultieren aus der südlichen Lage bei geringer Höhe über NN. Phänologisch ist der oberrheinische Klimaraum durch eine mit 192 Tagen verhältnismäßig lange Vegetationsperiode sowie durch frühen Frühlingsbeginn ausgezeichnet (Schrepfer, 1923). In Abb. 2 sind für einige Klimadaten 18-jährige Mittel zusammengefaßt. Sie wurden nach Werten der Wetterwarte Karlsruhe, die ab 1946 am Ostrand des im Westen des Stadtkreises liegenden Flugplatzes untergebracht ist, errechnet. Mittelwerte unter Einbeziehung der vor 1946 gemessenen Daten zu bestimmen, ist nicht ratsam, weil die Wetterstation im Laufe der vorangegangenen 5 Jahrzehnte vom Osten des Stadtkreises über Standorte in Universität (TH) und Stadtmitte bis in den Westen (s. o.) verlegt wurde. Nicht einbezogen wurden bewußt die vom langjährigen Mittel stark abweichenden Werte der letzten Jahre.

Mittlere Schneedecke: 15 cm, mittlere Zahl der Tage mit Schneedecke 21,2, verteilt auf die Zeit von Ende Oktober bis Anfang April.

Maxima der Bewölkung im Januar, Minima im August bei einem Jahresmittel von 6,5 (11-teilige Bewölkungsskala). Einem Jahresdurchschnitt von 44,3 heiteren Tagen mit dem Maximum von 5,7 Tagen im März stehen 140 trübe Tage gegenüber mit einem Maximum im Januar (19,0), einem Minimum im August (6,7).

Tagesmittel der Sonnenscheindauer: 5,1 Stunden.

Die mit 49,8 hohe Zahl der Nebeltage hängt mit der Trogwirkung und einer häufig tief liegenden Inversion zusammen.

Häufigste Windrichtungen: SSW und SW sowie NE. Winde aus NW und SSE treten sehr selten auf. Meiste Windstillen im Oktober (Vorherrschen von Inversionswetterlagen). In den Herbst- und Wintermonaten herrschen SW-Winde, im Frühjahr und Sommer solche aus NE vor, wobei der Mai mit seiner Häufigkeit von N und NE-Winden zu erwähnen ist.

Untersuchungen zum Mikroklima liegen weder für den Stadtkreis Karlsruhe noch seine nähere Umgebung vor. Auf einige Probleme wird bei Behandlung des Stadtklimas (Abschn. III, 1) eingegangen.

3. Geologische Verhältnisse und Bodenarten

Die „durch den quartären Schotter Spiegel“ vorgetäuschte „Grabenscholle“ hat sich aufgrund der zahlreichen Bohrungen (Erschließung von Heilquellen, Gewinnung von Erdöl und Kaisalzen) als „ein kaum mehr überschaubares saxoni-sches Bruchfeld“ (Illies, 1962) erwiesen (s. a. Hirsch, 1951; Schad, 1953). Auf der Querachse von Karlsruhe (Durlach-Bergzabern) hat sich der epirogene Umbau des Südgrabens zum Nordgraben vollzogen.

Das Oberrheingebiet ist geologisch aus 3 Stockwerken aufgebaut. Über dem variszischen Grundgebirge als paläozoischem Sockel, dessen Oberfläche nach Cloos (1937) und Reich (1952) bei Karlsruhe bis 4000 m tief versenkt ist, wurde im Mesozoikum ein Deckgebirge abgelagert, das an einigen Stellen eine Mächtigkeit von fast 1500 m erreichte. Diese beiden Stockwerke sind im Graben noch von tertiären und quartären Sedimenten überlagert, die eine Mächtigkeit von 3500 m erreichen können (s. a. Abschn. I, 7).

Der Osten des Stadtkreises gehört geologisch zum Hügelland von Bergwald und i. w. S. des Kraichgau, an dem Buntsandstein und Muschelkalk teilhaben. Die das ganze Gebiet überdeckende Lössschicht schwankt in ihrer Dicke weitgehend. Nach Illies (a. a. O.) läßt sich der Ostrand des Grabens (Bergwald-Kraichgau) von S nach N in 3 Abschnitte gliedern und zwar in:

1. den Bergwald nördlich und südlich Wolfartsweyer
2. das Turmberggebiet ostwärts von Durlach
3. den im Norden des Pfintzaleinschnittes liegenden Kraichgaurand.

Für uns sind nur die beiden ersten Abschnitte von Interesse. Der Bergwald-rücken ist aufgebaut aus mittlerem und oberem Buntsandstein, an einigen Stellen von kleineren Flächen von Wellenkalk und Wellendolomit überlagert. Das

geologische Bild des Turmberges wird durch Hinzutreten von mittlerem und oberem Muschelkalk bunter gestaltet.

Das gesamte übrige Gebiet des Stadtkreises breitet sich auf den jungtertiären (Pliozän) und quartären (Pleistozän) Sedimenten des Grabens, in der Rhein- sowie der Kinzig-Murg-Niederung auf dem Holozän aus.

Die Verschiedenartigkeit der geologischen Verhältnisse hat eine mehr oder weniger wechselhafte Zusammensetzung der Böden zur Folge. Das Bild ist daher sehr uneinheitlich. Die Fülle der Bodenarten und ihr Wechsel schon auf kleinstem Raum sind nicht nur durch die Mannigfaltigkeit der geologischen, sondern auch der hydrologischen Verhältnisse bedingt.

Die Flächen der Vorbergzone sind meist mit Lößlehmböden bedeckt, eine Dicke von z. T. mehr als 5 m erreichend, seit ca. 200 Jahren landwirtschaftlich intensiv genutzt. Sie sind bei Durlach an den S-, W- und N-Hängen des Turmberges verbreitet. Der dem oberen Buntsandstein stellenweise aufgelagerte Wellenkalk und Wellendolomit ergibt bei der Verwitterung einen kiesig-mergeligen, fruchtbaren, wegen seiner starken Durchlässigkeit aber trockenen Boden, der dem Obst- und Rebanbau dient.

Der obere Buntsandstein kommt als Kulturboden in dem in der Vorbergzone liegenden Teil des Stadtkreises wenig in Betracht. Er liefert lehmig-sandigen, oft steinigen, kalkarmen Boden und ist erst durch die Beimengungen von abgeschwemmtem Löß meist kalkhaltig und fruchtbar, oder — wie bei Augustenberg — in der Mischung mit älterem Lößlehm tonig und wasserstauend geworden.

In der Kinzig-Murg-Niederung sind vorwiegend Lehm- und Schlickböden vorhanden. Unter dem Lehm wird kalkhaltiger gelber Pfinzlehm gefunden. An zahlreichen Stellen ragen im NW Kies und Sand der Niederterrasse inselartig auf und tragen — im Osten mehr sandig-lehmig — noch eine schwache Decke aus Schwemmlöß. Dies sind jene Flächen, die Ackerbau und Waldkultur ermöglichen.

Auf der Niederterrasse befinden sich vorwiegend durchlässige Sand- und Kiesböden, hervorgegangen aus den vom Rhein angeschwemmten Sanden und Kiesen und den den Rheinsanden entsprechenden Flugsanden. Im Osten finden sich Sanddünen und Dünenzüge in Höhen von 116 bis 120 m NN. Im Westen ist der durchlässige Kies und Sand bedeckt von flach aufgewehtem, z. T. kalkhaltigem Feinsand.

Die Böden des Rheinkieses sind die unfruchtbarsten des ganzen Gebietes. Sie enthalten reichlich Sand, aber wenig lehmige Feinerde und trocknen deshalb rasch aus. Eine Kapillarwirkung dieser Böden ist wegen sehr tiefen Grundwasserstandes fast nicht vorhanden. Durch oberflächliche Entkalkung meist bis unter 1 m sind sie kalkarm und durchweg flachgründig. Die Rheinsand- und Flugsandböden trocknen trotz des größeren Gehaltes an lehmiger Feinerde rasch aus, besonders, wenn die Sanddecke über Kies nur schwach ist oder Flugsande in Dünen hügelig aufragen. Bei nicht zu tiefem Grundwasser gedeihen Laubhölzer gut, auf den Dünenhügeln stockt nur die Forle.

In der Rheinniederung hat sich eine wechselnde, z. T. mächtige Decke von Auelehm oder Schlick in den ehemaligen Überschwemmungsgebieten des Rheinstromes gebildet, die in früheren Mulden mehrere Meter mächtig sein kann und über Sand und Kies lagert. Die Schlickanschwemmungen waren ursprünglich

kalkhaltig. In einzelnen hoch aufragenden älteren Teilen und in den humusreichen Gebieten erfolgte ausgedehnte Entkalkung. Stark austrocknende Kies- und Sandböden sind in der Rheinniederung an ihrer Bestockung mit Kiefern inmitten des Laubholzbuschwerks zu erkennen, z. B. in Rappenwört und im Langen Grund bei Maxau. In Buchten vor dem Hochgestade findet sich Moorerde und Bruchtorf. Auch frühzeitig abgeschlossene Altrheine weisen Torflager auf.

4. Hydrologische Verhältnisse

Abbildung 1 zeigt die im Stadtkreis vorhandenen fließenden und stehenden Oberflächengewässer.

Rhein

Die am Ende der jüngeren Diluvialzeit eingetretene Änderung der hydrologischen Verhältnisse führte zu einer Änderung des Stromcharakters des Rheins. Die geringer gewordene Wassermenge konnte sich nicht mehr über die gesamte Rheinebene ausbreiten und sammelte sich in einem engen geschlossenen Bett, welches sich in Sanden und Kiesen eintiefte. Der Stromverlauf mäandrierte stärker und nagte das Hochgestade buchtenförmig aus, verlängerte sich und die früheren Stromstrecken verlandeten oder vertorfte. Der Rhein hat in prähistorischer Zeit eine weit stärkere Mäanderbildung aufgewiesen als vor der Tulla'schen Rheinkorrektur. Der Rückzug des Rheins vom Hochgestade soll nach Honsell (1885) mit der Ausdehnung des Charakters des Stromes als Wildstrom vom oberen Teil der Oberrheinebene nach unten zusammenhängen. Dadurch seien Geschiebeführung und -größen i. S. einer Vermehrung bzw. Vergrößerung verändert worden. Eine Erhöhung der Rheinniederung in den letzten Jahrhunderten hat tatsächlich stattgefunden, die als Ursache der gefährlicher gewordenen Hochwasser des Rheins angesehen werden muß (Thürach, 1929). Die durch die häufige Verlagerung des Stromlaufes veranlaßten Verlandungen, die durch die Überschwemmungen hervorgerufenen Verwüstungen und die damit einhergehende Behinderung der Schifffahrt führten schließlich zur Tulla'schen Rheinkorrektur von Rappenwört bis Leopoldshafen (1817), die in späteren Jahren (1826) nordwärts bis Speyer ausgedehnt wurde. Folge dieser Korrektur war die Senkung des Rheinwasserstandes und eine bis an das Hochgestade spürbare Absenkung des Grundwasserspiegels in der Rheinebene (Schwarzmann, 1964). Die Hochwasser kamen und gingen rascher, verloren ihren gefährlichen Charakter aber nur wenig. Erst Verstärkung und Erhöhung sowie teilweises Zurücksetzen der Hauptdämme brachte Erfolge.

Kinzig-Murg-Strom

Er war weniger wasserreich als der Rhein. Das Gefälle der Niederterrasse reichte zur Abführung des Wassers aus. Eine Eintiefung des Tales in die Niederterrasse erfolgte nur mit 1 bis 3 m Höhe. Da der Flußlauf nur im unteren Teil mäandrierte, wurde die Niederterrasse nicht buchtenförmig ausgenagt.

Die Flusniederung blieb mit 500 bis 1000 m gegenüber 5 bis 9 km bei der Rheinniederung recht schmal. Südlich von Karlsruhe (Rastatt-Malsch-Ettingen) war das Tal der Kinzig-Murg geschlossen, verästelte sich nach Norden sehr stark, sodaß die Niederterrasse in diesem Bereich stark zerstückelt wurde. Zahlreiche ihrer Inseln ragen infolgedessen aus der Niederung auf.

Schon in prähistorischer Zeit erfolgte der Durchbruch des Kinzig-Murg-Flusses im Nordosten von Rastatt. Dadurch traten in dem weiter abwärts gelegenen Flußtal erhebliche Veränderungen auf. Bedingt durch die plötzliche starke Abnahme der Wassermenge wurden Schlamm und Sand, von den kleinen Flüssen und Bächen aus dem Bergland mitgebracht, nicht mehr fortgeschwemmt, blieben liegen und häuften sich zu ausgedehnten Schuttkegeln auf, wie z. B. dem Schuttkegel der Alb bei Ettingen. Wasserstauungen im alten Flußtal führten zu oft 2 bis 4 m mächtigen Vertorfungen, während die Talböden vermoorten und sich mit z. T. über 1 m mächtigen Torflagern bedeckten. Da die angestauten Wassermengen nach neuen Abflüßwegen suchten, entstanden die mit wenig eingetieften Talböden nördlich gerichteten Bachläufe: der Lauf der Pfinz, der des Saalbaches bei Philippsburg, in denen das Wasser auf kürzestem Wege der Rheinniederung zufließt. Mit dem Bau des Pfinzentlastungskanals (1936) trat auch im Ostern des heutigen Stadtkreises eine Verbesserung der hydrologischen Verhältnisse ein.

Die Alb

Unter dem Einfluß des jüngsten Kegels der Alb sind die nach Westen gerichteten Talausbiegungen bei Ettingen, Scheibenhardt und Bulach entstanden und in späterer Zeit von der Alb durchflossen worden. Von Beiertheim an ging dieser Flußlauf durch heutiges Karlsruher Stadtgebiet, durch die Mulde der Beiertheimer Allee in Richtung des ehemaligen Hauptbahnhofes, von dort zum Durlacher Tor und dann südlich der Niederterrasse an der Rintheimer Straße nach der Ochsenweide bei Rintheim. Die zwischen Rüppurr und Durlach vorhandenen Rinnen gehören zum großen Teil einer sehr frühen Zeit an. Um die Mitte des 18. Jahrhunderts waren noch ausgedehnte Sümpfe und Altwasser der Alb vorhanden, die eingeebnet wurden (Göhringer, 1925).

Aus dem gradlinig verlaufendem Albtal zwischen Beiertheim und Daxlanden wird geschlossen, daß die seinerzeit das Gebiet bei Ettingen und Mühlburg besiedelnden Römer von Beiertheim bis zum „Kühlen Krug“ einen Graben von 3 bis 4 m Tiefe gezogen haben, um die angestauten Wassermassen (s. o.) und die Alb auf kürzestem Wege nach der Rheinniederung abzuleiten (Hauer, A., 1936). Eine ebenfalls künstliche Ableitung des zwischen Durlach und Karlsruhe anstauenden Wassers erfolgte später durch den Landgraben, der durch Karlsruhe hindurchgeht und heute mit der Kanalisation in Verbindung steht.

Albhochwasser entstehen bei rascher Schneeschmelze, verbunden mit gleichzeitigen starken Regenfällen. Die dabei im Gebiet der Rüppurrer Wiesen, von Wolfrain und Salmenwiesen vor Beginn der Vegetationsperiode auftretenden Überschwemmungen sind bedeutungslos. Weitere früher im Stadtgebiet oberhalb der Albsiedlung aufgetretene Überschwemmungen oder Rückstau der Alb unterhalb von Knielingen während des alljährlichen Rheinhochwassers im Juni sind mit der Verlegung der Albmündung nach Leopoldshafen, besonders aber

durch die Kanalisierung der Alb im Bereich des ehemaligen Unterwaldes, ostwärts des heutigen Raffineriegeländes nicht mehr zu erwarten.

Bezüglich der stehenden Oberflächengewässer genügt der Hinweis auf Rheinhafen, Ölhafen und die zahlreichen Baggerseen, die einer ständigen Veränderung unterliegen.

Das Grundwasser der Rheinebene weist eine Bewegung vom Gebirgsrand im Osten etwa in nordwestlicher Richtung zum Rhein hin auf. Es besteht bei ungestörtem Verlauf des Grundwasserspiegels ein deutliches Gefälle von Südosten (Osten) nach Nordwesten, anfangs gering, nahe des Hochgestades rasch zunehmend.

Gespeist wird das Grundwasser von den nicht unbedeutenden Zuflüssen des Randgebirges und von den sehr rasch versickernden Niederschlägen der Rheinebene. Diesem breiten und tiefen, unter den jungen Ablagerungen der Würmeiszeit fließenden Grundwasserstrom wird die Hauptmenge des für die Stadt Karlsruhe erforderlichen Wassers entnommen. Am Rande des Hochgestades ist der Grundwasserspiegel 9 bis 11 m unter Bodenoberfläche abgesunken.

5. Vegetation

Der Oberrheintalgraben ist in pflanzengeographischer Hinsicht als Übergangszone zwischen atlantischer und mitteleuropäischer Ausbildungsform des Eichen-Hainbuchen-Mischwaldes mit langen, warmen Sommern und milden Wintern zu betrachten. Nach Oberdorfer (1937, 1957) würde sich ohne jede menschliche Kulturarbeit für die unteren Höhenlagen der Rheinebene das „Carpinion“ (Eichen-Hainbuchen-Rotbuchen-Mischwald) als „Klimax“ entwickeln.

Pflanzensoziologisch betrachtet umfaßt das Gebiet des Stadtkreises vom Rhein bis zum Gebirgsrand die nachfolgend aufgeführten Pflanzengesellschaften.¹

Wasser- und Sumpfgesellschaften: Wasserkressengesellschaft (Oenanthro-Rorippetum), nährstoffreiche Gewässer mit mehr oder weniger stark schwankendem Wasserstand bevorzugend, sommers z. T. austrocknend, sowohl auf besonnten wie baumbeschatteten Wasserflächen vorkommend.

Steifseggensumpf (*Caricetum elatae*), an den Ufern der Altrheinarme der Rheinniederung, mäßig sauren Torfschlamm bevorzugend, an flachen Ufern bis 0,5 m Wassertiefe ins Röhricht hinein vordringend. Durch diese Verlandungsgesellschaft wird der eingeleitete Verlandungsprozeß vollendet. Sie bildet unmittelbar den Übergang zum Auenwald.

¹ Die wichtigsten dominierenden Pflanzengesellschaften werden nur aufgezählt. Auf die tabellarische Zusammenstellung von Charakter- und Verbandscharakterarten und Begleitern wird verzichtet (s. Oberdorfer, 1957).

Bei den Waldgesellschaften kann eine Fülle verschiedener Facies festgestellt werden, wobei je nach Verlandung und bzw. oder der Größe der durch den Menschen geschaffenen Kultureinflüsse sich verschiedene standörtliche Ausbildungsformen zeigen.

Innerhalb der Waldgesellschaften der Rheinniederung bildet die Weiden-Pappelaue (Salici-Populetum) die auf meist kalkhaltigen, nassen, fast regelmäßig überfluteten Schwemmböden die die Flußufer säumende und die Überschwemmungsrinnen ausfüllende Auengesellschaft. Diese Assoziation enthält noch zahlreiche Großseggen- und Röhrichtarten, eine höher angelandete Subassoziation stellt den Übergang dar zur Ulmen-Hartholzaue. Sie umfaßt die forstwirtschaftlich wertvollen Pappelstandorte. Die eben angeführten Assoziationen wechseln miteinander in der Rheinniederung häufig ab. Korrektur des Rheins und Eindeichung haben die initialen Weidenbuschgesellschaften völlig verdrängt.

Eschen-Ulmen-Auenwald (Fraxino-Ulmetum), auf den hohen Schwemmböden stufen in den tief gelegenen Auen des Rheins. Die aus nährstoff- und kalkreichen Sanden und Tonen gebildeten Böden, nur noch zeitweise überschwemmt, sich hin zum braunen Aueboden entwickelnd, bilden in Anlehnung an ihre primäre Bodenstruktur folgende Standortformen aus:

1. Das Fraxino-Ulmetum caricetosum albae auf kiesführenden, wechselnd feuchten oder trockenen Böden.
2. Das Fraxino-Ulmetum typicum als Anzeiger für Wechsellöcherflüsse.
3. Das Fraxino-Ulmetum allietosum auf gut durchfeuchteten und nährstoffreichen Böden, damit als leistungsfähigste Standorte für Ahorn- und Eschenanbau geeignet.
4. Das Fraxino-Ulmetum alnetosum in den Außenbezirken der Aue gegen das Hochgestade, bei Humusbildung an das Pruno-Fraxinetum anklingend.

Der Kiefern-Auen-Trockenwald (Salici-Pinetum), auf den nicht mehr überfluteten Schotterbänken des Rheins stockend, bildet kurzwüchsige Kiefernbestände, die nur bei guten Grundwasserständen in einem gut abzugrenzendem Salici-Pinetum molinietosum ein besseres Aussehen annehmen.

Unter den Waldgesellschaften des Hochgestades ist der Hainbuchen-Eichen-Birkenwald (Violo-Quercetum) als charakteristisch für die grundwasserfernen, basenarmen Quarzsandböden des Hochgestades zu nennen, subatlantisches Gepräge zeigend. Er ist bei mäßiger Wuchsform- und -leistung der Waldbäume die verbreitetste Waldgesellschaft dieses Landschaftsraumes. Der größte Teil der Standorte ist in Karlsruhe und Umgebung mit Kiefern (Forle, Pinus silvestris L.) bestockt, die forstwirtschaftlich Gutes leisten. Laubholz fehlt in diesen Beständen fast völlig.

Sand-Stieleichen-Hainbuchenwald (Stellario-Carpenetum): zahlreiche Ausbildungsformen auf kalkfreien, lehmigen Sandböden je nach den vom mäßig Trockenen bis zum Feuchten reichenden Standorten. Die in den letzten Jahrzehnten eingebrachte amerikanische Roteiche (Quercus rubra L.) hat sich gut eingeführt. Nördlich von Karlsruhe nimmt der trockene Sand-Eichen-Hainbuchenwald mit viel Straußgras große Teile ein, in denen seit vielen Jahrzehnten auch die bei standortgemäßem Unterbau (Winterlinde, Tilia cordata Mill.; Hainbuche u. a.) Gutes leistende Forle stockt.

Für das landschaftliche Bild des Stadtkreises sind auch die Waldgesellschaften der Kinzig-Murg-Niederung bedeutsam, unter denen der auenwaldartige Eichen-Hainbuchenwald (*Stellario-Carpinetum*) auf feuchten Braunerden mit guter Wasserführung stockt. Vermehrung der Nährstoffvorräte und gute Bodendurchlüftung führen zur Ausbildung eines geophytenreichen Eichen-Hainbuchenwaldes (*Stellario-Carpinetum allietosum*). Berg- und Spitzahorn (*Acer pseudo-platanus* L. und *A. platanoides* L.), die nicht zu den natürlichen Assoziationsbestandteilen gehören, fügen sich gut ein. Seegrasreiche Eichen-Hainbuchenwälder (*Stellario-Carpinetum caricetosum brizoides*) auf tonigen, zur Verdichtung neigenden Böden können, wenn der die Verjüngung hemmenden Vergrasung Einhalt geboten wird, brauchbare Leistungen bringen. Ist hoch anstehendes Grundwasser, langsam versickernd, oder an der Oberfläche austretendes Überflutungswasser vorhanden, findet man den planaren Erlen-Eschen-Auenwald, wobei humose, kalkarme, basenreiche Gleyprofile bevorzugt werden. In Abhängigkeit vom Basengehalt des Bodens sind die folgenden standörtlichen Ausbildungsformen der Assoziation zu unterscheiden:

1. *Pruno-Fraxinetum equisetosum silvaticae*, der durch Waldschachtelhalm und Farne ausgezeichnete, sauer-humose Standorte bevorzugende Erlen-Eschenwald.
2. *Pruno-Fraxinetum typicum*, der reine Erlen-Eschenwald.
3. *Pruno-Fraxinetum caricetosum* als winkelseggenreicher Erlen-Eschenwald, gut durchlüftete basenreiche Standorte bevorzugend, überleitend zu den Bacheschenwäldern. Die hier aufgeführte Subassoziation zeigt gute Leistungen der Esche (*Fraxinus excelsior* L.) und hat sich auch für den Anbau von Pappelhybriden ausgezeichnet geeignet.

Der Erlenbruch (*Carici elongatae Alnetum*), subkontinental, nährstoffreich, ist verstreut über das gesamte Gebiet, besonders in torfigen Senken zu finden, jedoch haben Entwässerungsmaßnahmen das Entstehen reiner Formen unterbunden. Der mäßig trockene, reine Eichen-Buchenwald (*Melampyro-Fagetum typicum*), auf sandig-lehmiger Braunerde stockend, ist flächenmäßig nur gering vertreten.

Bezüglich der Wiesengesellschaften finden wir in der Rheinniederung die mitteleuropäische Stromtal-Pfeifengraswiese (*Molinietum medioeuropaeum*) als verbreitetste Wiesengesellschaft der wechselfeuchten, z. T. humosen Kalkböden der Rheinniederung. Sie mußte aber der keineswegs wertvollen, aber massenreichen *Calthion*-Gesellschaft Platz machen.

Der Stromtalhalb trockenrasen (*Mesobrometum alluviale*), auf den kalkhaltigen Kies-, Sand-, oder Sandtonböden der Rheinniederung vorkommend, wird durch Umbruch oder Aufforstung immer stärker zurückgedrängt und kommt nur noch an den Rheindämmen vor.

Die reinen Naßwiesen (*Calthion*) sind nur am Rande des Hochgestades hin zur Kinzig-Murg-Niederung auf nährstoffreichen, N-haltigen Tonböden in sehr geringer Ausbreitung zu finden.

Die 2 bis 3-schürig gemähte mitteleuropäische Fettwiese (*Arrhenatheretum medioeuropaeum*) ist sowohl im Algebiet wie auf den tiefer gelegenen Flächen der ehemaligen Kinzig-Murg-Niederung die hauptsächlichste Wiesengesellschaft, die aus vielerlei Gründen immer weiter im Rückzug ist.

Unter den Ackerunkrautgesellschaften von Hochgestade und Kinzig-Murg-Niederung ist weit verbreitet die Kamillengesellschaft (*Alchemillo-Matricarietum scleranthetosum*) auf den Äckern des Hochgestades, Folgeerscheinung ackerbaulicher Maßnahmen oder auch sehr armer Sandböden, damit den Übergang zum *Filagini-Aperetum* darstellend, als Halmfruchtgesellschaft der bodensauren Sandäcker des Hochgestades, die sich ebenfalls seit mehr als 10 Jahren in ständigem Rückgang befindet. Das *Panico-Setarion* ist als Hackkrautgesellschaft saurer Sandböden zu betrachten. In der Kinzig-Murg-Niederung ist die *Alchemillo-Matricarietum alopecuretosum* als Kennzeichen basenreicher Lehmböden zu finden, als auf den Halmfruchtäckern stockende Gesellschaft im Bereich des Eichen-Hainbuchenwaldes. Die Hackfruchtäcker dieses Gebietes weisen in zunehmendem Maße auf frisch-tonigen, kalkarmen, zur Verdichtung neigenden Böden die Gesellschaft des vielsamigen Gänsefußes (*Panico-Chenopodietum*) auf.

6. Fauna

Es läßt sich keine Abhängigkeit von der zonalen Längsgliederung unseres Landschaftsraumes erkennen. Der Stadtkreis ist Sammelgebiet verschiedener Naturräume; zugleich sind im Stadtkreis und seiner näheren Umgebung zahlreiche, völlig verschiedene Großbiotope vorhanden. Zahlreiche Tiere sind wegen ihrer hohen Spezialisierung und wegen ihrer Einwanderungs- bzw. Anpassungsfähigkeit an mehrere dicht nebeneinanderliegende Biotope in der Lage, im gleichen Biotop zu leben. Drei Gründe lassen es unmöglich erscheinen, die Fauna als spezifisch oder typisch für bestimmte Zonen innerhalb des Stadtkreises, entsprechend seiner naturräumlichen Gliederung, zu bezeichnen:

1. die starke Systematisierung innerhalb des gesamten zoologischen Bereichs,
2. die außerordentlich umfangreiche Verschiedenartigkeit der Tiergruppen,
3. die Beweglichkeit (Ortsveränderung) der meisten tierischen Organismen.

Auch die durch die geologischen Verhältnisse (Süd-Nordgraben) bedingten Unterschiede spielen eine Rolle. Für unseren Raum fehlen auch bezüglich der Fauna umfangreichere systematische Untersuchungen. Es muß auf ältere Angaben (Lauterborn, 1917) zurückgegriffen werden. Einige instruktive Spezialangaben sollen aufgeführt werden.

Nach Lauterborn (1938) ist die Fauna im Gebiet des Oberrheins „weit reicher und vielfältiger gegliedert . . . als irgendwo sonst zwischen den Alpen und der Nordsee“. Gilt dies schon für alle Tierarten, die den Strom selbst oder seine nächste Umgebung als Lebensraum benutzen, wie Fische (*Pisces*), Vögel (*Aves*), Insekten (*Hexypoda*) u. a., so sind noch viel größere Unterschiede bei der landbewohnenden Tierwelt im Hinblick auf die Vielfalt der vorhandenen Vegetationsformationen festzustellen. Wenn unter dem im Wasser lebenden Schnecken und Insekten am Oberrhein noch Arten erscheinen, deren Hauptverbreitungsgebiet sonst in den nördlichen Teilen Deutschlands liegt, so ist nach Lauterborn (a. a. O.) doch besonders charakteristisch für die Fauna am Oberrhein „ihr ungewöhnlicher Reichtum an südlichen Formen, deren Haupt-

heimat die Mittelmeerländer bilden". Mediterrane Elemente, z. T. vermischt mit pontischen Elementen des Südostens können ebenso, z. B. in den klimatisch besonders begünstigten Vorbergzonen vorherrschen, wie nordische Elemente — besonders in der Ebene — zurücktreten.

Für die Fähigkeit der Tiere unabhängig von der geographischen Lage für sie günstige Biotope besetzen zu können, sprechen z. B. das Vorkommen

- a) von in Süddeutschland sonst seltenen Schlupfwespenarten (Ichneumonidae) in den Rheinwaldungen,
- b) von sessilen Rädertieren (Rotatoria) in den Altrheinarmen, besonders im Herbst,
- c) einer roten Kleinlibelle (*Ceragrion tenellum* de Villers) in Karlsruhe (Jurzitza, 1964), die bisher nur aus dem Raum vor Basel und aus dem Bodenseegebiet bekannt war.

Daraus kann aber nicht geschlossen werden, daß diese Tierarten bei Änderung oder Vernichtung ihrer derzeitigen Biotope Bestandteil der örtlichen Fauna bleiben.

Nach Freitag (1962) zeigen „Artenzusammensetzung und Mengenverteilung der mitteleuropäischen Fauna“ den Einfluß des Menschen am deutlichsten auf. Der Eichen-Hainbuchenwald ermöglicht mit seinem wohlausgewogenen Mikroklima, seiner starken Bestandsgliederung und seiner hohen Stoffproduktion das Vorhandensein einer reichhaltigen Fauna. So sind z. B. die Eichen mit den an ihnen lebenden 86 Arten von Gallwespen (Cynipidae) die insektenreichsten Laubbäume Mitteleuropas. Die Armut der Auenwälder an charakteristischen Tierarten hängt mit der Form der Auenwälder (band- oder saumförmig) und mit ihrer oft kleinflächigen Einlagerung in andere Ökotope zusammen. Umso größer ist dagegen die jeweilige Individuenzahl. Jährliche Überschwemmungen setzen einer ins Ungemessene sich ausbreitenden Kleintierwelt eine für die Erhaltung des Biologischen Gleichgewichtes notwendige Grenze, wobei aber die überaus rasche Wiederbesiedlung der Überschwemmungsgebiete von ihren Rändern her erstaunlich ist. Die Auenwälder unserer Stromgebiete weisen eine durch Flüsse, Altwasser und verlandende Altrheine geprägt Fauna auf, in der im Karlsruher Raum neben Amphibien und Gastropoden vor allem Stechmücken (Culicidae) der Gattungen *Aedes*, *Culex* und *Anopheles* einen hohen Prozentsatz einnehmen.

7. Naturräumliche Gliederung

7.1 ALLGEMEINES

Die naturräumliche Gliederung der Rheinebene zwischen Murg und Pfalz (Schmithüsen, 1957) weist eine zonale Längsgliederung von Ost nach West auf in die Vorbergzone (Vorhügelzone, Schwarzwaldrandhügel), das Bruchgebiet (Kinzig-Murg-Niederung, Alb-Pfalz-Niederung),

den Kiesrücken, geologisch Niederterrasse genannt (Karlsruher und obere Hardt) und die Maxauer Rheinniederung

7.2 VORBERGZONE

In der Vorbergzone, „lößbedeckter schmaler Fuß des Schwarzwaldabfalls, durch kurze Bachmulden und Trockentälchen in runde Rücken gegliedert“, liegen die östlichen Gebiete des Stadtteils Durlach. Da das Grundwasser nur in einer Tiefe bis höchstens 2 m steht, finden sich dort vornehmlich Lehmböden mit Fettwiesen und Auewäldern (Grau-, und Schwarzerlen, Esche, Stiel- und Traubeneiche, Hainbuche). Die Nord-, West- und Südänge des Turmbergs bei Durlach sind wegen ihrer Bedeckung mit Löß und Lößlehm als gute Ackerböden ausgewiesen. Die Haupthänge des Turmbergs nach Süd und West sind wegen ihrer günstigen Lage zum Obst- und z. T. für den Rebanbau geeignet.

7.3 KINZIG-MURG-NIEDERUNG

Die von Bächen und Kanälen durchzogene Kinzig-Murg-Niederung (107 bis 113 m NN) umfaßt im Osten, Südosten und teilweise im Süden den Hauptteil der Stadt. Im Nordwesten ragen aus der Niederung Kies- und Sandrücken (114 bis 117 m NN), auf denen trockener Mischwald stockt und Tabak sowie Hopfen angebaut werden. Der Ostrand der Niederung ist von schwach lehmigem Schutt bedeckt, der dem Obst- und Gartenbau förderlich ist.

7.4 NIEDERTERRASSE

Über der trockenen, aus alluvialem, durchlässigem Sand und Kies aufgebauten Ebene der Karlsruher- und der oberen Hardt (112 bis 115 m NN) breitet sich der größte Teil der Stadt aus und liegt damit auf einem Gebiet, das nur vereinzelt tiefere Rinnen und Mulden besitzt. Die weite, trockene, wohl auch etwas einförmige Landschaft trägt fast ausschließlich Wald, früher als geschlossener Forst von Rastatt bis nahe Mannheim reichend. Im östlichen Teil befinden sich einzelne Sanddünen und Dünenreihen (116 bis 120 m NN), im Westen mit flach aufgewehtem, teilweise kalkhaltigem Feinsand bedeckt. Der Grundwasserspiegel schwankt in einer Tiefe von 3 bis 7 m und sinkt gegen das Hochgestade im Westen stellenweise bis 11 m ab. Daher findet man in diesem Gebiet fast keine Wiesen, nur wenig Baumobst. Die Hauptbodenbedeckung bilden die seit Anfang des 17. Jhdts. angepflanzten Kiefernforste und Kiefern-mischwald sowie trockener, bodensaurer Eichen- und Hainbuchenwald. Bei dem durch die Rheinkorrektion abgesunkenen Grundwasserstand hat sich die Forle mit ihrer langen Pfahlwurzel gut bewährt. Ältere Stieleichen wurden zopf-trocken wegen Wassermangels. Am Rande des durch Rodung zurückgedrängten Waldes der Niederterrasse tragen die Ackerfluren Kartoffeln, Roggen, Rü-

ben und dem Boden gut angepasste Sonderkulturen von Tabak, Hopfen und Spargel.

In einer Entfernung von rd. 5 km westlich der Stadtmitte fällt die Niederterrasse mit dem scharf ausgeprägten Hochgestade (Erosionssteilrand) zwischen 6 und 10 m tief in die Rheinniederung (102 bis 105 m NN) mit einer zwischen 4 bis 9 km schwankenden Breite und dem im 19. Jhdt. begradigtem Rheinbett, die Flußmäander als Altwasser abschneidend. Diese „Grenzlinie verläuft in halbkreisförmigen Bogen“, entstanden dadurch, daß vor der Rheinkorrektur die Niederterrasse von den oft „weit ausgreifenden Stromschlingen . . . buchtenförmig angeschnitten“ wurde.

7.5 RHEINNIEDERUNG

Die Rheinniederung ist heute fast eben; es lassen sich schwache Reliefunterschiede anhand der alten Talböden feststellen mit deutlichen Unterschieden in der Vegetation. Über Sand und Kies lagert nährstoffreicher Auelehm oder Schlick in wechselnder Mächtigkeit bei einem zwischen 0,5 bis 2 m Tiefe schwankendem Grundwasserspiegel. Die Buchten vor dem Hochgestade weisen häufig Bruchtorf und Moorerde auf. Größere Überreste natürlicher Auewälder mit Grau- und Schwarzerlen, Eschen, Silber-, Schwarz-, Pyramiden-, und Kanadischer Pappel, Weide, Ulme und Eichen liegen im Hochwassergebiet, dazu Schilfrohr und Pappelgruppen mit der wegen ihres rascheren Wachstums gut bewährten Kanadischen Pappel. Sandige und einzelne moorerdige Stellen werden als Äcker und Gärten genutzt. Auf wechselfeuchten, kalkhaltigen Böden hat sich Grünland mit den für die genannten Böden charakteristischen Pflanzengesellschaften entwickelt. Die heute in den Wäldern der Rheinauen vorhandene Vogelwelt hat ihre frühere Reichhaltigkeit eingebüßt (Fehringer, 1928).

II. Entstehung des heutigen Stadtkreises und seine Entwicklung

1. Besiedlung

Unbestreitbar bestand und besteht gerade am Oberrhein eine sehr enge Verbindung zwischen Landschaft und durch den Menschen beeinflusster geschichtlicher Entwicklung.

Die Spuren von Besiedlung sind in ur- und frühgeschichtlicher Zeit sehr spärlich. Die geologisch reiche Gliederung dieses Gebietes ist der Grund für eine „verhältnismäßig verwickelte Siedlungsgeschichte“ (Lacroix, E. u. Mitarb., 1937). Deshalb sei auf die Darstellungen der zuständigen Fachgelehrten verwiesen (Gradmann, 1956; Huttenlocher, 1960; Kimmig, 1961; Metz, 1925, 1927; Miller, 1961). Die u. a. auch in das Werk „Der Kreis Karlsruhe“ (1960) eingegangenen „historischen“ Fakten entbehren der urkundlichen Sicherung.

Kimmig (1961) nimmt für den südwestdeutschen Raum eine vom 4. bis 2. vorchristlichen Jahrtausend dauernde „vorkeltische Epoche“ und eine im letzten vorchristlichen Jahrtausend „sichtbar“ werdende „reinkeltische“ Periode an. „Auf dem Rücken des Keltentums wird dann die große Auseinandersetzung zwischen Römern und Germanen ausgetragen“ (Kimmig, a. a. O.), die mit der Niederlage des Ariovist (58 v. Chr.) beginnt, sich mit dem Fall des römischen Limes (um 260 n. Chr., Alemannische Landnahme) fortsetzt und schließlich im 5. nachchristlichen Jahrhundert mit dem Rückzug der Römer nach Italien endet. „Präto-Kelten, Kelten, Römer und Germanen haben also die frühe Geschichte unseres Raumes vor der Reichsgründung Karls des Großen bestimmt“ (Kimmig, a. a. O.).

Der Gang der Besiedlung unserer Landschaft folgte ihrer Gliederung in 4 Längszonen.

Die Vorbergzone war ältestes Siedlungsgebiet. Begrenzt von 2 siedlungs- und verkehrsfeindlichen Zonen, dem Gebirgsrand im Osten und dem Bruchgebiet des Kinzig-Murg-Stromes im Westen blieb sie bis ins Mittelalter Hauptverkehrsgebiet, dessen Bedeutung erst nach der Gründung von Karlsruhe und Rastatt verloren ging. Noch in der Römerzeit verliefen alle Straßen durch dieses Gebiet. Die im hohen Mittelalter angelegten Burgen, von denen heute nur noch Reste der Burg auf dem Turmberg bei Durlach erkennbar sind, lassen den Wert erraten, den man dieser Zone in „verkehrsleitender“ Hinsicht beimaß.

Das Bruchgebiet des Kinzig-Murg-Stromes blieb wegen häufiger Überschwemmungen in prähistorischer Zeit frei von Siedlungen. Nach der mit der Erstürmung des Limes verbundenen Verdrängung der Römer auf das linksrheinische Gebiet durch die Alemannen (3. Jhdt. n. Chr.) besiedelten diese auch das Gebiet des Kinzig-Murg-Stromes.

Ohne auf die weitere Besiedlungsgeschichte näher einzugehen, sei darauf hingewiesen, daß die Bruchranddörfer vornehmlich aus den Waldungen der Kiesinseln und -platten herausgerodet wurden. Diese Entstehungsart ist z. T.

noch heute bei Hagsfeld (Stadtkrs. Karlsruhe), Blankenloch und dem sehr spät (1699) gegründeten Friedrichstal erkennbar. In der Niederung war das Bruchgebiet sumpfiges Wiesengelände, während die eingelagerten Kiesinseln sowie die erhöhten Ränder mit Wald bedeckt waren.

Die Niederterrasse, trocken und eben, war sowohl als Verkehrs-, als auch als Siedlungsgebiet gut geeignet. So hatten schon die Römer ihre westliche Nord-Süd-Straße von Heidelberg nach Straßburg längs des Hochgestades angelegt. Daher war auch der westliche Rand der Niederterrasse (Hochgestade) bevorzugtes Siedlungsgebiet. Es stellte guten Baugrund dar und war keiner Überschwemmungsgefahr ausgesetzt. Dieses Gebiet gab wegen seiner günstigen Lage zwischen dem trockenen Hochgestade mit Ackerland und der wasserreichen Niederung mit Wiesenflächen Veranlassung auch zur Anlage landwirtschaftlicher Siedlungen. Auf dem freien Flugsand, den der Wind immer wieder weitertrug und somit zur Bildung dünenähnlicher Sandstreifen führte, stockte auf dem zwischen Rastatt und Schwetzingen liegenden Sandrücken ein ausgedehnter Eichen-Buchenwald, der der Waldweidewirtschaft diente. Schon 1498 begann der Markgraf Christopf von Baden im Hardtwald mit der „Kultur“ der Kiefer, nachdem er Samen vom Rat der Stadt Nürnberg erhalten hatte. Ob der Markgraf von Baden-Durlach nach dem 30-jährigen Krieg weite Flächen des Hardtwaldes abholzen ließ, um die geschlagenen Eichen- und Buchenstämmen nach Holland flößen zu lassen und zum Bau von Schiffen zu verkaufen und die gerodeten Flächen mit der schnell wachsenden Kiefer aufforsten ließ, konnte urkundlich bislang nicht nachgewiesen werden.

Schon weit vor der Gründung der Stadt Karlsruhe befanden sich Siedlungen im Waldgebiet der Niederterrasse, so das um 1100 gegründete Benediktinerkloster Gottesau, weiter Beiertheim (Burdam, Burlan, 1110), Scheibenhard (1150, Seibenhardt, sciba = Scheibe, Kreis, hart = Wald, kreisrunde Fläche im Wald). Neureut (= Neue Rodung), 1261 erstmals urkundlich genannt, verdankt den Rodungen des Klosters Gottesau seine Entstehung. „Die Gottesauer silva quae dicitur Lushardt war im Spätmittelalter in die Nutzung einer Waldgenossenschaft übergegangen, bestehend aus den Dörfern Beiertheim, Blankenloch, Büchig, Hagsfeld, Neureut, Rintheim und Spöck“ (Leister, 1966). Auf die weitere historische Entwicklung soll hier nicht näher eingegangen werden.

Die „Favorite“ des Markgrafen Karl-Wilhelm im unteren Hardtwald (s. Abschn. II, 2), aus der sich dann entgegen allen Voraussagen (Riehl, W. H., 1853) die „Stadt“ Karlsruhe entwickelte, ist gewissermaßen der letzte Nachzügler der im Waldgebiet der Niederterrasse angelegten Siedlungen.

Die wesentlichsten Veränderungen in der Besiedlung dieser Zone wurden veranlaßt durch das starke Wachstum der Stadt in Verbindung mit den Eingemeindungen (Abschn. II, 3) der sie umgebenden Dörfer sowie durch eine sehr rasch fortschreitende Industrieentwicklung (Abschn. II, 5).

Die Rheiniederung ist in ihrem Siedlungsbild im Verlauf der geschichtlichen Entwicklung völlig verändert worden. Schon in prähistorischer Zeit müssen Siedlungen vorhanden gewesen sein. Aus späterer Zeit sind zahlreiche Ortschaften in der Niederung bekannt, von denen jedoch der größte Teil schon im 12. und 13. Jhdt. verschwand, die übrigen erst im 16. bis 18. Jhdt., nachdem durch vermehrte Geschiebeführung und durch erfolgte Höherlegung des Flußbettes diese Siedlungen durch Überschwemmungen dauernd bedroht wa-

ren. An Neuansiedlungen sind vor allem der Hafen von Maxau und das Hofgut zu nennen.

Die entscheidendste und wohl auch bedeutendste Änderung im Siedlungsbild der Rheinniederung erfolgte im 19. Jhdt. durch die Rheinkorrektur, zu Beginn des 20. Jhdt. mit dem Bau des Rheinhafens, durch den die Stadt Karlsruhe unmittelbaren Anschluß an den Rhein als internationale Wasserstraße fand. Damit stehen in engstem Zusammenhang auch die Veränderungen, die durch zahlreiche Industrieanlagen (Raffinerien u. a.) gerade in der Rheinniederung im Verlauf der letzten 50 Jahre erfolgten.

2. Gründung der Stadt „Carlsruhe“ und ihre weitere Entwicklung

Dreißigjähriger Krieg und Pfälzischer Erbfolgekrieg hatten in der Markgrafschaft Baden Land, Güter und Gebäude verwüstet, jeglichen Handelsverkehr unterbrochen und eine Entvölkerung des Landes zur Folge. Einwandernde Religionsflüchtlinge aus Frankreich und den Spanischen Niederlanden verringerten den Bevölkerungsausfall und trugen durch ihre Tüchtigkeit (Einführung der Kartoffel und des Tabakbaues in die Hardt) zu Neurodung und Wiederurbarmachung des verwüsteten Landes bei. Der von Markgraf Friedrich Magnus begonnene Wiederaufbau Durlachs und seines Residenzschlosses, der Karlsburg, wurde durch erneute kriegerische Auseinandersetzungen (Spanischer Erbfolgekrieg) und seinen Tod (1709) unterbrochen.

Sein Sohn, Markgraf Karl Wilhelm, ein besonders der Gartenkunst und der Jagd zugetaner Herrscher, übernahm 1709, 33-jährig, die Regierung. Er beschloß im Hardtwald, inmitten einer recht kargen Waldebene, nicht weit von der Straße Durlach-Mühlburg, näher an der alten und vorteilhaften Rheinüberfahrt bei Schöck gelegen (Weech, Fr. v., 1895), damit eine verhältnismäßig enge Stelle zwischen Schwarzwald und Rhein wählend, eine neue Residenz zu gründen.

Am 28. Januar 1715 wurde mit der Ausstockung begonnen, die Stiftung des Ordens der Treue (Fidelitas) vollzogen und am 17. Juni 1715 der Grund- oder Fundamentstein zum Turm und damit für „Carols-Ruhs“ gelegt. Vom beherrschenden Schloßturm (Bley-Turm) wurden Radien gezogen. 23 davon durchzogen als Alleen den Hardtwald nach Osten, Norden und Westen, die übrigen 9 Straßen den inneren Zirkel und stießen auf die Allee von Durlach nach Mühlburg, die spätere Lange- und heutige Kaiserstraße. Damit war die Grundlage zur „Fächerstadt“ geschaffen (Abb. 3).²⁾

Im Frühjahr 1716 zog Markgraf Karl Wilhelm in sein Schloß ein und veranlaßte nach Aufhebung der den Durlacher Bürgern gewährten Privilegien die

²⁾ Über die Ursachen der Residenzgründung und über die baulichen Vorbilder (Pulmanova, Rastatt) liegen bisher keine zuverlässigen Angaben vor.

Übersiedlung der Markgräflichen Behörden an den neuen Wohnsitz. Mit der am 5. Juli 1717 abgehaltenen ersten Audienz wurde Carlsruhe die Residenz der Markgrafschaft Baden.

Durch Erlaß eines „Gnadenbriefes“ (Hartleben, 1815) und Gewährung mancher Vergünstigungen wurden Baulustige mit Erfolg zur Ansiedlung eingeladen. Die neue Stadt wuchs sehr schnell.

Nach dem Tode des Markgrafen Karl Wilhelm (12. 5. 1738) beschloß sein Enkel Karl Friedrich Carlsruhe zu einer „ . . . wahren Residenz umzuwandeln . . . “ (Huhn, 1843). Auf den Fundamenten des alten Schlosses wurde ein neues, geräumigeres aus Stein erbaut (Beginn 1750) und auch die ersten Häuser der Stadt wurden als Steinbauten errichtet.

Mit dem Tod von Markgraf August Georg zu Baden-Baden (1771) fiel dessen Land an die Baden-Durlacher Linie. Karlsruhe, das sich vornehmlich nach Osten und Südosten ausbreitete, wurde damit Hauptstadt eines Landes mit rd. 160 000 Einwohnern. Die damalige Stadt besaß keine „Gemarkung“, die meisten Einwohner betrieben einen Handel oder ein Gewerbe. Die Bürger Karlsruhes waren somit auf das, was die Bauern aus den Dörfern der Hardt auf den Markt brachten, angewiesen.

1806 wurde Karlsruhe Hauptstadt des von Napoleon geschaffenen Großherzogtums Baden. Die Topographische Karte von Karlsruhe und Umgebung (1828) zeigt die Ausbreitung der wenig mehr als 100 Jahre alten Stadt inmitten der alten Dörfer und Siedlungen (Abb. 4).

Nach wenigen Jahrzehnten war aus der Fürstenresidenz und Beamtenstadt eine moderne Industrie- und Großstadt geworden, die sich immer weiter ausdehnte und schließlich den gesamten Raum zwischen Turmberg, Schwarzwald und Rhein eroberte.

Mit der Inbetriebnahme der Eisenbahnstrecke Heidelberg-Karlsruhe am 1. April 1843, der 1 Jahr später die Strecke Karlsruhe-Rastatt-Offenburg folgte, der Regulierung des Rheinlaufs nach den Plänen Tullas und der Ausbaggerungen bei Maxau für Kanal- und Hafenanlagen, dem Bau der ersten Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Maxau (Inbetriebnahme 1865) beginnt die eigentliche Industrialisierung Karlsruhes.

Nachdem um die Mitte des vergangenen Jahrhunderts alle geplanten Stadtteile bebaut waren, wurde 1864 mit der Anlage der Südstadt begonnen. Dafür mußte Gelände von den umliegenden Dörfern und Gemeinden abgehandelt werden.

3. Gemarkungsentwicklung und Eingemeindungen

Abbildung 5 veranschaulicht die Entwicklung des Stadtkreises. Am 22. 8. 1812 wurde das Dorf Klein-Karlsruhe, das „Dörfle“ mit der Stadt vereinigt. Bis 1938 folgten weitere Eingemeindungen (Tab. 1 u. 2).

Die am 1. 1. 1955 mit rd. 12 310 ha angegebene Gesamtgebietsfläche hat durch eine am 1. 4. 1958 stattgefundene Gemarkungsgrenzverlegung zwischen Karlsruhe und Neureut, bei der von der Stadt 98,49 ha, im wesentlichen Wald, abgegeben und dafür 69,20 ha, vornehmlich Bauland, eingetauscht wurden, einen

Jahr	Stadtteil	Fläche (ha)	Einwohner
1886	Mühlburg	211,25	4 110
1907	Beiertheim	159,97	2 280
1907	Rintheim	169,18	2 068
1907	Rüppurr	799,70	2 640
1909	Grünwinkel	121,57	2 022
1910	Daxlanden	1 068,87	4 227
1929	Bulach	529,42	2 450
1935	Knielingen	2 087,17	5 250
1938	Durlach m. Aue	2 934,40	19 014
1938	Hagsfeld	781,51	2 761

Tabelle 1: Eingemeindungen (Nach Kl. Statist. Wegweiser, Fassung vom 1.1. 1964, Herausgeber: Statist. Amt der Stadt Karlsruhe)

Die Gemarkungsentwicklung der Stadt Karlsruhe seit ihrer Gründung		ha
1715	Geländezuweisung des Markgrafen Karl Wilhelm	158
10. 3. 1779	Geländeabtretung des Markgrafen Karl Friedrich am Lohfeld zum Zwecke der Anlage eines neuen Friedhofes	2
17. 9. 1795	Klosteracker und Hardtwinkelgärten	20
29. 5. 1800	Teile des Beiertheimer Wäldchens zum Zwecke der Anlage einer Kriegsstraße und des Ettlinger Tores	25
1804/06	Gottesauer Kammergutsfeld	21
16. 1. 1808	Beiertheimer Nachtweidenwiesen	11
7. 1. 1809	Hardtwinkelfeld	19
22. 8. 1812	Einverleibung des Dorfes Klein-Karlsruhe	9
1812/58	Abtretung und Ankauf einiger Parzellen	5
11. 4. 1867	Überlassung des dem Großh. Domänenärar gehörenden Sallenwäldchens	11
10. 5. 1873	Kammergut Gottesau	253
25. 1. 1876	Rintheimer Feld zur Anlage eines neuen Friedhofes	15
29. 5. 1880	Barackenfeld nördlich vom Mühlburger Tor zum Zweck des Bismarckstraßen- ausbaues	13
22. 10. 1881	Beiertheimer Feld an der südlichen Flucht der Gartenstraße	63
5. 6. 1884	Abtretung des Hofbezirkes und des Hofwasserwerkgrundstückes	165
1. 1. 1886	Vereinigung der Stadtgemeinde Mühlburg mit Karlsruhe	211
1. 1. 1886	Domänenwiese im Abtszipfen	11
1. 1. 1886	Teile der Hardtwaldgemarkung an der Blücherstraße	47
10. 11. 1886	Rintheimer Feld	30
12. 5. 1888	Teil der Hardtwaldgemarkung am ehemaligen Kadettenhaus	46
5. 2. 1890	Areal in den Straßen- und Forlenäckern zum Zwecke der Verlängerung der Kriegsstraße	10
9. 7. 1891	Schützenhausgelände im Hardtwald	4
12. 11. 1892	Bulacher Feld zur Anlage des westlichen Güterbahnhofes	58
23. 2. 1894	Lutherisches Wäldchen auf der Gemarkung Daxlanden	10
1. 10. 1895	Teil der Beiertheimer-Gemarkung anlässlich der Erbauung des Neuen St. Vinzentiushauses	17
18. 4. 1896	Restliche Teile des Beiertheimer Wäldchens	41
1. 7. 1898	Teil der Rüppurrer Gemarkung	4

12. 3. 1900	Beiertheimer Gemarkungsteile zur Ermöglichung der baulichen Ausdehnung nach Süden	133
1. 1. 1901	Ettlinger Gemarkungsteile an den Weiheräckern	44
1. 1. 1903	Areal der Hardtwaldgemarkung zum Zwecke der Erbauung eines neuen städtischen Krankenhauses	17
1. 1. 1903	Eingemarkung der in das Rheinhafengebiet fallenden fremden Gemarkungsteile (Knielingen, Daxlanden, Bulach)	624
1. 1. 1904	Kleinere Gemarkungserweiterungen	10
1. 1. 1907	Eingemeindung von Beierthelm	160
1. 1. 1907	Eingemeindung von Rintheim	169
1. 1. 1907	Eingemeindung von Rüppurr	800
1. 1. 1909	Eingemeindung von Grünwinkel	122
1. 1. 1910	Eingemeindung von Daxlanden	1 086
1. 4. 1929	Eingemeindung von Bulach	529
1. 4. 1930	Erwerb der abgesonderten Gemarkung Hardtwald und der Gemarkung Kastenwört	1 454
1. 4. 1930	Kleinere Geländeerwerbungen	96
1. 4. 1935	Eingemeindung von Knielingen	2 087
1. 4. 1938	Eingemeindung von Durlach-Aue	2 935
1. 4. 1938	Eingemeindung von Hagsfeld	782
	Gesamtgebietsfläche am 1. 1. 1955	12 310

Tabelle 2: Quelle: Kleine Geschichte Karlsruhe, 1955 Stadtarchiv

Stadtbezirk	Fläche ha		Einwohner		Ew/qkm	
	1954	1963	1954	1963	1954	1963
Innenstadt						
Innenstadt-Ost	146,71	160,87	10 785	9 473	7 351	5 866
Innenstadt-West	264,72	238,11	12 179	12 583	4 601	5 285
Südstadt	207,89	214,82	19 650	19 791	9 452	9 213
Südweststadt	262,91	262,91	23 495	24 300	8 936	9 243
Weststadt	573,88	531,12	29 980	30 824	5 573	5 804
Mühlburg	741,36	902,04	21 934	29 778	2 959	3 301
Oststadt	523,21	523,21	20 302	19 996	3 880	3 822
Innenstadt zus	2 720,68	2 833,08	138 325	146 709	5 084	5 178
Außenstadt						
Grünwinkel	320,36	308,07	5 805	7 877	1 812	2 557
Daxlanden	1 132,22	1 101,99	8 165	10 188	721	925
Knielingen	2 159,99	2 024,17	6 531	8 694	302	430
Beierth. Bul.	669,88	669,90	7 372	7 884	1 101	1 170
Weiherf. -Dam- merstock	318,52	308,03	7 046	7 082	2 210	2 299

Stadtbezirk	Fläche ha		Einwohner		Ew/qkm	
	1954	1963	1954	1963	1954	1963
Innenstadt						
Rüppurr	709,96	709,96	8 890	10 526	1 252	1 483
Rintheim	362,99	345,11	2 308	6 780	635	1 965
Hagsfeld	766,10	675,80	3 477	4 407	453	652
Waldstadt	.	1 050,07	.	9 573	.	912
Durlach m. Aue	3 149,35	2 255,65	25 614	31 021	813	1 375
Außenstadt zus	9 589,37	9 448,75	75 208	104 032	763	1 101
Gesamtstadt	12 310,05	12 281,83	213 533	250 741	1 764	2 042

Tabelle 3: Stadtbezirke mit Fläche und Einwohnerzahlen (nach Kl. Stat. Wegweiser 1964 und Material d. Statist. Amtes der Stadt Karlsruhe).

Jahr	Einwohner	Jahr	Einwohner	Jahr	Einwohner
1719	1 994	1901	100 167	1945	137 920
1755	2 752	1905	111 482	1946	175 588
1805	7 275	1910	134 494	1948	193 680
1837	22 545	1925	147 184	1950	201 013
1867	32 004	1933	155 050	1954	215 959
1880	49 301	1938	186 350	1963	250 741
		1968	256 400		

Tabelle 4: Einwohnerzahlen jeweils am 31.12. eines Jahres

Flächenverlust von 29,29 ha erbracht, sodaß die Gesamtfläche heute nach Korrekturen infolge von Neuvermessungen mit 12 281,83 ha anzusetzen ist. Tabelle 4 zeigt die Aufteilung des Stadtkreises auf die einzelnen Bezirke. Das Jahr 1938, dem keine weiteren Eingemeindungen folgten, erbrachte eine beachtliche Ausdehnung der Gemarkung nach Osten und Südosten sowie nach Nordosten mit einer recht unglücklichen, schlauchartigen Verbindung nordostwärts des Pfinzentlastungskanals. Es wurde aber damit ein Gebiet in den Stadtkreis eingegliedert, das sich zu einem beachtlichen Industrie- und Wirtschaftszentrum entwickelte. Mit dem Turmberg war ein bevorzugtes Wohngebiet gewonnen.

Abbildung 5 zeigt die Zerrissenheit der Stadtkreisgrenzen mit 3 deutlichen Zipfeln nach Norden. Die westliche Grenze am Rhein verläuft glatt, z. T. leicht geschwungen. Die Südgrenze besitzt zahlreiche mehr oder weniger tiefe Einbuchtungen. Die Ostgrenze weist, abgesehen von dem tiefen und weit nach Westen reichendem Einschnitt ostwärts von Hagsfeld, eine gute Ausgeglichenheit auf.

4. Bevölkerung

Tabelle 4 zeigt die Einwohnerzahlen von 1719 bis 1963. Die Anziehungskraft der neuen Stadtgründung war anfänglich gering. 1880, nach 165 Jahren, besaß die Stadt erst 50 000 Einwohner, nach weiteren 20 Jahren (1900) aber bereits 100 000. Die jüngste Entwicklung weist nach starker Zunahme eine Abnahme der Zuwachsrates aus. Die einzelnen Stadtteile entwickelten sich unterschiedlich (Tab. 3).

Unter Berücksichtigung der Tragfähigkeit wird in einer Großstadt eine Bevölkerungsdichte von 2 500 Ew/km² (Bergstraesser, A. u. Mitarbeiter, 1965) als oberste Grenze angenommen und ein Überschreiten dieses Wertes bezüglich der Vitalsituation der Bevölkerung als bedenklich angesehen. Dabei wird davon ausgegangen, daß unter Berücksichtigung unterschiedlicher Flächennutzung keineswegs „alle Teilflächen der Stadt unter diesem Wert bleiben müßten“ (Bergstraesser, A. u. Mitarbeiter, a. a. O.). So hatten bereits 1954 alle Bezirke der Innenstadt diese „Dichteziffer“ überschritten, Süd- und Südweststadt Werte von 9 000 Ew/km² erreicht, während Außenbezirke erheblich unter dem genannten („kritischen“) Wert blieben. Umgerechnet auf den gesamten Stadtkreis ergeben sich folgende Werte:

1939:	1 498 Ew/km ²
1954:	1 735 Ew/km ²
1963:	2 039 Ew/km ²

In der Innenstadt ist ein progressiver Einwohnerschwund (Altstadtsanierung u. a.) festzustellen, während Außenbezirke bevorzugt werden. Auf die Entwicklung der erwerbstätigen Wohnbevölkerung (s. Bergstraesser, A. u. Mitarbeiter, a. a. O., S. 72, Tab. 33) und Altersaufbau (s. Raumordnungsbericht der Landesregierung v. Baden-Württemberg, Stuttgart 1966, S. 15/16, Schaubild 2) soll hier nicht eingegangen werden.

5. Industrie

Karl Wilhelm dachte schon im Gründungsjahr daran, „verschiedene nutz- und ehrbare Gewerbe, Manufakturen und Hanthierungen allda einzuführen“. Sein Nachfolger förderte mit dem Obst-, Krapp- und Tabakbau auch die industrielle Entwicklung. Tullas Rheinkorrektion und die verkehrsmäßige Erschließung des Oberrheinraumes trugen zusammen mit Umgestaltungen der politischen und rechtlichen Verhältnisse zu wirtschaftlichem Aufstieg bei. Darüber hinaus gelangten Wirtschaft und Kultur in Karlsruhe zu glücklicher Synthese. Im klimabegünstigten Raum fanden rohstofforientierte Betriebe gute Arbeitsgrundlagen (Tabakverarbeitung, Brauereigewerbe, später Arzneimittelherstellung u. a.).

Die Folgen beider Weltkriege ließen keine kontinuierliche Entwicklung zu. Erst nach der Trümmerbeseitigung (bis Mitte 1949) stiegen die Möglichkeiten für und das Interesse an der Neuansiedlung von Industriebetrieben, gefördert

durch den unmittelbaren Anschluß Karlsruhes an Autobahn und Rheinhafen, wobei das Hafengebiet und die Stadtteile Mühlburg, Knielingen und Durlach im Vordergrund standen.

Nach der regionalen Verteilung der Industriestandplätze über das Stadtgebiet (Abb. 6) kann von einer „Drei-Teilung“ gesprochen werden:

1. Hafen für materialorientierte Industriezweige, Großhandel und einige Versorgungsbetriebe,
 2. bahnahe Standplätze und
 3. fernstraßenorientierte Industriebetriebe (Autobahnauffahrten bei Durlach).
- Karlsruhe als lebendiges Wirtschaftszentrum wurde jedoch keine reine Industriestadt (Gerrads, 1953).

Folgerungen: Weitere Raffinerien im Nordwesten der Karlsruher Gemarkung würden mit ihren Folgebetrieben Anforderungen an den Verkehr stellen,

Jahr	Anzahl d. Betriebe	0,5 — unt. 2 ha	2 — unt. 5 ha	5 — unt. 10 ha	10 — unt. 20 ha	20 — unt. 50 ha	50 ha u. mehr	Landw. Nutzfl. in ha
1939	1 207	936	225	31	6	3	6	4 217
1949	1 255	934	242	59	8	4	8	4 278
1955	1 089	840	187	41	12	3	6	3 936
1956	967	726	176	39	12	5	6	3 849
1957	832	612	160	37	12	5	6	3 793
1958	724	528	131	34	15	7	9	3 771
1959	586	417	108	28	17	7	9	3 650
1960	537	384	90	31	16	7	9	3 562
1961	511	362	87	31	15	7	9	3 526
1962	505	351	90	31	14	9	10	3 387
1963	489	342	87	27	14	9	10	3 222

Tabelle 5: Veränderung der Betriebszahl insgesamt und je Größe

Quelle: Unterlagen des Statist. Amtes der Stadt Karlsruhe

Jahr	Anzahl d. Betriebe	0,5 — u. 2 ha	2 — u. 5 ha	5 — u. 10 ha	10 — u. 20 ha	20 — u. 50 ha	50 ha u. mehr
1955	81	70	9	2	—	—	—
1956	75	68	5	1	1	—	—
1957	70	65	3	1	1	—	—
1958	68	49	8	3	3	2	3
1959	52	37	5	1	4	2	3
1960	45	32	3	1	4	2	3
1961	41	27	4	1	4	2	3
1962	42	27	4	1	3	3	4
1963	39	25	3	1	3	3	4

Tabelle 6 a: Landwirtschaftl. Betriebe in der Innenstadt

Jahr	Anzahl d. Betriebe	0,5 — u. 2 ha	2 — u. 5 ha	5 — u. 10 ha	10 — u. 20 ha	20 — u. 50 ha	50 ha u. mehr
1955	17	14	—	2	1	—	—
1956	17	14	—	2	1	—	—
1957	17	14	—	2	1	—	—
1958	17	13	1	2	1	—	—
1959	15	9	2	1	3	—	—
1960	13	9	1	—	3	—	—
1961	12	8	1	—	3	—	—
1962	12	8	1	—	3	—	—
1963	12	8	1	—	3	—	—

Tabelle 6 b: Landwirtschaftl. Betriebe in Mühlburg

Jahr	Anzahl d. Betriebe	0,5 — u. 2 ha	2 — u. 5 ha	5 — u. 10 ha	10 — u. 20 ha	20 — u. 50 ha	50 ha u. mehr
1955	9	6	2	—	—	1	—
1956	7	5	1	—	—	1	—
1957	6	4	1	—	—	1	—
1958	5	3	1	—	—	1	—
1959	5	3	1	—	1	—	—
1960	5	3	1	—	1	—	—
1961	5	3	1	—	1	—	—
1962	5	3	1	1	—	—	—
1963	5	3	1	1	—	—	—

Tabelle 6 c: Landwirtschaftl. Betriebe in Grünwinkel

Jahr	Anzahl d. Betriebe	0,5 — u. 2 ha	2 — u. 5 ha	5 — u. 10 ha	10 — u. 20 ha	20 — u. 50 ha	50 ha u. mehr
1955	71	52	15	3	—	1	—
1956	61	44	13	3	—	1	—
1957	53	36	13	3	—	1	—
1958	48	36	8	3	—	1	—
1959	38	29	5	3	—	1	—
1960	37	28	5	3	—	1	—
1961	36	27	6	2	—	1	—
1962	36	27	5	3	—	1	—
1963	35	26	5	3	—	1	—

Tabelle 6 d: Landwirtschaftl. Betriebe in Daxlanden

Jahr	Anzahl d. Betriebe	0,5 — u. 2 ha	2 — u. 5 ha	5 — u. 10 ha	10 — u. 20 ha	20 — u. 50 ha	50 ha u. mehr
1955	249	194	45	8	1	—	1
1956	212	158	44	8	1	—	1
1957	171	123	39	7	1	—	1
1958	151	112	32	6	1	—	—
1959	121	92	21	6	1	1	—
1960	100	77	15	7	—	1	—
1961	94	71	15	7	—	1	—
1962	93	70	15	7	—	1	—
1963	87	66	14	6	—	1	—

Tabelle 6 e: Landwirtschaftl. Betriebe in Knielingen

Jahr	Anzahl d. Betriebe	0,5 — u. 2 ha	2 — u. 5 ha	5 — u. 10 ha	10 — u. 20 ha	20 — u. 50 ha	50 ha u. mehr
1955	22	12	7	2	1	—	—
1956	20	11	6	2	1	—	—
1957	17	8	6	2	1	—	—
1958	14	7	5	1	1	—	—
1959	13	7	3	3	—	—	—
1960	12	7	2	3	—	—	—
1961	11	6	2	3	—	—	—
1962	14	7	3	3	—	1	—
1963	13	7	3	2	—	1	—

Tabelle 6 f: Landwirtschaftl. Betriebe in Beiertheim

Jahr	Anzahl d. Betriebe	0,5 — u. 2 ha	2 — u. 5 ha	5 — u. 10 ha	10 — u. 20 ha	20 — u. 50 ha	50 ha u. mehr
1955	40	22	13	3	1	—	1
1956	36	19	12	3	—	1	1
1957	32	15	12	3	—	1	1
1958	26	14	8	2	—	1	1
1959	26	16	8	—	—	1	1
1960	24	14	8	—	—	1	1
1961	23	15	6	—	—	1	1
1962	22	14	6	—	—	1	1
1963	21	13	6	—	—	1	1

Tabelle 6 g: Landwirtschaftl. Betriebe in Bulach

Jahr	Anzahl d. Betriebe	0,5 — u. 2 ha	2 — u. 5 ha	5 — u. 10 ha	10 — u. 20 ha	20 — u. 50 ha	50 ha u. mehr
1955	92	59	21	4	7	1	—
1956	80	47	21	4	7	1	—
1957	61	30	19	4	7	1	—
1958	58	35	12	3	7	1	—
1959	49	28	9	4	6	2	—
1960	42	21	7	6	6	2	—
1961	42	22	5	7	6	2	—
1962	41	22	6	5	6	2	—
1963	40	20	8	4	6	2	—

Tabelle 6 h: Landwirtschaftl. Betriebe in Rüppurr

Jahr	Anzahl d. Betriebe	0,5 — u. 5 ha	2 — u. 5 ha	5 — u. 10 ha	10 — u. 20 ha	20 — u. 50 ha	50 ha u. mehr
1955	41	38	3	—	—	—	—
1956	36	33	3	—	—	—	—
1957	30	28	2	—	—	—	—
1958	19	19	—	—	—	—	—
1959	11	11	—	—	—	—	—
1960	16	16	—	—	—	—	—
1961	16	16	—	—	—	—	—
1962	14	14	—	—	—	—	—
1963	14	14	—	—	—	—	—

Tabelle 6 i: Landwirtschaftl. Betriebe in Rintheim

Jahr	Anzahl d. Betriebe	0,5 — u. 2 ha	2 — u. 5 ha	5 — u. 10 ha	10 — u. 20 ha	20 — u. 50 ha	50 ha u. mehr
1955	174	154	19	1	—	—	—
1956	151	132	18	1	—	—	—
1957	122	105	16	1	—	—	—
1958	85	75	9	1	—	—	—
1959	56	47	8	1	—	—	—
1960	55	47	7	1	—	—	—
1961	56	48	7	1	—	—	—
1962	53	45	7	1	—	—	—
1963	53	48	4	1	—	—	—

Tabelle 6 k: Landwirtschaftl. Betriebe in Hagsfeld

Jahr	Anzahl d. Betriebe	0,5 – u. 2 ha	2 – u. 5 ha	5 – u. 10 ha	10 – u. 20 ha	20 – u. 50 ha	50 ha u. mehr
1955	153	111	29	8	1	—	4
1956	138	96	29	7	1	1	4
1957	124	84	27	7	1	1	4
1958	106	76	16	7	2	—	5
1959	92	63	15	7	2	—	5
1960	85	57	14	7	2	—	5
1961	82	54	15	6	2	—	5
1962	81	51	16	7	2	—	5
1963	81	52	16	6	2	—	5

Tabelle 6 l: Landwirtschaftl. Betriebe in Durlach

Jahr	Anzahl d. Betriebe	0,5 – u. 2 ha	2 – u. 5 ha	5 – u. 10 ha	10 – u. 20 ha	20 – u. 50 ha	50 ha u. mehr
1955	140	108	24	8	—	—	—
1956	134	102	24	8	—	—	—
1957	129	100	22	7	—	—	—
1958	127	92	29	6	—	—	—
1959	108	76	30	2	—	—	—
1960	103	73	27	3	—	—	—
1961	93	65	25	3	—	—	—
1962	92	63	26	3	—	—	—
1963	89	60	26	3	—	—	—

Tabelle 6 m: Landwirtschaftl. Betriebe in Aue

Jahr	Wiese in % d. Ackers	Jahr	Wiese in % d. Ackers
1950	32,2	1960	35,7
1955	35,8	1963	27,0
1959	34,7	1964	27,0

Tabelle 7: Wiesenfläche bezogen auf Ackerland (= 100 %)

die kaum befriedigt werden können. Überhaupt ist die für neue Industrieansiedlungen auf Karlsruher Gemarkung zur Verfügung stehende Fläche begrenzt, weil neben Ausdehnungsmöglichkeiten, ausreichender Versorgung mit Wasser und Energie auch das Vorhandensein geeigneter Transportwege und -mittel entscheidend ist. Außerdem müssen zur Vermeidung von Belästigungen von Wohngebieten — auch außerhalb des Stadtkreises — durch Immissionen (Geruch, Rauch, Staub) die Hauptwindrichtungen (1, 2) berücksichtigt werden. Die

Möglichkeit, linksrheinisch Raffinerien anzulegen um damit Geländequalität sowie den Rhein beidseitig als Verkehrs- und Transportweg auszunutzen, sei angedeutet.

6. Landwirtschaftliche Struktur

Die Veränderung der landwirtschaftlichen Nutzfläche im Stadtkreis in Verbindung mit der Betriebszahl zeigt Tabelle 5. Die Zunahme der Zahl der Gesamtbetriebe von 1939 bis 1949, hauptsächlich in den Betriebsgrößenklassen von 2 bis unter 10 ha war durch die Kriegs- und Nachkriegsverhältnisse bedingt. Die anfänglich rasche Abnahme der Betriebszahl ab 1955, Folge des wirtschaftlichen und industriellen Aufschwungs des Stadtkreises und der damit verbundenen Bautätigkeit verlangsamte sich von 1960 an. Die Abnahme betrug 1964 gegenüber 1949 rd. 63 %.

Einzelne Stadtteile fallen in der Abnahme der Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe heraus (Tab. 6). 1963 waren rd. 26,7 % der Gesamtfläche des Stadtkreises landwirtschaftlich genutzt und trugen zu dem verhältnismäßig hohen Wert von 409,8 m²/Ew. Freifläche bei. Den Anteil der Wiesenfläche in Prozent des Ackerlandes zeigt Tab. 7. Das Ackerland nahm von 1950 bis 1964 um 23,2 %, die Wiesenfläche um 35,8 % ab. Es wurde somit mehr Wiesenfläche für Bauland, Industrieansiedlung, Verkehrsanlagen u. a. abgegeben. Die Fläche der geschlossenen Obstanlagen hat sich bis 1964 nur unwesentlich verändert. Die Gartenlandnutzung (Haus- und Nutzgärten) zeigt von 1950 (776,18 ha) bis 1964 (998,71 ha) einen deutlichen Anstieg. Ziergärten, private Parkanlagen und Rasenflächen wuchsen auf das 4 1/2-fache der 1950 vorhandenen Fläche an.

Folgerungen: Unter dem Gesichtspunkt der Belastung der Biosphäre (Olschowy, 1969), der Belastbarkeit der natürlichen Hilfsquellen und der „Tragfähigkeit des Naturhaushaltes“ muß für den Stadtkreis Karlsruhe eindringlich vor einer weiteren ungeordneten Überbauung der im Süden noch vorhandenen Freiflächen (Ackerland und Wiesen) wegen der stadtklimatischen Besonderheiten Karlsruhes (s. III) gewarnt werden. Dies gilt ebenso für die Bebauung der nördlichen im Süden an die Gemarkung Karlsruhe angrenzenden Freiflächen der Stadt Ettlingen (s. Stadtregion Karlsruhe, Ergänzungsgebiet, nach den Abgrenzungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Bergstraesser u. Mitarbeiter, a. a. O., Abb. 7). Aufgegebene, bisher landwirtschaftlich genutzte „offene“ Flächen sind unter sozioökonomischen und grünpolitischen Gesichtspunkten sowie hinsichtlich der Bedeutung ihrer Biotope gegenüber anders gearteten Biotopen zu werten. Das bedeutet: offene Landschaftsteile zwischen bebauten und bewaldeten Gebieten sollten durch Umstrukturierung (gärtnerischer Frischgemüsebau) zu erholungswirksamen Flächen umgestaltet werden. Sie dienen damit der Neugestaltung bzw. Erweiterung der biologisch-ökologischen Vielfalt.

III. Ökologische Faktoren

1. Das Stadtklima

1.1 ALLGEMEINES

Das besondere Klima einer Stadt ist von ausschlaggebender Bedeutung für den Gesundheitszustand der darin wohnenden Menschen, ihre Leistungsfähigkeit und ihre psychische und physische Konstitution. Weil dicht bebaute Gebiete, besonders Städte, erhebliche „Abweichungen des Verhaltens der Klimatelemente“ (Blüthgen, 1964) aufweisen, ist es berechtigt, von einem „Stadtklima“ zu sprechen (Kratzer, 1956; s. a. Mahlmann, 1841, bei dem bereits Andeutungen dieses Problems erkennbar sind, zit. nach Blüthgen, a. a. O.). Ein solches Stadtklima entwickelt sich jedoch erst allmählich mit dem Wachstum der Städte, ändert sich je nach Intensität und Art der Bebauung bestimmter Gebiete und kann nie über Jahre hinaus als homogener Faktor betrachtet und beurteilt werden. Stadtklimatische Untersuchungen — gleich welcher Faktoren — stellen somit nur „Augenblicksergebnisse“ dar. Die Erfassung von Zusammenhängen zwischen Hygiene und Klima (Kühn, 1957), Berücksichtigung von Gesundheitsgefährdungen (v. Tischendorf, 1957; Habenicht, 1957) und andere Problemstellungen wurden häufig zugunsten verkehrstechnischer und anderer Fragen zurückgestellt. Ökologische Landschaftsforschung (Buchwald u. Langer, 1969) mit allen daraus resultierenden Problemstellungen (Belastbarkeit des jeweils zur Verfügung stehenden begrenzten Landschafts- (Natur-)potentials u. a.) blieb im Hintergrund.

Emonds (1957) weist in seinen Untersuchungen für Bonn darauf hin, daß Stadtklimauntersuchungen sowohl das „Klima der betreffenden Stadt als Ganzes“ als auch die „innere Struktur“ des Stadtklimas erfassen sollten. Fragen nach dem Einfluß des Grundrisses einer Stadt, nach Ventilationsbahnen, Erhaltung oder Planung von Grünflächen, der Art ihrer Begrünung im Blick auf ihre Aufgaben sind ebenso wichtig, wie die nach der zweckmäßigsten Lage von Wohn- und Industriegebieten, bezogen auf die vorherrschenden Windrichtungen u. a. m.

Für Karlsruhe und seine nähere Umgebung liegen keine speziellen Untersuchungen zum Mikroklima vor. Bezüglich einiger stadtklimatischer Besonderheiten sei auf das N-S-Diagramm von Dengel (1963) verwiesen.

1.2 ATMOSPHERISCHE EINFLÜSSE

1.21 Temperatur

Pepler (1929) stellte bei seinen Temperatur-Meßfahrten an heißen, windschwachen Sommerabenden bei antizyklonaler Wetterlage in N-S-, wie auch in O-W-Richtung wesentlich geringere Temperaturdifferenzen fest (N-S: 1,5°C, O-W:

2,1°C), als sie aus dem Diagramm zu entnehmen sind. Eigene Messungen zeigen, daß in den Nachmittagsstunden heißer Sommertage die Temperaturunterschiede laufend größer werden, um bei Sonnenuntergang die in Abb. 7 aufzeichneten Werte zu erreichen. Die Frühwerte lagen in Rüppurr, dem seit Jahren aus klimatischen Gründen bevorzugten Wohngebiet (s. aber dazu III, 1. 22 und 1. 323) in der gleichen Größenordnung wie im Hardtwald. Nachdem aber die freie landwirtschaftliche Nutzfläche, vornehmlich Wiesen, südlich der Battstraße (Kapfenacker) bebaut wurde (Abb. 8 u. 9), konnten im alten Wohngebiet keine oder nur noch ganz geringfügige Temperaturdifferenzen gegenüber der Stadtmitte festgestellt werden (Diskussion dieser Feststellungen s. S. 27).

Das absolute Temperaturempfindungsvermögen des Menschen vermag geringe Temperaturdifferenzen größenordnungsmäßig nicht genau zu bestimmen. Trotzdem „empfindet“ der morgens zur Arbeit von außerhalb nach Karlsruhe kommende Mensch „subjektiv“ die Temperaturverhältnisse im Stadtzentrum besonders während antizyklonaler Wetterlagen bereits als unangenehm, seine psychischen Kräfte negativ beeinflussend und damit die Arbeitsleistung mindernd.

Hellpach (1965) betont, daß „das Gefühl der verminderten (körperlichen und geistigen) Leistungsfähigkeit“ unter solchen Verhältnissen „im Vordergrund“ stehe und sich „bis zur lethargischen Ermattung steigern kann“. In Karlsruhe kann oft schon morgens — rein empfindungs- bzw. gefühlsmäßig — von „Schwüle“ in den Straßen der Stadt gesprochen werden.

Emonds (a. a. O.) zieht Äquivalenttemperatur, feuchte Abkühlungsgröße und (Dampfdruck-) Schwüle „als Maß für das Wohlbefinden des menschlichen Körpers“ heran. Scharlau (1943) nimmt einen Dampfdruck von 14,1 mm Hg als Schwülegrenze an und Bider und Thams (1950) definieren: „Vielfache experimentelle Untersuchungen haben ergeben, daß der sich in Ruhe in einem Zimmer befindliche Mensch im allgemeinen dessen Schwüle empfindet, wenn der Dampfdruck der Luft größer als 14,1 mm Hg gemessen wurde“.

Für Bonn und einige Vergleichsstationen berechnete Emonds (a. a. O.) „Schwületage“ und zählte dazu jene Tage, die einen „Schwületermin“ hatten, d. h., an einer der Terminbeobachtungen (7^h, 14^h, 21^h) wurde ein Dampfdruck der Luft > 14,1 mm Hg gemessen.

1947/51	Bad Nauh.	Ffm.	Forchheim	Heidelberg	K'he	München	Pf'h	Berlin-Dahlem
Schwületage	22,6	21,8	30,2	22,8	25,0	11,4	22,0	20,8

nach Edmonds (a. a. O., Bd. 2, Tab. 3. S. 140 und Zimmermann, 1952).

Nächst dem südlich von Karlsruhe gelegenen Forchheim weist Karlsruhe in dieser Aufstellung die höchste Zahl von Schwültagen auf, auch mehr als etwa Bonn oder Frankfurt a. M.. Städte, über deren Klima häufig geklagt wird.

Aus dem 18-jähr. Mittel (1947 bis 1964) konnte Verf. nur einen Wert von 20,3 Schwületagen errechnen. Für die Beurteilung des Stadtklimas kann m. E. die mittlere Zahl der Schwületage nur bedingt herangezogen werden. Bei unserer Auszählung fiel auf, daß in manchen Jahren und Monaten an sieben, acht und mehr Tagen hintereinander Dampfdruckwerte > 14,1 mm Hg gemessen wurden. Die Zahl der unmittelbar aufeinanderfolgenden Schwületage charakte-

risiert besser als die mittlere Zahl der Schwületage diesen Klimafaktor und ist auch in gesundheitlicher Hinsicht von entscheidender Bedeutung.

Nach Malsch (1947) beeinflusst der breite Graben der Oberrheinischen Tiefebene ganz erheblich den normalen Ablauf bestimmter Wettererscheinungen, so besonders bei Durchzug von Tiefdruckgebieten. Winterliche Warmlufteinbrüche aus Südwesten führen in Karlsruhe zu plötzlichem Temperaturanstieg, der sich bei wetterfühligen und wetteranfälligen Menschen gesundheitsschädlich auswirken kann.

Das von Pepler (a. a. O.) festgestellte Herausfließen der über dem Stadtgebiet lagernden, heißen, stagnierenden Luftmassen in geringer Höhe über dem Boden in die kältere Umgebung ist heute wegen der wesentlich dichteren Bebauung nicht mehr möglich. Gerade für das Stadtzentrum wäre eine fühlbare nächtliche Abkühlung wertvoll. Sie kann aber niemals durch Ausstrahlung der mit Staub, Rauch und Abgasen stark angereicherten Großstadtluft erfolgen, sondern nur durch die aus der Umgebung allmählich gegen die „nächtliche Wärmeinsel“ längs der Straßen oder — soweit vorhanden — entlang der Grünzüge vordringenden strahlungsgekühlten Luftmassen aus dem die Stadt umgebenden Freiland. Diese früher in Rüppurr vorhandene Möglichkeit wurde durch städtebauliche Maßnahmen ohne Berücksichtigung klimatischer und ökologischer Gegebenheiten seit mehreren Jahren ausgeschaltet.

Die kühlere Luft des Hardtwaldes kann im Stadttinnern überhaupt nicht spürbar und wirksam werden, weil die halbkreisförmige Bebauung des Schloßplatzes sowie die im Westen bis zur Moltkestraße reichende geschlossene Bebauung einen Luftaustausch nicht zulassen. Allein bis zur Kaiserstraße zwischen Waldhornstraße und Durlacher Tor ist nach heißen Tagen bei unbedecktem Himmel eine leichte Abkühlung durch Zufließen kühlerer Luft aus dem Hardtwald durch das aufgelockerte Gelände der Universität (TH) hindurch spürbar. Die dichte Bebauung südlich der Kaiserstraße verhindert aber auch dort ein weiteres Vordringen dieser, einen Abkühlungseffekt ermöglichenden Luftmassen. Ob nach Beendigung der Sanierungsmaßnahmen in der Altstadt eine Änderung eintritt, bedarf besonderer Untersuchungen.

1.22 Wind

Das Einfließen strahlungsgekühlter Luftmassen nach heißen Tagen von Süden (Albtal) nach Karlsruhe in die Stadtteile Rüppurr und Dammerstock-Weierfeld und weiter nordwärts bis zum Bahndamm hin, das zu Temperaturabnahmen bis in die Morgenstunden führte (Abb. 7) hatte diese Gebiete in klimatischer Hinsicht zu bevorzugten Wohngebieten werden lassen. Außerdem hatten die als „Ventilationsbahnen“ dienenden, von S nach N verlaufenden Straßen (Karl-, Ettlinger- und Rüppurrer Straße) die kühleren Luftmassen bis an den Stadtkern, z. T. bis zur von O nach W verlaufenden Querachse (Kaiserstraße) herangeführt. Durch den Bau des fast senkrecht zur „Ventilationsbahn“ des „Albtalwindes“ verlaufenden Bahndammes (1913) wurde die kühlere Luft gezwungen, am Südrand des Bahndammes seitlich abzufließen. Nur ein geringer Prozentsatz kann durch die verschiedenen Bahnunterführungen nordwärts fließen, ohne die nördlich von Hauptbahnhof und Bahndamm stagnierende Warmluft unterfließen bzw. verdrängen zu können.

Überlegungen zum Stadtklima spielten beim Bau des neuen Hauptbahnhofes (1913) und der dadurch notwendigen Gleisanlagen noch keine Rolle. Sie hätten aber beim Bau der Gagfah-Siedlung auf dem südlich der Battstraße (Rüppurr) liegenden Gelände der Kappenäcker, Baumgarten und Reißig berücksichtigt werden müssen, nachdem eingehende Untersuchungen zum „Albtalwind“ (Layer, 1962) vorliegen und das Vorhandensein solcher, vom Freiland in Stadtbe- reiche einströmender Winde auch für andere Städte (Emonds, a. a. O., Melb- talwind für Bonn) bekannt ist. Die Untersuchungen von Layer, (a. a. O.) gingen zurück auf Wagners Theorie der Bildung kleinräumiger Windsysteme in Tä- lern (1932, 1938), deren Ursache in den durch Ein- oder Ausstrahlung ent- standenen unterschiedlichen Lufttemperaturen gesehen wird (Wagner, a. a. O., Ekhart, 1932, van Everdingen, 1932). Außerdem wurden die Untersuchungen von Schultz (1927) über den Wisperwind im Taunus herangezogen.

Für den Albtalwind wurde in Ettlingen morgens ein ausgeprägter Wind- sprung von Südost auf West, abends von West auf Südost zurück beobachtet, sein besonders ausgeprägtes Auftreten in heiteren Nächten, — aber auch bei bedecktem Himmel — bei einem Tagesgang der Windgeschwindigkeit lokaler Natur mit größter Stärke zwischen 22 und 2 Uhr, von 8 bis 10 Uhr abflauend, festgestellt. Innerhalb von 3 Std. stieg die Windgeschwindigkeit von 2 auf 5 m/ sec an und blieb dann konstant. Gegen Morgen erfolgte das Absinken auf 2 m/ sec innerhalb von 3 bis 4 Std. Dabei war die Windrichtung regelmäßig Südost. Auch bei nördlichen Gradientwinden blieb diese Windrichtung erhalten. Die Feststellungen, daß

1. durchschnittlich jeden 2. Tag mit einem Albtalwind gerechnet werden konnte,
 2. dieser häufig erst im Laufe der Nacht durchbrach,
 3. dabei die Windgeschwindigkeit manchmal bis 6 m/sec anstieg,
 4. die Zahl der auftretenden Albtalwinde im Juli wesentlich höher war als im November (22:12)
- sind für das Stadtklima von Karlsruhe von besonderer Bedeutung.

Auf die bei Windstille und fast wolkenlosem Himmel im Winter nachts plötz- lich über einem eng begrenzten Gebiet auftretenden böigen Winde mit gleich- zeitiger Temperaturerhöhung am Boden sei als Besonderheit der Windverhält- nisse Karlsruhes hingewiesen (Malsch, 1952), obwohl ihnen eine besondere stadtklimatische Bedeutung nicht zukommen dürfte.

1.23 Niederschläge

Sie nehmen von Süd nach Nord und von Ost nach West ab. Die Niederschlags- schwankungen können erheblich sein. So wurden zwischen 1834 und 1952 Jah- resminima unter 500 mm und Jahresmaxima von mehr als 1 000 mm beobach- tet. Für die Monate Mai bis Juli wurden im gleichen Zeitraum Schwankungen der Niederschlagsmengen zwischen 100 und 400 mm festgestellt.

Die Frage nach einer deutlichen Vermehrung der Niederschlagsmengen über Städten ist noch nicht geklärt, wenn auch die erwärmte Stadtbasis aufsteigen- de Luftbewegung (größeren Ausmaßes?) veranlassen kann. Malkowski (1964) berichtet für Berlin aufgrund von Wetterradarbeobachtungen, daß die Möglich- keit eines Städteneinflusses auf die Niederschlagstätigkeit nicht auszuschließen,

jedoch auf bestimmte, im Jahresdurchschnitt nur mit geringer Häufigkeit auftretende Wetterlagen beschränkt sei. Während auf den Flächenniederschlag (großräumige Regengebiete) ein merklicher Stadteinfluß nicht anzunehmen ist, wird ein solcher auf Zelleniederschläge (Schauer- und Gewitterzellen) für möglich gehalten. Solche „Zelleniederschläge“ können durch Vorgänge in den untersten Luftschichten bzw. am Erdboden ausgelöst werden. Die an Tagen mit starker Einstrahlung im Häusermeer einer Großstadt erfolgende Wärmespeicherung kann in den Abendstunden zur Entwicklung einzelner isolierter Aufwindfelder, mit Quellenwolkenbildung zu örtlichen Schauern oder Gewittern führen.

Mittlere Sonnenstrahlung ($\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$) auf die zur Strahlung senkrechte Fläche

	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	20	19	18	17	16	15	14	13	
Hannover									
15. Januar						0,50	0,65	0,77	0,81
15. Februar					0,59	0,86	0,99	1,06	1,12
15. März				0,56	0,83	0,98	1,09	1,15	1,18
15. April			0,32	0,67	0,89	1,03	1,10	1,18	1,22
15. Mai		0,39	0,69	0,86	1,02	1,12	1,18	1,20	1,21
15. Juni	0,12	0,54	0,76	0,88	1,01	1,10	1,16	1,19	1,20
15. Juli		0,45	0,69	0,83	0,93	1,00	1,05	1,08	1,08
15. August		0,20	0,54	0,73	0,91	1,02	1,09	1,13	1,54
15. September			0,20	0,61	0,85	1,02	1,10	1,15	1,16
15. Oktober				0,18	0,58	0,77	0,91	0,98	0,99
15. November					0,37	0,58	0,75	0,86	0,90
15. Dezember						0,38	0,68	0,82	0,88
Karlsruhe									
15. Januar					0,13	0,55	0,74	0,80	0,83
15. Februar					0,53	0,79	0,96	1,05	1,08
15. März				0,59	0,95	1,13	1,20	1,23	1,24
15. April			0,34	0,74	0,97	1,09	1,16	1,19	1,21
15. Mai		0,21	0,58	0,87	1,03	1,14	1,21	1,25	1,26
15. Juni		0,39	0,71	0,91	1,04	1,23	1,19	1,21	1,22
15. Juli		0,30	0,58	0,81	0,93	1,03	1,09	1,12	1,13
15. August		0,05	0,41	0,67	0,86	0,95	1,03	1,06	1,06
15. September			0,12	0,53	0,85	1,04	1,12	1,14	1,14
15. Oktober				0,17	0,58	0,82	0,92	0,96	0,96
15. November					0,24	0,57	0,77	0,86	0,88
15. Dezember					0,01	0,42	0,67	0,78	0,80

Tabelle 8: Tages- und Jahresgänge der direkten Sonnenstrahlung. Aus „Medizin und Städtebau“ Bd. 2, S. 110

Der niedere absolute Feuchtigkeitsgehalt über Stadtgebieten hängt mit dem raschen und wohl auch vollständigem Abfließen der Niederschläge (Kanalisation) zusammen. Blüthgen (a. a. O.) weist darauf hin, daß auftretende Wipfeldürre von Bäumen in innerstädtischen Anlagen Folge menschlicher Eingriffe und nicht Folge echter Klimaänderung ist.

1. 24 Strahlung und Inversionen

Für die Beurteilung des Klimas einer Stadt ist auch die Strahlung von Bedeutung. Strahlungsmessungen enthalten nach Berg (1957) Angaben „eines für den Menschen sehr wesentlichen Klimatelementes, das zudem maßgebend ist für die übrigen klimatischen Faktoren“. So läßt sich u. a. aus Strahlungsmessungen auf „die jeweilige Trübung der Atmosphäre“ schließen.

Über Messungen des Transmissionskoeffizienten in Köln (1931/32), Nürnberg (1942/43) und Karlsruhe (1947/48) berichtet Malsch (1953).

Die gefundenen Transmissionskoeffizienten q waren für

Köln:	0,48
Nürnberg:	0,687
Karlsruhe:	0,637 \pm 0,011

auf 760 mm reduziert q_{760}

Köln:	0,478
Nürnberg:	0,666
Karlsruhe:	0,650

Köln weist als 1931/32 schon industriereiche Stadt den geringsten Transmissionskoeffizienten auf. Die in Karlsruhe in der Nachkriegszeit bei schwächerer Rauchentwicklung als im größeren und industriereicheren Nürnberg festgestellte geringere Luftdurchsichtigkeit ist orographisch-meteorologisch bedingt. Die Luftbewegung ist im Rheintalgraben geringer. Die Luft stagniert stärker und länger als im freier gelegenen Nürnberg. Die besonders in den unteren 200 bis 500 m vorhandene Dunstansammlung ist eine von den Randgebirgen oder aus dem Flugzeug immer wieder erkennbare charakteristische Eigentümlichkeit der Oberrheinebene, besonders bei Hochdruckwetter, die umgekehrt auch von Karlsruhe am Verschwinden der nur wenige Kilometer vom Stadtzentrum entfernten Schwarzwaldhöhen im „Staddunst“ feststellbar ist. Daß auch die Windverhältnisse bestimmend mitwirken, ergibt sich für Karlsruhe aus folgenden Daten:

28. 5. 1947	q im Osten der Stadt:	0,718
	q im Süden der Stadt:	0,536
	q im Westen der Stadt:	0,597

Bei Windstille liegt die Rauchhaube über der Stadt und dem Rheinhafen, während das Waldgebiet im Osten klar ist.

5. 10. 1947	q im Osten der Stadt:	0,698
	q im Süden der Stadt:	0,729
	q im Westen der Stadt:	0,805

Schwacher WSW-Wind, 1 bis 2 m/sec. Für die Trübung ist die Windgeschwindigkeit bzw. die Turbulenz (s. Inversionen) ausschlaggebend.

27.3.1948	q im Osten der Stadt:	0,882
	q im Süden der Stadt:	0,762
	q im Westen der Stadt:	0,728

Ostwind, 2 bis 3 m/sec, leicht böig.

Trotz Zerstreung der Trübungselemente wird im Westen der Stadt die relativ stärkste Trübung beobachtet.

Während Loebner (1935) für Leipzig fand, daß der Stadtstaub nur bis in Höhen von etwa 50 m über der Stadt lag, reicht nach Malsch (a. a. O.), auf die Verhältnisse in Karlsruhe bezogen, die Rauchhaube mindestens bis 1 000 oder 1 500 m über die Stadt.

Tabelle 8 läßt die Unterschiede zwischen Norddeutscher Tiefebene und besonders stark getrübtter Oberrheinischer Tiefebene (Inversionen) erkennen. Da die Bewölkung nicht berücksichtigt wurde, kann die tatsächlich verfügbare Menge der direkten Sonnenstrahlung aus den angegebenen Werten nicht entnommen werden.

Ergebnis: Abhängigkeit des Transmissionskoeffizienten:

- a) von den durchstrahlten Luftmassen je nach ihrem aerologischen Zustand,
- b) von der Lage des Beobachtungsortes zu den Trübungsquellen der Stadt,
- c) vom Wind.

1.3 ANTHROPOGENE EINFLÜSSE

1.31 Allgemeines

Für die Erfassung der Belastung der natürlichen Hilfsquellen einer Landschaft sowie für die Ermittlung von Grenz- oder Schwellenwerten der Belastbarkeit bzw. der Tragfähigkeit des Naturpotentials ist die Untersuchung anthropogener Einwirkungen notwendig. Dabei kann sich ein bestimmter anthropogener Faktor in mehreren Einflüßbereichen auswirken. So führt ein Kraftfahrzeug durch Auspuffgase zur Luftverunreinigung, durch Lärm zur Belästigung, durch den reinen Vorgang des Fahrens zu Staubniederschlägen, hervorgerufen entweder durch Aufwirbelung bereits abgelagerter, aber noch nicht gebundener Staubpartikelchen oder durch Radierwirkung der Reifen. Auch Industriebetriebe sind in ihrer anthropogenen Wirkung mehreren Einflüßbereichen zuzuordnen.

Die Beurteilung des Stadtklimas hängt von der Belastung der Luft durch luftverunreinigende Stoffe ab (Olschowy, 1969). An die Katastrophenfälle durch akute Verunreinigung der Luft (Maastal, 1930; Donora, 1948; London, 1952 u. a.) sei erinnert. Belästigungen durch industrielle Luftverunreinigungen können ohne konkret nachweisbare Schäden zu „Störungen des körperlichen oder psychischen Wohlbefindens“ (Buhtz, 1929) führen. Aus dem Zusammenwirken der verschiedensten Luftverunreinigungen resultiert, „daß die physiologische Gesamtwirkung der verunreinigten Luft größer ist als die Schädlichkeit der Summe aller Komponenten“ (Wüstenberg, 1959). Schon 1661 war die Rauchplage in London (Evelyn) zum Problem einer noch nicht entwickelten Technik

bezüglich Einrichtung und Ausstattung der Feuerstellen geworden. Auf die jährlich im Gebiet der Bundesrepublik anfallenden mehr oder weniger geschätzten Schwefeldioxid- und Staubmengen soll nicht eingegangen werden. Aber alle Probleme der Luftverunreinigung und damit der Belastbarkeit der Luft werden zu solchen der Lufthygiene.

1.32 Staubniederschläge

1.321 Allgemeines

„Staub ist die feste grob-disperse Phase eines Aerosols“ (VDI-Richtlinie: 2119). Dabei werden Grob-, Fein- und Feinststaub unterschieden. Unter Staubkonzentration versteht man die Staubmenge oder die Zahl der Teilchen pro Volumeneinheit (mg pro Nm^3). Dabei werden auch die kleinsten, im Schwebезustand vorliegenden Teilchen erfaßt. Staubniederschlag ist die in einer bestimmten Zeit aus der Atmosphäre auf die horizontale Flächeneinheit ausfallende Staubmenge ($\text{g/m}^2/\text{Zeit}$). Darunter wird die abwärtsgerichtete Komponente des Staubausstauschs verstanden. Zur Messung des Staubniederschlags dienen 2 Methoden:

- a) Auffangen der atmosphärischen Niederschläge in Sammelgefäßen mit horizontaler Auffangöffnung (z. B. Meßgefäß nach Bergerhoff u. a.),
- b) Auffangen der atmosphärischen Niederschläge auf horizontalen, mit Haftmitteln bestrichenen Flächen bekannter Größe (z. B. Haftfolien).

Monat	Anzahl der Beobachtungstage	Meßstellen			Weststadt Karlsruhe
		1	2	3	
Februar	28	29,5	—	13,1	—
März	27	21,5	20,2	8,7	—
April	27	20,3	19,0	6,2	—
Mai	30	11,8	12,9	4,8	—
Juni	30	24,2	23,2	10,8	7,1
Juli	31	23,5	21,7	9,2	10,3
Februar —					
Juli	173	130,8	—	55,1	—
März —					
Juli	145	101,3	97,0	42,0	—

Tabelle 9: Mittlerer Staubniederschlag ($\text{g/m}^2 \times \text{Monat}$) nach Trappenberg, 1950.

1.322 Immissionsgrenzwerte für Stäube

Diese gelten für nichttoxische Staubniederschläge und Messungen mit dem Bergerhoff-Gerät.

a) allgemein:

Jahresmittelwert $0,42 \text{ g/m}^2/\text{Tag}$ (Mittelwert aus den 12 Monatsmitteln)

Monatsmittelwert $0,65 \text{ g/m}^2/\text{Tag}$

b) in industriellen Ballungsgebieten:

Jahresmittelwert $0,85 \text{ g/m}^2/\text{Tag}$ (s. o.)

Monatsmittelwert $1,30 \text{ g/m}^2/\text{Tag}$

1.323 Staubmessungen in Karlsruhe

Für ein eng abgrenztes Gebiet im Westen des Stadtkreises liegen von Trappenberg (1956) Messungen der einem Industriewerk sowie dem im Südwesten gelegenen Elektrizitätswerk entstammenden Staubniederschläge vor, die $20 \text{ g/m}^2/\text{Monat}$ z. T. erheblich überschritten (Tab. 9), abhängig von Windrichtung und -stärke waren, bei Inversionswetterlagen zunahmen. Straenmull, Mortelstaub, Splitter von Pflastermaterial waren hauptsächliche Bestandteile dieser Staubniederschläge.

Ein vom Meteorolog. Institut (Prof. Dr. Diem) der Universität (TH) Karlsruhe für die Stadt abgegebenes Gutachten vom 10. Oktober 1962³⁾ gelangte für Staub- und Gasmessungen in Karlsruhe zu folgenden Ergebnissen:

Die Grundbelastung an Staubniederschlag liegt unter $5 \text{ g/m}^2/30 \text{ Tage}$ und weist keine Abhängigkeit von der Wetterlage auf. Der aus der näheren Umgebung herangeführte Staubanteil ist gering. Trotzdem erreichen die Staubniederschläge in und in naher Umgebung (100 m) der emittierenden Werke immer $20 \text{ g/m}^2/30 \text{ Tage}$; $30 \text{ g/m}^2/30 \text{ Tage}$ werden oft überschritten, $50 \text{ g/m}^2/30 \text{ Tage}$ werden nur selten erreicht. In größerer Entfernung (km) von den Emittenten sind die auf KaminAuswurf zurückzuführenden Staubniederschläge in ihrer Lage durch die Windverteilung derart bestimmt, daß „gezielte Maxima“ beim Vorherrschen einer bestimmten Windrichtung mit Mengen von $10 \text{ bis } 20 \text{ g/m}^2/30 \text{ Tage}$ einschließlich der Grundbelastung auftraten. Im Stadttinnern sowie an Kreuzungen von Hauptverkehrsstraßen wurden als Folge des Straßenverkehrs Maxima von Staub u. Gas gemessen, die häufig weit höher waren, als die Emissionen etwa von Industrieanlagen mittlerer Größenordnungen.

Etwa 5 Punkte hoher Staubmengen kristallisieren sich in Karlsruhe heraus:

- a) Das Rheinhafengebiet, werksnaher Staub über $30 \text{ g/m}^2/30 \text{ Tage}$, aus Kaminen 25 bis $30 \text{ g/m}^2/30 \text{ Tage}$, ohne Maxima in bewohnten Gebieten, die zumutbaren Beträge nicht überschreitend.
- b) Karlstraße nördlich von Kaiser- und Seminarstrae, über $20 \text{ g/m}^2/30 \text{ Tage}$ verursacht durch Bautätigkeit, kleinere örtliche Emittenten und Verkehr.
- c) Ettlinger- und Rüppurrer-Tor, ständig mehr als $20 \text{ g/m}^2/30 \text{ Tage}$.

Ursachen:

1. Gezielter Staubauswurf aus Fernheizwerk im Städtischen Vierordtbad.
2. Verkehr auf der B 10 mit Stoppstellen an beiden Toren.

3) Herrn Stadtbauinspektor Dr. Bohtz sei für die Möglichkeit der Einsichtnahme in dieses Gutachten bestens gedankt.

- d) Nordostwärts des Städt. Gaswerks entlang Bahndamm; Sammelbecken für Staubauswurf von Gaswerk, Schlachthof, Straßenbahndepot, Milchzentrale und Industriebetrieben im Bereich von Durlacher Allee und Gerwigstraße; über $30 \text{ g/m}^2/30 \text{ Tage}$, bis zu $50 \text{ g/m}^2/30 \text{ Tage}$ ansteigend. Muß wegen der Wohngegend als zu hoch betrachtet werden.
- e) Innenstadtbezirk von Durlach, über $20 \text{ g/m}^2/30 \text{ Tage}$. Hier ist in Abhängigkeit von der Windrichtung eine Belastung der guten Wohnbezirke am Schwarzwaldrand gegeben als Folge von Industrie und Durchgangsverkehr in der engen Pfinztalstraße (B 10).⁴⁾
Unbedeutende Maxima wurden in der Südstadt und im Bereich von Karl- und Jolly-Straße festgestellt.

An ausgedehnten Minimagebieten ergaben sich:

- a) Gebiete nördlich der Moltkestraße und der B 10 in Knielingen.
b) Einige Zonen rechts und links der Haid- und Neustraße, nordostwärts des Hauptfriedhofs.
c) Gebiete außerhalb des Stadtkerns von Durlach.
d) Rüppurr, Gartenstadt, Dammerstock, Weiherfeld, Bulach.
e) Heidenstücker- und Rheinstrandsiedlung, Rappenwört.

Meßstelle	1	2	3	4	5	6	7	8
Mittelwerte in $\text{g/m}^2/\text{Tag}$	0,17	0,26	0,22	0,03	0,06	0,12	0,07	0
Mittelwerte in $\text{g/m}^2/30 \text{ Tage}$	5,1	7,8	6,6	0,9	1,8	3,6	2,1	0

Tab. 10: Mittelwerte der Staubniederschläge

Meßstelle	1	2	3	5	6
Mittelwerte in $\text{g/m}^2/\text{Tag}$	0,16	0,16	0,15	0,02	0,11
Mittelwerte in $\text{g/m}^2/30 \text{ Tage}$	4,8	4,8	4,5	0,6	3,3

Tab. 11: Mittelwerte der Staubniederschläge

Abbildung 10 gibt das Jahresmittel der Staubniederschläge vom 2. Mai 1961 bis 29. Mai 1962 wieder.

Loebner und Pfaff (1937) und Loebner (1950) stellten für ausgesprochene Industriebezirke ebenfalls Werte um $20 \text{ g/m}^2/30 \text{ Tage}$ fest. Die von Guthmann (1951) und Meetham (1952) für Industriestädte angesetzten, unter $20 \text{ g/m}^2/30 \text{ Tage}$ liegenden Werte, sind für heutige Verhältnisse zu niedrig bemessen. Dem Verkehrstaub (v. Gonzenbach, 1951) aus zermahlenden Abfällen und Ladungs-

4) Die Umgehungsstraße Durlach wird Verbesserungen auch in lufthygienischer Hinsicht bringen.

teilchen aufgewirbelten Staub- und Schmutzteilchen, Kondensationskernen der Fahrzeugabgase muß besondere Beachtung geschenkt werden unter Hinweis auf die in der Luft verkehrsreicher Straßen gemessenen Staub- und Kernmengen von 24 500 Staubteilchen/l (Loebner u. Pfaff, a. a. O.). Nach Schwalb (1965) ist der Staubanteil im Bereich einer Verkehrsstraße 8 bis 10mal so hoch, wie an 40 bis 50 m von der Verkehrsader entfernt liegenden Stellen (Baum, 1961).

Vom 13. 6. bis 8. 8. 1967 (Tab. 10) und vom 7. 9. bis 12. 10. 1967 (Tab. 11) wurden an 8 Stellen (Abb. 11) Staubbiederschlagsmessungen (Sedimentation auf Haftfolien) durchgeführt. Nach VDI 2119 sind auf Auffangflächen für Staubbiederschlagsmessungen 150 bis 200 cm über dem Boden anzubringen. Diese Forderung ist bei den Meßstellen (MSt) 2 bis 4 und 6 erfüllt. Den Messungen an den anderen Punkten lagen spezielle Fragestellungen zugrunde, auf die hier nicht eingegangen werden soll. Trotzdem werden die gefundenen Werte (Tab. 10 und 11) angeführt.

Ergebnisse:

Auch in 5 m Höhe (MSt 1) wird im Stadtzentrum an stark frequentierten Verkehrsstraßen noch ein die Grundbelastung (s. o.) übersteigender Wert gefunden. An den von Straßen entfernt gelegenen und durch Bäume und Sträucher geschützten Stellen (MSt 4, 5) liegen die Werte wesentlich niedriger. In 30 m Höhe (MSt 8) am Rande des Hardtwaldes wurde überhaupt kein Staubbiederschlag festgestellt.

Die Verschmutzung der Luft durch Stäube wird im Stadtkern durch aufgewirbelte Staub- und Schmutzteilchen, Verkehrstaub, Straßenabrieb der Kraftfahrzeuge, feste Schmutzteile der Autoabgase, Staub von Bautätigkeit u. ä. verursacht. Belastungen durch industrielle Staubbemissionen sind im Karlsruher Stadtkern gering. Die gefundenen Werte liegen unter den Immissionsgrenzwerten für Stäube.

Nach der Bebauung der südlich der Battstraße in Rüppurr liegenden Freiflächen wurden von April bis September 1968 an der MSt 6 erneut Staubbiederschlagsmessungen durchgeführt, die doppelte bis dreifache Werte ($0,25 \text{ g/m}^2/\text{Tag}$ bis $0,37 \text{ g/m}^2/\text{Tag}$) ergaben. Sie wurden verursacht:

- a) durch die Zunahme des Kfz-Verkehrs an der Einmündung der Battstraße in die Herrenalber Straße. Alle aus der neuen Gagfah-Siedlung (Baumgartensiedlung) stadtwärts fahrenden Kraftfahrzeuge müssen dort in den von Süden nach Karlsruhe führenden Verkehr einfädeln (Ampelanlage; Tagesbelastung nördlich der Battstraße schon 1965 20 500 PKW-Einheiten!),
- b) durch die durch die Bebauung veränderten Windverhältnisse (s. Abschn. III, 1. 21 und 1. 22).

Grünanlagen, Bäume, Sträucher und aufgelockerte Bauweise tragen in Karlsruhe zur Herabsetzung der Staubbiederschläge bei (Stadtgarten, Grünanlagen, Festplatz Ettlinger Tor, Seldenecker'sches Feld, westliche Kaiserallee, Mühlburger Feld, Hardtwaldsiedlung u. a.).

Karlsruhe kann als „eine recht saubere Stadt“ mit einigen eindeutig festliegenden Schwerpunkten erheblicher Verschmutzung bezeichnet werden. In einzelnen Monaten oder auch in kürzeren Zeitabschnitten werden allerdings Werte festgestellt, die die Immissionsgrenzwerte erreichen bzw. überschreiten.

1.33 Abgase

Die VDI-Kommission „Reinhaltung der Luft“ hat Richtlinien erarbeitet, u. a. auch für die Maximale Immissionskonzentration (MIK-Werte). Die MIK-Werte sind Grenzwerte für bestimmte Luftverunreinigungen und geben die Konzentrationen in bodennahen Schichten der Atmosphäre bzw. bei Staub auch die Niederschlagsmengen im Gelände an, die nach den derzeitigen Erfahrungen im allgemeinen für Mensch, Tier oder Pflanze bei Einwirkung von bestimmter Dauer und Häufigkeit als unbedenklich gelten können. Für gasförmige Stoffe wird neben dem Grenzwert für Dauereinwirkung (MIK_D) als höchstzulässige Durchschnittskonzentration im Meßzeitintervall, z. B. Halbstunden-Mittelwert, noch ein Grenzwert für kürzere Einwirkungen (MIK_K) unterschieden. Hier kann bei vielen Stoffen „der Grenzwert für Dauereinwirkung ohne Gefahr überschritten werden“ (Schwegler, H. 1963).

Immissionsgrenzwerte für Schwefeldioxid:

MIK_D 0,4 mg SO₂/m³ Luft

MIK_K 0,75 mg SO₂/m³ Luft, wenn dieser Wert nur einmal eine halbe Stunde innerhalb einer Zeitspanne von 2 Stunden auftritt, jeweils gemessen als Halbstunden-Mittelwert.

1.331 Schwefeldioxid

Die Verteilung der Hauptemittenten der Industrie in Karlsruhe kann aus Abb. 11 entnommen werden. Es ist zu beachten: zu 35 % verschmutzt die Industrie die Luft, 23 % stammen aus dem Hausbrand und 42 % trägt der Kfz-Verkehr zur Luftverunreinigung bei (Schwalb, 1965). Für Karlsruhe liegen Messungen des SO₂-Gehaltes in der Luft für 1961 bis 1964 vor (Höschele, 1965/66).⁵⁾

Die Werte folgen einem jährlichen Gang mit einem Minimum im Sommer, einem Maximum im Winter, wobei der kalte Winter 1962/63 höhere Konzentration aufwies als die anderen Winterhalbjahre, obwohl im Winter 1961/62 Maximalwerte bis zu 1,5 mg/m³ als Halbstunden-Mittelwerte gemessen wurden. Als Ergebnis 2-jähriger Dauermessungen wird ein SO₂-Gehalt der Luft im Stadtgebiet mit einer Merkmalsgrenze für 95 % der Halbstundenmittel gefunden, der örtlich zwischen 0,3 bis 0,4 mg/m³, in den Wintermonaten zwischen 0,4 bis 0,5 mg/m³ schwankt und für den Stadtkern einen Merkmalsgrenzwert für 95 % von 0,65 mg SO₂/m³ Luft erreicht. Weiter wurde die eindeutige Abhängigkeit der SO₂-Konzentration von meteorologischen Bedingungen — Anstieg mit sinkender Temperatur und abnehmender Windgeschwindigkeit — festgestellt. Allerdings sind die großen Unterschiede der SO₂-Konzentration bei Temperaturen > 0°C und < 0°C nicht allein mit den meteorologischen Bedingungen zu erklären. Darüber hinaus liegt eine temperaturbedingte Änderung der Intensität der Emissionen für die Temperaturabhängigkeit der SO₂-Konzentration vor. Bei Tagesmittelwerten unter 15°C steigen die Tageswerte der SO₂-Konzentration mit sinkender Temperatur linear an. Oberhalb von 15 °C

5) Weil Schwefeldioxid bei allen Verbrennungsprozessen den größten Anteil zur Luftverschmutzung beiträgt, wird die SO₂-Konzentration als Indikator für die Verunreinigung der Luft durch Gase herangezogen.

ist diese Temperaturabhängigkeit nicht vorhanden. Diese Erscheinungen werden durch die bei Temperaturen $< 15^{\circ}\text{C}$ einsetzende Heizung erklärt.

Von besonderer Bedeutung ist die Abhängigkeit der SO_2 -Konzentration von den Hauptwindrichtungen. In den Wintermonaten werden im Norden und Nordosten der Stadt bei Südwestwinden und Temperaturen $> 0^{\circ}\text{C}$ um 50 %, bei Temperaturen $< 0^{\circ}\text{C}$ um 100 % höhere Konzentrationen als bei Nordostwind gemessen. Die südwestlichen Gebiete der Stadt wiesen bei Nordostwinden höhere SO_2 -Konzentrationen auf. Die Nordostwinde bringen den nördlichen Gebieten der Stadt saubere Luft vom Hardtwald, werden aber in den südwestlichen Stadtteilen mit den Schmutzstoffen der Emittenten aus der Stadt angereichert. Das Gleiche gilt umgekehrt für Winde aus Südwest. Zu dem Jahresgang kommt ein typischer Tagesgang hinzu. Die Wintermonate zeigen Maxima am Vormittag sowie nachmittags und abends mit einem deutlichen Konzentrationsrückgang während des um die Mittagsstunden herrschenden Windmaximums. Differenzen in der SO_2 -Konzentration zwischen Sonn- und Feiertagen, Samstagen und den übrigen Werktagen sind Folge unterschiedlicher Emissionstätigkeit. Auch lassen sich im Stadtkern weitgehende Parallelen zum Tagesverlauf der Verkehrsdichte erkennen.

Ergebnisse:

Aus Berechnungen der Grundbelastung ergibt sich, daß der MIKD-Wert bzw. der Immissionsgrenzwert von $0,4 \text{ mg}/\text{SO}_2/\text{m}^3$ Luft im Stadtkern erreicht ist, im Winter überschritten wird. Im strengen Winter 1962/63 dauerten die Überschreitungen des Schwellenwertes von $0,65 \text{ mg}/\text{SO}_2/\text{m}^3$ Luft in vielen Fällen länger als $1/2$ Stunde.

Folgerungen:

Für neue Industrieansiedlungen sollten bei der geringen noch dafür verfügbaren Flächenreserve berücksichtigt werden:

- a) Der Immissionsgrenzwert für Gase ist im Stadtkern überschritten,
- b) der Einfluß der Hauptwindrichtungen,
- c) der günstige Einfluß des Hardtwaldes.

1.332 Ozon

Es liegen nur sehr allgemeine, auf Untersuchungen des Wetteramtes Karlsruhe basierende Angaben über den Ozongehalt der Karlsruher Luft vor. In Entfernungen von 1 bis 2 km nördlich der Stadtmitte stieg der Ozongehalt an einem heißen Julitag bis $55 \gamma/\text{m}^3$ an, erreichte im Zentrum der Stadt im September um 15 Uhr maximal nur $6,0 \gamma/\text{m}^3$, in den Monaten Oktober bis Februar kaum ein Drittel der Sommerwerte. Das am Boden feststellbare Ozon stammt aus höheren Luftschichten. Seine Reduktion erfolgt am Erdboden sehr rasch, in einiger Höhe „nur sehr langsam“ (Emonds, a. a. O.). Messungen des Ozongehaltes können somit Unterlagen für die Größe der Ventilation bestimmter Geländeabschnitte liefern. Ozon kann als Nebenprodukt der photochemisch bedingten Oxidation des Schwefeldioxids zu Schwefelsäure in der unteren Atmosphäre entstehen. In verunreinigter Stadtluft treten Reaktionen des Ozons mit Olefinen und anderen Stoffen ein. Verbrennungsvorgänge und Sonnenlicht sind an der Entstehung des Ozons beteiligt. Aus diesen auch in verunreinigter Stadtluft ablaufenden photochemischen Prozessen sollte nicht immer auf eine gün-

stige Wirkung des entstandenen Ozons in gesundheitlicher Hinsicht geschlossen werden. Nach Curry (1951) bestimmt der Arangehalt der Luft das Wohlbefinden der Menschen.⁶⁾ Wenn nichts über die Art des nachweisbaren Oxidationsmittels ausgesagt wird, hält es Emonds (a. a. O.) für exakter von Arankonzentration zu sprechen. Seine in Bonn durchgeführten Meßfahrten ergaben einen deutlichen Tagesgang des Arangehaltes. Im Stadtkern wurde nur 1/10 des auf den bewaldeten Höhen im Südwesten Bonns gefundenen Arans gemessen, wobei der Hauptanstieg direkt über dem Häusermeer erfolgte. Im freien, unbebauten Rheintal nördlich von Bonn trat, im Vergleich zur 100 m höheren Hauptterrassenfläche, im Luv eine Minderung des Arangehaltes um 50 bis 80 % auf.

Die für Karlsruhe vorliegenden Ergebnisse deuten auf ähnliche Verhältnisse hin. Auftretende höhere Konzentrationen von Ozon in verunreinigter Stadtluft sollten in ihrer Auswirkung auf den menschlichen Organismus sorgsam überprüft werden (Reid, 1956).

Ozonschäden an Pflanzen sind weiter verbreitet, als man bisher annahm (Taylor, O. C. u. Mitarb., 1957, 1960). Dabei wird daran gedacht, daß sogen. Ozonflecke auf Blättern Ergebnis photochemischer Reaktionen sind, bei denen flüchtige organische Substanzen der Vegetation selbst beteiligt sind (Went, 1955). Möglicherweise sind hierin die eigentlichen Ursachen der in Industriegebieten mit starker Luftverschmutzung häufig und rasch auftretenden Schädigungen von Grünpflanzungen und von Gehölzen zu suchen (Berge, 1960).

Schließlich soll noch auf die Untersuchungen von Steiner (1957) über Rindenepiphyten als Indikatoren des Stadtklimas hingewiesen werden (Britzelmayr, 1875, 1879; Arnold, 1891, 1892, 1897 u. a.). Nach ihm ist die Bedeutung klimatischer Faktoren bzw. der Luftverunreinigungen „im einzelnen noch schwer“ abzugrenzen, der Schluß, die Epiphytenarmut großer Städte sei Folge der Luftverunreinigung durch Staub, Ruß, durch Aerosole und durch Rauchgase in solcher Einseitigkeit sicher verfehlt und trage nicht den physiologischen, insbesondere stoffwechselphysiologischen Gegebenheiten der Rindenepiphyten Rechnung. Mägdefrau (1960) schreibt „die Flechtenwüste der Städte neben der Lufttrockenheit vor allem der Empfindlichkeit der weitaus meisten Flechten gegen Rauchgase“ zu (s. a. Schmid, 1956). Eigene Untersuchungen zum Problem der Verwendung von Flechten als Indikatoren zur sicheren Erfassung von Immissionsbelastungszonen bezogen u. a. auch den Stadtkreis Karlsruhe ein. Die Ergebnisse sollen wegen spezieller Fragestellungen in diesem Zusammenhang nicht diskutiert werden.

1.34 Kraftfahrzeugverkehr

Weil „das Kollektiv der Verkehrsteilnehmer und Verkehrsanwohner . . . nämlich das größte“ ist (Lejeune, 1957), wurde die sich aus dem Kfz-Verkehr ergebende Belastung untersucht.

⁶⁾ Die Bezeichnung Aran wird als „Sammelbegriff“ für alle in der Luft vorhandenen und nachweisbaren oxidierenden Bestandteile gebraucht. Diese aber sind fast ausschließlich Ozon.

Jahr	Zahl der Kfz
1907	70
1924	1 314
1946	3 066
1963	52 603
1966	66 057

Heute nimmt Karlsruhe mit rund 65 000 Kfz nach Frankfurt die 2. Stelle unter den mehr als 200 000 Einwohnern zählenden Städten der Bundesrepublik ein. Mit einem Kraftfahrzeug auf 3,9 Einwohner steht die Stadt Karlsruhe damit nicht hinter den beiden, die höchste Kfz-Dichte aufweisenden Europäischen Ländern Frankreich und Schweden (1 Kfz auf 4 Ew) zurück.

Schätzungen für das Jahr 1980 rechnen für Karlsruhe bei einer vermutlichen Einwohnerzahl von 280 000, die aber wahrscheinlich zu hoch gegriffen ist, mit rd. 93 000 Kfz, darunter 83 700 PKW. Dann würde bereits 1 Kfz auf 3 Ew entfallen. Damit wäre eine Kfz-Dichte erreicht, die fast der des fahrzeugreichsten Landes der Welt, den USA, gleichkommen würde. Bereits heute ist aber der Grenzwert für die Belastbarkeit der Straßen im Stadtkreis durch den Kfz-Verkehr erreicht.

Der „Motorisierungsgrad“ einzelner Stadtteile (1963)

Innenstadt West	289 Kfz/1000 Ew
Hagsfeld	198 Kfz/1000 Ew
Südweststadt	197 Kfz/1000 Ew
Südstadt	150 Kfz/1000 Ew
Daxlanden	138 Kfz/1000 Ew

ist in Abhängigkeit von der Bedeutung einzelner Stadtteile als Geschäftsviertel bzw. Industrie- oder Wohngebiete zu verstehen.⁷⁾

In Abb. 12 sind im Zusammenhang mit der Gesamtzahl der zugelassenen Kfz die jeweils je Kfz zur Verfügung stehende Gesamtfläche, bebaute Fläche, Freifläche und Straßenfläche graphisch dargestellt. Legt man die für 1980 geschätzten Zahlen zugrunde, würde nur noch 1 320 m²/Kfz Gesamtfläche zur Verfügung stehen. Der Betrag der Straßenfläche je Kfz würde unter Beibehaltung des derzeitigen Straßennetzes auf 130 m² absinken.

Für die Beurteilung der durch den Kfz-Verkehr erfolgenden Luftverunreinigungen und Lärmbelästigungen sind die je Kfz verfügbaren Freiflächen zu sehen. 1938 waren es je Kfz noch mehr als 100 a; bis 1963 ging sie auf nur noch wenig mehr als 17 a zurück und nimmt weiter ab. Diese Zahlen zeigen im Rahmen der Landschaftsökologie die Belastungen auf, denen die Landschaft ausgesetzt ist. Die aus Abb. 12 ablesbaren Zahlen weisen zugleich auf die Notwendigkeit hin, das Verkehrsvolumen einer Stadt, insbesondere das des innerstädtischen Raumes, dem Raumvolumen anzupassen und nicht umgekehrt. Bereits an anderer Stelle wurde auf einen zur Stadt hin gerichteten Flurwind (Albtalwind) hingewiesen (s. a. Berg, a. a. O.). Ebenso bedeutsam für die Ventilation einer Stadt ist die Vertikalzirkulation (s. Berg, 1957, S. 117). Sie ist

⁷⁾ An die strukturellen Unterschiede in der Benutzung der Kfz früher und heute sei erinnert (früher: geschäftliche oder dienstliche Zwecke, heute: Wohlstandsmerkmal und Verkehrsmittel zum Arbeitsplatz).

für die Belastung der Straßen durch die dem Kfz-Verkehr entstammenden Luftverunreinigungen bedeutsam. Bei den von Ost nach West verlaufenden Straßen erwärmen sich die Dächer am stärksten. Ein Ersatz der von ihnen aufsteigenden Luft erfolgt durch Luftmassen aus gleicher Höhe über Straße bzw. Dächern. Innerhalb der Straße wird eine zweite Zirkulation ausgebildet, die nur einen geringfügigen Zustrom erhält von dem Zirkulationssystem über den Dächern. So steigt die an der Sonnenseite der Häuser erwärmte Luft empor, fließt zur Schattenseite und sinkt dort wieder ab. Dies aber bedeutet einen ständigen „Umlaufprozeß“ für die von den Kfz ausgestoßenen Auspuffgase, aufgewirbelten Staubteilchen usw. Die „Entlüftung“, zu der der obere Zirkulationsstrom beitragen sollte, wird fraglich, weil nur eine geringe Möglichkeit für eine echte „Lufterneuerung“ besteht.

In Straßen, die von Süd nach Nord verlaufen, verlagert sich der absteigende Luftstrom nach der Straßenmitte, während die Luft an den Häuserwänden aufsteigt. Dadurch aber werden Luftverunreinigungen aller Art, die früher bei weniger dichtem Kfz-Verkehr nur im Erdgeschoß zu spüren waren, bis in die höher liegenden Wohnungen getragen. Die Vertikalzirkulation wird damit in ihrer Wirkung ins Gegenteil verkehrt. Lästig und bei längerer Einwirkungsdauer schädlich wirkende Luftverunreinigungen werden nicht nur in Geschäfts- und Arbeitsräume, sondern auch in Wohn- und Schlafräume verfrachtet. Mit nächtlicher Abkühlung der Dächer fließen kühlere Luftmassen von ihnen in die Straßen und verdrängen die über der Asphaltdecke lagernde Warmluft. Was sich von der Seite des Stadtklimas aus als günstig erweist, führt hinsichtlich der Belastung von Landschaft und Mensch durch anthropogene Wirkungen zum Gegenteil.

Für Karlsruhe liegen in der Ost-West verlaufenden Kaiser- und der Süd-Nord verlaufenden Karlstraße, die durch Kfz sehr stark frequentiert werden, zwei Straßenzüge vor, in denen die eben geschilderten Zirkulations- und Ventilationsverhältnisse neben der erhofften „Lufterneuerung“ zunächst einmal viel stärker ein Aufwirbeln verunreinigter Luft verursachen. Der Vertikalzirkulation in diesen Straßen kommt eher eine negative als eine positive Wirkung zu.

Aus Verkehrszählungen geht hervor, daß die Kaiserstraße schon vor mehreren Jahren das Maximum der Belastungsfähigkeit mit 20 000 Kfz in 16 Stunden erreicht hatte. Die Folge war die Verlagerung eines großen Teiles des Verkehrs auf den Parkring, wobei Zunahmen bis 270 % festgestellt wurden. Diese Verkehrszunahme führte aber im Gebiet mit bis dahin niedrigem SO₂-Pegel zu deutlicher Zunahme der SO₂-Konzentration wie überhaupt zu stärkerer Luftverschmutzung.

Von Interesse ist noch, daß der nach Karlsruhe hereinströmende Kfz-Verkehr in den vergangenen 13 Jahren um mehr als das Doppelte gestiegen ist (Abb. 13).

Ergebnis:

Mit 1 Kfz/5 Ew hatte Karlsruhe 1963 den Bundesdurchschnitt erreicht, 1967/68 aber überschritten. Je Kfz stehen an Straßenfläche knapp 200 m², an Freifläche nur 1 700 m² zur Verfügung. Die das Stadtklima günstig beeinflussende Vertikalzirkulation führt durch die Belastung eng bebauter Straßenzüge durch die, dem Kfz-Verkehr entstammende Luftverunreinigungen zu für Wohlbefin-

den und Gesundheit der Verkehrsanwohner negativen Wirkungen. Für die West-Ost verlaufende Kaiserstraße ist das Maximum der Belastungsfähigkeit überschritten.

Folgerungen:

Die aufgezeigten stadtklimatischen Faktoren sollten städtebaulich und verkehrstechnisch berücksichtigt werden. Für die Kaiserstraße ist die Herausnahme des Kfz-Verkehrs zu erwägen. Auch die Pläne einer Vielfachnutzung der Kaiserstraße zwischen Durlacher- und Mühlburger Tor (Verlegung von Straßenbahn und Kfz-Durchgangsverkehr unter das derzeitige Straßenniveau, Kaiserstraße frei für Fußgängerverkehr, Überdachung der Kaiserstraße und damit Entstehung einer zweiten Geschäftsebene mit Parkplätzen) sollten verfolgt werden. Die den aus dem Süden nach Karlsruhe fließenden starken Verkehrsstrom aufnehmenden Straßenzüge (Herrenalber Straße, Ettlinger Allee) sind in geeigneter Weise mit öffentlichem Grün auszustatten. Aber auch für die den aus nördlicher und östlicher Richtung einfließenden Verkehr aufnehmenden Straßenzüge ist eine bessere und umfangreichere Begrünung vorzusehen.

1.35 Lärm

1.351 Allgemeines

Die Filterung von Staub ist wesentlich einfacher als die Abschirmung von Lärm. Kühn (a. a. O.) sieht deshalb in der Zusammenziehung der lärmerzeugenden Verkehrsarten innerhalb der Städte auf einige wenige Bänder, die weitgehend anbaufrei gehalten werden sollten, eine Möglichkeit der Abhilfe. Zwischen ihnen könnten dann ruhigere Inseln entstehen. Eine solche Zusammenziehung von einzelnen Verkehrslinien zum Verkehrsband wäre für den Kfz-Verkehr wertvoll, weil der durch ihn verursachte Lärm stoßweise und in verschiedenen Tonhöhen und Lautstärken auftritt. Bezüglich der Belastung des physischen, psychischen und sozialen Wohlbefindens des Menschen durch Lärm sei auf die einschlägige Literatur verwiesen (Meister, 1957; Karplus, 1957; Tischendorf, a. a. O. u. a.). Auch sollen mögliche städtebauliche Maßnahmen zur Lärminderung in diesem Zusammenhang nicht diskutiert werden (s. Meister, a. a. O. u. Meister, F. J. u. W. Ruhrberg, 1955).

Die Schallenergie wird bei freier Schallausbreitung nach jeder Verdopplung der Laufstrecke der Schallwelle auf den 4. Teil herabgesetzt. Durch Einschaltung größerer Freiflächen zwischen Schallquelle und Lärmschutzgebiet ist eine Reduktion des Lärmpegels zu erreichen (Jansen, 1961), wobei allerdings große Tiefen derartiger Freiflächen notwendig wären, die meist nicht verfügbar sind. Bestimmte Baumdichten und Wuchsformationen, quer zur Schallentwicklung in Staffeln, Riegeln oder mehreren Etagen, in genügender Breite angelegt, können zur Lärmdämmung eingesetzt werden (Siebert, 1958; Grzimek, G., 1965). Immergrüne Koniferen drücken den höherfrequenten Anteil der Verkehrsgeräusche stärker herab als die tieferen Frequenzen, Laubgehölze üben eine geringere Wirkung aus als Koniferenpflanzungen. Künstlichen Lärmschirmen (Mauern, Wälle) werden aussichtsreichere Schalldämmungen zugewiesen.

Nach Jansen (a. a. O.) soll in rein industriell besiedelten Gebieten der Lärm am Tage 60, nachts 50 Din-Phon nicht überschreiten. Auf die erst nach Abschluß der Arbeit bekannt gewordenen Untersuchungen von Beck (1968) über das artspezifische „Lärminderungsvermögen“ zahlreicher Pflanzenarten unter Berücksichtigung „gestaltungsbedingter Vegetationsstrukturen“ sei noch hingewiesen. Sie ergaben, daß „mit Pflanzungen eine wirksame Lärmbekämpfung bedingt möglich ist“. Verglichen mit Schutzpflanzungen erreichen freistehende Wände einen wesentlich höheren Wirkungsgrad, wobei deren Einsatz aber oft weder erwünscht noch durchführbar ist. Besonders in Wohn- und Erholungsgebieten können zur Absenkung des Lärms Schutzpflanzungen, kombiniert mit freistehenden Wänden und (oder) Erdwällen ratsam sein.

Alle derartigen Maßnahmen zur Lärmbekämpfung müssen aber „entsprechend lange vor Eintritt der Lärmsituation“ (Beck, a. a. O., S. 94) durchgeführt werden (s. dazu auch S. 130).

1.352 Lärmpegelmessungen in Karlsruhe

Noch in Abständen von 100 m von der Autobahn wurden an allen Meßpunkten (Abb. 11) mehr als 60 Din-Phon — auch bzw. gerade während der Nachtstunden gemessen.

Gezielte Lärmpegelmessungen liegen für Karlsruhe nicht vor. Ob die parallel zur Herrenalber Straße angelegten Wälle, die in erster Linie der Schaffung und Aufgliederung des Freizeitentrums in überschaubare und geschlossene Bezirke dienen sollten, einen wirksamen Lärmschutz darstellen, muß aufgrund der durchgeführten Messungen längs der Autobahn (s. o.) bezweifelt werden. Wegen anderen, wichtigeren Fragestellungen und wegen der Fülle von Spezialproblemen wurden keine eigenen Untersuchungen durchgeführt.

1.4 GRÜNFLÄCHEN

1.41 Allgemeines

Die Steinmeere der Großstädte zeichnen sich durch maximale Erwärmung aus. Die meist mehr oder weniger aufgelockerten Stadtrandgebiete ähneln dagegen dem Typ des sogen. „Waldlichtungsklima“, das neben sommerlichen Temperaturmaxima Spät- und Frühfröste und eine ausgesprochene Windschutzlage aufweisen kann. Grünanlagen zeigen im allgemeinen „einen gemäßigteren, feuchteren Typ“ (Blüthgen, a. a. O.). Die temperaturmindernde Wirkung der Grünanlagen ist bekannt. In einer reichen Durchgrünung dicht bebauter Stadtgebiete besteht die Möglichkeit, die sommerlichen Temperaturverhältnisse günstig zu beeinflussen. Die durch Temperaturdifferenzen entstehenden Austauschbewegungen führen zur Bildung eigener kleiner Windsysteme, die auch auf benachbarte bebauten Gebiete übergreifen können. Grünflächen und mit Gehölzen bestandene Grünanlagen besitzen eine erhebliche Reinigungskraft, die in den Bereich der staubbeladenen Luftströmungen reicht. Durch die u. U. bis in Rauchfahnenhöhe vorhandene Turbulenz über in ihrem Aufbau ungleichförmigen Waldbeständen kommt solchen Waldflächen in der Nähe von Industrie-

ballungsräumen wegen ihrer Ausfilterungswirkung noch besondere Bedeutung zu. So wurde in Leipzig ein staubbindender Einfluß des Auewaldes festgestellt. Seine Fläche stellt „eine Oase staubarmer Luft“ dar (Brezina, E. u. W. Schmidt, 1937). Kreuz (1952) weist in anderem Zusammenhang auf die starke Durchwirbelung der Luft und eine dadurch bewirkte Verringerung der Luftverunreinigungs-konzentration durch einzeln stehende Bäume oder Baumgruppen hin. Aber auch flächenmäßig sehr kleine Grünanlagen besitzen gegenüber ihrer Umgebung eine deutliche Staubfilterwirkung. Die im Innern einer Pflanzendecke vorhandene Luftruhe läßt eine hohe Sedimentation zu. Weiterhin führt die in Grünflächen aller Art höhere Luftfeuchtigkeit zu Anfeuchtung, Gewichtszunahme und damit rascherer Ablagerung der Staubteilchen. Im Gegensatz dazu sind nach Kühn (a. a. O.) die Grünflächen nicht in der Lage, die Luft durch chemische Umsetzungen zu säubern. Trotzdem: Grünflächen führen zur Reinigung des Aerosols. Aber „nicht dekoratives, sondern funktionelles Grün“ (Rainer, 1965) ist wichtig.

Grzimek (1965) weist auf die hygienische Leistungsfähigkeit einzelner Anpflanzungen hin, wobei die Frage der Maximierung jeder Funktion mit einer Minimierung der Kosten einhergehen sollte. Er stellt eine Bewertung der einzelnen Grünflächen auf und kommt zu dem Ergebnis, daß der „intensive Wuchs in drei Zonen“ (Kraut-, Busch- und Baumzone) die geforderten Leistungen bei geringen Pflegekosten und hohem Nutzwert in idealer Weise erfüllt.

1.42 Grünflächen in Karlsruhe

Abbildung 14 gibt im Zusammenhang mit Bebauungs- und Waldflächen einen Überblick. Es ergibt sich, daß trotz mancher Mängel von Karlsruhe als einer „Stadt im Grünen“ gesprochen werden kann.

1.43 Ergebnisse und Folgerungen

Das Gutachten Diem (s. o.) zeigte, daß sich Grünanlagen als Staubfilter auswiesen; der Staubniederschlag nahm größenordnungsmäßig ab. Im Bereich der Innenstadt wirkten sich Tier- und Stadtgarten, Nymphengarten und der gesamte Schloßbezirk, im Südwesten die an der Alb entlang der Bannwald-Allee vorhandenen Baumbestände günstig aus. Neben Erhaltung wurde Erweiterung der Grünanlagen empfohlen, davor gewarnt, Baumalleen dem Verkehr zu opfern und vorgeschlagen, den „im Westen der Stadt vorhandenen Grüngürtel (entlang der Hertzstraße, Steubenstraße, Lerchenstraße)“ . . . „nach Süden bis in die Bannwald-Allee“ weiter zu führen, weil er „die notwendige Abschirmung gegen das Industriegelände im Westen“ darstelle. Diese Empfehlungen wurden mißachtet (s. Baumalleen) und aus anderen Gründen bisher nicht verwirklicht.

Im Rahmen der Bundesgartenschau 1967 wurde nur der Bereich Stadtgarten zwischen Hauptbahnhof und City sowie der Schloßbereich grünplanerisch neu gestaltet. Folge dieser Maßnahmen ist ein seit 1968 feststellbares Siechtum wertvollen alten Baumbestandes, dessen Umfang heute noch nicht abgeschätzt werden kann. Unverständlich bleibt, daß das sogen. „Albgrün“ nicht mit in die Bundesgartenschau einbezogen wurde. Doch mögen dafür wohl erst später abgeschlossene Verkehrsplanungen maßgebend gewesen sein.

Im Zuge der Verbesserung der Verkehrsverhältnisse wurde weiterer wertvoller alter Baumbestand beseitigt, so z. B. in der Kaiserallee, der Hans-Thoma-Straße und an anderen Stellen. Mitte Mai 1969 wurden wertvolle und völlig gesunde Bäume (150-jährige Blutbuche und eine Kastanie) in der Bismarckstraße vor der Versorgungsanstalt des Bundes und der Länder ohne stichhaltige Begründung unter Mißachtung bekannter ökologischer Gegebenheiten gefällt. Der stehengebliebene Ahorn und eine einzelne Kastanie werden infolge Freistellung in absehbarer Zeit ebenfalls eingehen.

Unbedingt erforderlich ist die Schaffung eines Grünzuges in der Südstadt, der die Verbindung zu Stadtgarten und Beiertheimer Allee und über den Altbahnhof die ideale Verbindung zum neuen „Albgrün“ herstellen würde. Überhaupt sollte der Talraum der Alb nach der jetzt streckenweise erfolgten Verlegung der Alb bei Knielingen als große zusammenhängende Grünfläche (Erholungsfläche) mit Kleingärten, Kinderspielplätzen, Sportanlagen unter Berücksichtigung des möglichen Freizeitwertes dieser Landschaft nach dem Bau von Süd- und Nordtangente gewonnen werden. Auch wäre hier die Gelegenheit zur Führung des Hauptwanderweges nach Westen in die Rheinauwälder. Auf die Notwendigkeit den von Süden in die Stadt führenden Straßenzug Herrenalber Straße-Ettlinger Allee wegen bereits vorhandener und noch zu erwartender verstärkter Verkehrsbelastung mit öffentlichem Grün auszustatten, wurde bereits in Abschnitt III, 1. 323 hingewiesen.

Zu berücksichtigen ist für Karlsruhe noch, daß die Entfernung von den dichtest bebauten Stadtteilen: Südwest-, West- und Südstadt zu Wäldern und Feldern der Gemarkung 2,5 bis 3,5 km beträgt. Sie ist so groß, daß die Bewohner dieser Stadtteile für abendliche (Freizeit-) Spaziergänge, Rentner für ihre mitäglichen Ausgänge, Mütter mit Kindern und die Kinder mit ihren Spielen auf innerstädtische Grünanlagen angewiesen sind. Ihr weiterer Ausbau muß daher angeraten werden.

2. Wasserhaushalt

2.1 FLÄCHENMÄSSIGE VERÄNDERUNGEN DER FREIEN WASSERFLÄCHEN

Das Zahlenmaterial des Statist. Amtes der Stadt Karlsruhe läßt keine speziellen Schlüsse für unsere Zwecke zu, weil kurzfristige Veränderungen (Baggerseen, zeitweilig austrocknende Altrheinarme, künstliche Auflandungen der Altrheine) nicht erfaßt werden. Die Unterlagen des Städt. Liegenschaftsamtes weisen für Fischweiher und Teiche von 1938 (letzte Eingemeindungen) bis 1951 eine konstante Fläche von 7 ha, 1952 11,7 ha aus. Von 1953 an wurden alle Gewässer als „Seen, Flüsse, Bäche, Gräben“ zusammengefaßt.

2.2 OBERFLÄCHENGEWÄSSER

Unter den Gewässern im Stadtkreis spielen Alb, Rhein, Altrheine, Pfinz, Pfinz-entlastungskanal sowie die zahlreichen Baggerseen eine Rolle nicht nur wegen ihrer freien Wasseroberflächen, die im Verlauf der landschaftlichen Entwicklung der Stadt mehr oder weniger bedeutsame Veränderungen erfahren haben, sondern auch wegen ihrer Verschmutzung in bestimmten Abschnitten, weil diese in ökologischer und biologischer Hinsicht von Bedeutung ist im Blick auf erfolgte Veränderung der Biologie bestimmter Ökotope.

2.21 Die Alb

Es wurde ihr gesamter Verlauf von der Quelle oberhalb Herrenalb bis zur Mündung in den Rhein berücksichtigt. Erste eingehende chemische und biologisch-bakteriologische Untersuchungen erfolgten 1953, 1955 und 1958 durch die damalige Staatl. Lebensmitteluntersuchungsanstalt Karlsruhe.⁸⁾

Örtlich begrenzte Einzeluntersuchungen (1959 bis 1967) hatten ihre Ursache im Auftreten plötzlichen Fischsterbens, hervorgerufen durch Verschmutzungen eng abgrenzbarer Albwasserstrecken durch Industrieabwässer oder fahrlässig in den Flußlauf gebrachte, u. a. auch für Fische giftige Substanzen. In Einzelfällen wurde als Ursache für das Fischsterben Sauerstoffmangel angenommen. Der Fluß war wegen umfangreicher Verunreinigung nicht mehr in der Lage, eine erfolgreiche Selbstreinigung durchzuführen und das biologische Gleichgewicht von sich aus wieder herzustellen.

2.211 Untersuchungen am 27. 1. 1953

Untersuchungsstellen (Albverlauf s. Abb. 15):

1. Alb oberhalb Herrenalb bei der Badeanstalt
2. Alb rechter Arm gegenüber dem Tbc-Heim bei Frauenalb
3. Alb rechtes Ufer unterhalb der Brücke bei Marxzell
4. Alb unterhalb der Eisenbahnbrücke bei Spinnerei und Weberei Ettlingen.
Auf Oberfläche etwas Öl, Wasser leicht trüb.
5. Alb rechtes Ufer gegenüber Rathaus Ettlingen.
6. Alb rechtes Ufer bei Dorfeingang Rüppurr. Wasser grau-grünlich, viel abtreibende kleine Pilzflocken.
7. Alb rechtes Ufer unterhalb Brücke bei Kirche Dammerstock. Wasser grau-grünlich, Flockentreiben.
8. Alb linkes Ufer unterhalb Brücke Bulach, oberhalb Kühler Krug, Wasser bräunlich-grünliche Färbung, getrübt, starkes Flockentreiben,
9. Alb rechtes Ufer gegenüber Knielingen, keine äußeren Beobachtungen.

⁸⁾ Herrn Oberreg. Chemierat Dr. Ebeling sei für die Erlaubnis zur Durcharbeitung des betr. Aktenmaterials bestens gedankt.

Unters. Stelle	Zeit der Entnahme	Wassertemp. °C	Lufttemp. °C
1	9,00 Uhr	+ 3,0	- 1,5
2	10,30	+ 4,0	± 0,00
3	11,00	+ 4,2	+ 0,6
4	14,00	+ 4,9	+ 1,8
5	15,00	+ 5,0	+ 2,5
6	16,00	+ 4,8	+ 1,7
7	17,00	+ 4,2	+ 2,2
8	17,30	+ 4,1	+ 1,7
9	18,30	+ 9,7	+ 1,6

2.212 Chemische Untersuchungen (Tab.12)

Die geringe Sauerstoffzehrung weist auf guten und ausgeglichenen Sauerstoffhaushalt hin. Ihr Ansteigen ist erstes Anzeichen für eine Abwasserbelastung. Auch der Kaliumpermanganatverbrauch zeigt deutlich die Veränderung des Abwassers vom reinen Quellwasser zu dem mit Abwässern belasteten Flußwasser.

2.213 Biologisch-bakteriologische Untersuchungen

USt 1

Keimzahl/cm³ : 40

Bact. Coli (Escherich) Migula/cm³:0

Trübung bzw. prozentuale Lichtabsorption: 0,8 %

Planktonprobe:

Niedere Wasserpilze⁹⁾

Viele Diatomeen, besonders Gomphonema constrictum Ehr.

Pfahlkratzerprobe:

Planaria alpina Dana

Larven von Odonaten

Hydrachnellae

Gammarus pulex (L.), Einzelexemplar

Beurteilung:

Bei Pfahlkratzerproben Organismen, die für Reinheit des Gewässers sprechen. Planktonprobe zeigt Diatomeen als Indikatoren für reines Wasser. Steine mit deutlichem braunen Diatomeenbewuchs, Bakterienzahl gering, Gleichgewicht zwischen organischer Substanz und Individuen nicht gestört. Häusliche Abwässer wurden nicht aufgenommen, da Colibakterien fehlen.

USt 2

Keimzahl/cm³: 0

Bact. Coli (Escherich) Migula/cm³: 0

Prozentuale Lichtabsorption: 0,5 %

⁹⁾ Gemeint sind wohl Chlamydobacteriales.

Station Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Art d. Unters.									
Abfiltrierbare Schwebstoffe je 1 H ₂ O	-	-	-	4,2	14,8	24,2	8,3	11,1	12,8
O ₂ -Sättigung mg/l O ₂	13,42	13,06	12,99	12,76	12,73	12,8	12,99	13,03	11,35
O ₂ -Sättigung sofort	13,57	13,13	13,0	12,6	12,7	11,3	9,4	8,5	7,7
O ₂ -Sättigung nach 2 Tagen	12,1	11,9	12,2	9,8	8,4	7,8	8,5	4,0	0
O ₂ -Zehrung	1,5	1,2	0,8	2,8	4,3	3,5	0,9	4,5	7,7
O ₂ -Defizit	-	-	0,03	0,1	0,07	1,5	3,59	4,53	3,63
O ₂ -Übersättigung	0,15	0,07	-	-	-	-	-	-	-
pH	6,5	6,7	6,7	7,6	6,7	6,7	6,8	6,9	7,1
Alkalität cm ³ n/10 HCl/l	1,9	2,9	3,4	5,3	5,8	5,8	5,8	15,6	22,8
Gesamthärte °DGH	1,5	2,1	2,0	2,0	2,6	2,7	2,6	6,6	9,5
Karbonathärte °DKH	0,6	0,8	1,0	1,5	1,6	1,6	1,6	4,3	6,4
KMnO ₄ mg/l	4,1	3,7	4,0	10,8	11,4	7,7	6,1	9,6	26,7
Chloride mg/l Cl	4,5	5,0	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5	17,0	37,0
Sulfat mg/l SO ₄	Spuren	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	schwach	vorh.
Ammoniak mg/l NH ₃	Spuren	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	0,5
Nitrit mg/l NO ₂	0	0	0	0	0	0	0	Sp.	Sp.
Nitrat mg/l NO ₃	5,0	4,0	2,9	4,4	5,7	6,7	3,5	3,7	6,2
Phosphat mg/l PO ₄	Spuren	0,125	0,125	0,125	0	Sp.	Sp.	Sp.	0,125

Tabelle 12: Alb-Untersuchung am 27.1.1953 Erläuterungen im Text.

Planktonprobe:

Diatomeae (typ. Winterplankton)
Gomphonema constrictum Ehr.
Navicula radiosa var. tenella (Bréb.) Grun.
Cymbella ventricosa Kütz
Navicula rhynchocephala Kütz, daneben
Oscillatoria spec. De Candolle

Pfahlkratzerprobe:

Limnaea (Radix) auricularia L.
Apatania muliebris Mc. Lachl.
Anabolia hervosa Leach
Larven von Odonaten
Chironomus plumosus L.

Beurteilung:

Organismen zeigen Verunreinigung der Alb an, doch ist Selbstreinigung so weit fortgeschritten, daß Gebiet der USt 2 als schwach β -mesosaprob bezeichnet werden kann. Chemisch ist dies durch Erhöhung des Nitratwertes und durch relative Erniedrigung des Kaliumpermanganatverbrauchs angezeigt. Bakteriologischer Befund ist gut, Keine Colibakterien. Gute Belüftung und Strömung. Pflanzliche Mikroorganismen können sich nicht nur artenmäßig, sondern auch in der Population zahlreich entfalten. In der Mitte auf Steinen viele Rasen von Chlorophyceae.

USt 3

Keimzahl/cm³: 160
Bact. Coli (Escherich) Migula/cm³: 50
Prozentuale Lichtabsorption: 0,2 %

Planktonprobe:

Phycomycetes

Pinularia viridis (Nitzsch) Ehr.
Synédra ulna (Nitzsch) Ehr.
Navicula rhynchocephala Kütz
Cymbella ventricosa Kütz
Brachionus urceus L.
Pinuspollen, Holzschliff und Faulschlamm

Pfahlkratzerprobe:

Leptocerus fulvus Ramb.
Hydrachnellae
Verschiedene Odonatenlarven
Trichopterenlarven
Rhithrogena semicolorata Curt.

Beurteilung:

Organismen deuten auf stärkere Verunreinigung, Colibakterien auf fäkale Verunreinigung. Erhöhter Anteil von Verunreinigungen ist aus der chemischen Analyse weniger deutlich, jedoch vermehrte Entwicklung von Cyanophyceen auf Steinen und Schlamm.

Gebiet der USt 3 β -mesosaprob.

USt 4

Keimzahl/cm³: 5 320

Bact. Coli (Escherich) Migula/cm³: 100

Prozentuale Lichtabsorption Wasseroberfläche: 1,2 %

in 20 cm Tiefe: 1,0 %

Planktonprobe:

Sehr viel Baumwoll-, Woll- und Zellulosefasern

Synedra ulna (Nitzsch) Ehr.

Melosira varians C.A.Ag.

Surirella biseriata Bréb.

Cymbella spec. Kütz

Mastigophora (Flagellata)

Closterium acerosum (Schrank) Ehr.

Bandförmige Chlorophyceae

Paramecium caudatum Ehrenb.

Arcella vulgaris Ehrenb.

Oscillatoria spec. De Candolle

Holzschliff

Menschenhaare

Pfahlkratzerprobe:

Gammarus pulex (L.), reichlich

Herpobdella spec. Blain.

Anabolia nervosa Leach

Leptocerus fulvus Ramb.

Beurteilung:

Organismen deuten auf stärkere Verunreinigung hin, vor allem durch Industrieabwässer. Starke Bakterienentwicklung vermutlich durch alkalische Reaktion des Wassers begünstigt. Die vorkommenden Organismen, wie auch der dichte Ufer- und Bodenbewuchs lassen Einstufung des Gebietes der UST 4 als β -mesoaprob zu.

UST 5

Keimzahl/cm³: 3 080

Bact. Coli (Escherich) Migula/cm³: 2 520

Prozentuale Lichtabsorption: 7 %

Planktonprobe:

Sphaerotilus natans Kütz

Colpidium colpoda Stein

Chilodonella cucullulus Ehrenb.

Bakterienkolonien ähnl. *Pelagloea* Lauterborn (Chlorobacteriae)

Synedra ulna (Nitzsch) Ehr.

Melosira varians C.A.Ag.

Sehr viel Fasern, Holzschliff

Pfahlkratzerprobe:

Sphaerotilus natans Kütz

Asellus aquaticus (L.)

Beurteilung:

Im Ettlinger Stadtgebiet liegt mit eine der stärksten Verunreinigungszone der Alb. Die hohe prozentuale Lichtabsorption erklärt das Fehlen von Algen; an Steinen und Ufern ein dichter Bewuchs von Chlamydobacteriales; in ihnen Massen von Ciliophora. Die Colibakterien deuten auf Fäkalabwässer.

Das Gebiet kann als α -mesosaprob bezeichnet werden.

UST 6

Keimzahl/cm³: 1 540

Bactl. Coli (Escherich) Migula/cm³: 320

Prozentuale Lichtabsorption: 6,5 %

Planktonprobe:

Viele Fasern und Tierhaare

Vorticella spec. Ehrb.

Chilodonella uncinata Ehrb.

Viele Mastigophora (Flagellata)

Sphaerotilus natans Kütz

Oscillatoria spec. De Candolle

Pfahlkratzerprobe:

Fontinalis antipyretica L. ap. Hedwig

Sphaerotilus natans Kütz

Faulschlamm

Beurteilung:

Die Organismen deuten auf vorgeschrittenen Abbau der Verunreinigungen hin. Im Flußbett sind schon höhere Wasserpflanzen feststellbar, deren Oberflächen stark verpilzt sind. Pflanzliches Plankton ist kaum noch zu ermitteln. Am Grund des Flußbettes Faulschlamm mit Geruch nach Schwefelwasserstoff. Das Gebiet der USt kann als α -mesosaprob bezeichnet werden.

UST 7

Keimzahl/cm³: 840

Bact. Coli (Escherich) Migula/cm³: 50

Prozentuale Lichtabsorption: 3,5 %

Planktonprobe:

Sphaerotilus natans Kütz

Mastigophora (Flagellata)

Melosira varians C.A.Ag.

Chilodonella uncinata Ehrb.

Fasern. Holzschliff

Pfahlkratzerprobe:

Chironomus plumosus L.

Beurteilung:

Der Rückgang der prozentualen Lichtabsorption auf 3,5 % ist nicht durch einen Abbauprozess erfolgt, sondern durch Verdünnung des Albwassers durch kleinere Zuflüsse.

Die Zahl von 840 Keimen deutet an, daß der Selbstreinigungsprozess noch nicht beendet ist. Freiwerdende Mineralien werden vornehmlich durch Flagellaten verwertet. Ufer und Sohle sind reichlich mit Sphaerotilus natans Kütz bewachsen.

Das Gebiet der USt kann als α -mesosaprob bezeichnet werden.

UST 8

Keimzahl/cm³: 2 660

Bact. Coli (Escherich) Migula/cm³: 1 500

Prozentuale Lichtabsorption: 3,5 %

Planktonprobe:

Sphaerotilus natans Kütz
Synedra ulna (Nitzsch) Ehr.
Melosira varians C. A. Ag.
Vorticella spec. Ehrb.
Chilodonella uncinata Ehrb.
Fasern, Tier- und Menschenhaare
Pfahlkratzerprobe:

Sphaerotilus natans Kütz
Asellus aquaticus (L.)
Beurteilung:

Deutliche Zunahme der Verunreinigung durch häusliche Abwässer. Mit dem Anstieg des Kaliumpermanganatverbrauchs u. der Sauerstoffzehrung geht eine Erhöhung der Keimzahl einher. Vorherrschend sind Ciliophora und Chlamydo-bacteriales.

Im pflanzlichen Plankton finden sich nur 2 Diatomeen. Fasern sind in geringer Menge, Tier- und Menschenhaare dagegen häufig vorhanden. Das Gebiet der USt 8 kann als α -mesosaprob bezeichnet werden.
USt 9

Bact. Coli (Escherich) Migula/cm³: fehlen
Prozentuale Lichtabsorption: 3,5 %
Planktonprobe:

Sphaerotilus natans Kütz
Vorticella spec. Ehrb.
Asterionella formosa Hassall
Melosira varians C. A. Ag.
Fragillaria crotonensis Kitton
Synedra ulna (Nitzsch) Ehr.
S. acus var. angustissima Grun.
Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz
Amoebina
Oscillatoria rubescens De Candolle
Pfahlkratzerprobe:
Fehlt wegen Dunkelheit.
Beurteilung:

Es treten Organismen auf, die zum typischen Rhein- oder Bodenseep plankton gehören. Sie vertrugen, mit dem zur Kühlung verwendeten Rheinhafenwasser zum E-Werk gepumpt, die erhöhten Temperaturen und die Turbulenz; alle Organismen waren lebend! Oscillatoria rubescens De Candolle, ein typischer Vertreter des Zürichsees, gelangte in den Rhein und erhielt sich am Leben. Die Bereicherung der Alb mit diesen Organismen ist sehr wertvoll, weil durch sie das normale Gleichgewicht im Fluß wieder hergestellt wird, zumal auch die erhöhte Temperatur einen rascheren Abbau ermöglicht. Der Anstieg des Kaliumpermanganatverbrauchs hängt ursächlich mit den eingeleiteten Abwässern aus den Rheinhafenanlagen zusammen.

2.214 Biologische Gesamtbetrachtung

2.2141 Bakteriologie

Der Anstieg der Keimzahlen bedeutet eine zunehmende Belastung. Die höchsten Werte werden nicht in Ettlingen, sondern schon vorher nach Einleitung der Spinnereiabwässer erreicht. Fäkalabwässer machten sich erstmals in Marxzell durch Colibakterien bemerkbar.

2.2142 Phytoplankton, Bewuchs, Prozentuale Lichtabsorption

In Herrenalb erfolgte durch Huminstoffe eine schwach braune Färbung des Wassers. Durch Industrieabwässer (Farbwässer) nahm die Trübung zu. Damit ging eine Abnahme des Phytoplanktons einher. Voraussetzung für die Selbstreinigung ist neben den Organismen der Sauerstoff. Je flacher ein Fluß ist und je größer seine Fließgeschwindigkeit, desto größer ist die Bereicherung mit Sauerstoff aus der Atmosphäre. In einem tieferen, langsam fließenden Fluß erfolgt nur geringe Umwälzung. Deshalb müssen dort Phytoplankton und Makrophyten mit für den Ersatz der durch tierische Organismen und den beim bakteriellen Abbau organischer Substanzen verbrauchten Sauerstoff sorgen. Da aber auch die Produktion des Phytoplanktons von der für die Assimilation zur Verfügung stehenden Lichtmenge abhängig ist, ist die „Klarheit“ eines Flusses von Bedeutung. In Herrenalb ergab eine reiche Algenvegetation mit guten Belichtungsverhältnissen eine Übersättigung des Wassers mit Sauerstoff. Auch kurz vor Ettlingen war genügend Phytoplankton vorhanden, im Flußbett sehr viel Wasserpflanzen; Übersättigung mit Sauerstoff wurde nicht mehr festgestellt. Die Bakterienzahlen deuten auf vermehrten Abbau. In Ettlingen waren fast keine Algen mehr feststellbar.

2.2143 Zooplankton und Standortorganismen

Der Abnahme des Phytoplanktons entspricht eine Zunahme der Zooplanktons. Seine Hauptvertreter sind bakterienfressende Wimper- und Rädertierchen (Ciliophora und Rotatoria). Sie wurden damit Indikatoren für die zunehmende Verunreinigung der Alb. Die ausgesprochenen Rheinwasser-Organismen, wie Libellenlarven verschwanden und machten weniger anspruchsvollen Tieren Platz, die sogar zeitweise völligen Sauerstoffschwund vertragen können. Im Mittellauf war der Bachflohkrebs (*Cammarus pulex* (L.)) noch häufig, im Unterlauf fast nur noch die weniger anspruchsvolle Wasserassel (*Asellus aquaticus* (L.), s. a. 2.218).

2.2144 Fischerei

In fischereilicher Hinsicht kann die Alb in 4 Zonen eingeteilt werden:

a) von Herrenalb bis unterhalb Marxzell

Trotz Abwassereinleitung befindet sich der Fluß im biologischen Gleichgewicht. Tierische Standortorganismen erlauben die fischereiliche Nutzung.

b) Von Etzenrot bis Rüppurr

Die Einleitung von häuslichen und industriellen Abwässern läßt bis vor Ettligen noch eine fischereiliche Nutzung zu. Ab Ettligen ist diese nur noch sehr schwierig.

c) Von Rüppurr bis unterhalb des E-Werks

Die Selbstreinigung der Alb nimmt zu, wird aber in Bulach durch erneute Abwassereinleitung gehemmt. Eine fischereiliche Nutzung ist möglich, da die Alb in diesem Gebiet viel Futtertiere enthält (z. B. Chironomuslarven), vorausgesetzt, daß keine sauerstoffzehrenden Substanzen oder ausgesprochene Fischgifte mit den Abwässern eingeleitet werden. Unterhalt des E-Werks erhält die Alb neben wärmerem Verdünnungswasser neues Phytoplankton.

d) Von Honsellbrücke bis zur Albmündung

Viele organische, fäulnisfähige Substanzen gelangen aus den Rheinhafenanlagen in die Alb.

Diese Untersuchungen zeigen nur die winterlichen Verhältnisse auf. Sie sind in der wärmeren Jahreszeit deutlich verändert.

2.215 Untersuchungen am 1.8.1955 (Tab. 13)

Das Albwasser war im Oberlauf klar und ohne Schwebestoffe. Schon bei Frauental trat eine leichte Trübung auf, die sich in Ettligen verstärkte und bei Leopoldshafen nur noch eine Sichttiefe von 30 cm zuließ. Während die Menge der absehbaren Schwebestoffe bis zur Spinnerei Ettligen gering war, nahm sie dann auf $300 \text{ cm}^3/\text{m}^3$ zu. In der Hauptsache wurden abtreibende Pilzflocken festgestellt. Am Erlengraben waren es immer noch $100 \text{ cm}^3/\text{m}^3$. Flußabwärts wurden sie geringer als Folge des Absetzens und des allmählichen Zerreibens der Flocken. Die Verunreinigung durch schlammbildende Stoffe setzte schon im Stadtgebiet von Ettligen ein. Oberhalb der Honsellbrücke setzten sich ungelöste Stoffe einer Steinschleiferei wegen der geringen Fließgeschwindigkeit ab und führten zur Bildung von Schlammbanken.

Der Sauerstoffhaushalt war bis zur Spinnerei Ettligen bei geringem Sauerstoffdefizit und geringer Sauerstoffzehrung ausgeglichen. In Ettligen wurde als Folge der oberhalb Ettligen in der Alb vorkommenden Pflanzenbestände eine geringe Sauerstoffübersättigung festgestellt. Dann feststellbare hohe Sauerstoffzehrung infolge Belastung der Alb mit sauerstoffverbrauchenden Stoffen. Das Defizit von $0,5 \text{ mg}/1 \text{ O}_2$ an der Mündung ist auf städtische Abwasser und auf die zwischen alter Mündung und Leopoldshafen abgelagerten Schlammstoffe zurückzuführen. Der Kaliumpermanganatverbrauch nimmt allmählich zu. Der Wert vor dem Leopoldshafener Hafen deutet auf starke bis sehr starke Verunreinigung hin. Das Fehlen von Nitrit weist darauf hin, daß der verfügbare Sauerstoff von den Abwässern verbraucht wurde.

Im Vergleich zu früheren Untersuchungen hat die Verschmutzung der Alb im Stadtgebiet so stark zugenommen, daß sie bedrohlich für die Gesundheit der in ihrer Nähe Erholung suchenden Stadtbevölkerung ist. Die Alb muß als übelriechende Kloake bezeichnet werden, in der fast kein Fischleben mehr vorhanden ist. Zugleich stellt sie eine Quelle für die Mückenplage dar.

Wertung: Geringe fischerei- und wasserwirtschaftliche Bedeutung der Alb.

Station Nr. Art der Untersuchung	1 Alb oberhalb Herrenalab	2 Alb bei Frauenalab	3 Alb bei Marxzell	4 Alb Mühlgr. Neurod	5 bei der Spinne- rei Ettligen
Lufttemperatur in °C	21,0	26,0	25,0	26,0	25,0
Wassertemperatur in °C	14,4	15,8	16,6	15,0	14,6
Abgiebbare Schwebestoffe cm ³ /m ³	20	10	20	15	10
Sichttiefe in m	bis Grund	bis Grund	b. Grund	b. Grund	b. Grund
Sättigung mg/l O ₂	9,8	9,7	9,6	10,0	10,1
Übersättigung mg/l O ₂	-	-	-	-	-
Defizit mg/l O ₂	-	0,4	0,4	0,1	0,5
Sofort mg/l O ₂	9,8	9,3	9,2	9,9	9,6
Nach 48 Stunden mg/l O ₂	8,9	7,9	7,9	8,7	8,5
Zehrung mg/l O ₂	0,9	1,4	1,3	1,2	1,1
pH-Wert	6,5	6,5	6,5	6,8	6,9
Alkalität cm ³ n/10 HCl/1	2,0	4,0	3,0	5,0	6,0
Gesamthärte °DGH	3,2	3,0	2,8	2,9	3,2
Karbonathärte °DKH	0,6	1,1	0,8	1,4	1,7
Nicht-Karbonathärte °DNKH	2,6	1,9	2,0	1,5	1,5
KMnO ₄ -Verbrauch mg/l KMnO ₄	6,8	7,5	8,3	10,1	8,6
Chloride mg/l Cl	4,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Ammoniak mg/l NH ₄	0,05	0,05	Spur	0,05	0,05
Nitrit mg/l NO ₂	0,02	0,06	0,05	0,04	0,03
Sulfat mg/l SO ₄	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle 13: Alb-Untersuchung am 1. 8. 1955, Erläuterung im Text

Station Nr.	1	2	3	4	5
Art der Untersuchung	21	20	22	22	23
Lufttemperatur °C	12,0	13,0	13,4	13,6	13,5
Wassertemperatur °C	16,30	16,00	15,30	15,00	14,30
Zeit der Untersuchung, Uhr	16,30	16,00	15,30	15,00	14,30
Absiebbare Schwebestoffe cm ³ /m ³	20	40	20	20	30
Sichttiefe in m	bis Grund	b. Grund	b. Grund	b. Grund	b. Grund
O ₂ -Sättigung %	106	105	103	104	108
O ₂ -Sättigung mg/l O ₂	9,9	9,85	9,8	9,8	9,9
O ₂ -Sättigung sofort	10,5	10,3	10,1	10,3	10,7
O ₂ -Sättigung nach 48 Stunden	10,6	8,5	9,7	8,8	9,4
O ₂ -Zehrung in 48 Stunden	-	1,8	0,4	1,5	1,3
pH	5,8	6,3	6,5	6,5	6,5
Alkalität cm ³ n/10 HCl/1	2,0	4,0	3,0	5,0	4,0
Gesamthärte °DGH	1,0	1,6	1,2	1,4	1,5
Karbonathärte °DKH	0,6	1,1	0,8	1,4	1,1
Nicht-Karbonathärte °DNKH	0,4	0,5	0,4	-	0,4
KMnO ₄ -Verbrauch mg/l KMnO ₄	7,8	8,8	8,8	7,8	10,0
Chloride mg/l Cl	3,8	5,4	5,1	6,1	6,1
Ammoniak mg/l NH ₄	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Nitrit mg/l NO ₂	0	0	0	0	0
Sulfat mg/l SO ₄	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur
Bact. Coli in 1 ml H ₂ O nach 24 Std. bei 41 °C	2	250	72	35	550

Tabelle 14: Alb-Untersuchung am 19. 5. 1958, Erläuterungen s. im Text

6	7	8	9	10	11	12
Alb i. Ettlingen Rath.	Umgeleitete Alb, Erlengr.	Alb unterh. Malscher Landgr.	Alb, li. Ufer oberh. Honsellbr.	Alb unterh. Knielingen	Alb vor d. Leopoldshaf. Haf.	Malsch. L. - gr. v. d. Br.
24,0	22,0	21,0	17,7	17,5	-	21,0
16,6	16,1	15,8	16,0	17,7	20,0	17,5
300	100	20	20	30	-	5
b. Grund	0,60	b. Grund	0,80	0,75	0,30	b. Grund
9,7	9,8	9,9	9,9	9,5	9,1	9,5
0,7	-	-	-	-	-	-
-	0,8	1,0	2,4	3,5	8,6	3,7
10,4	9,0	8,9	7,5	6,0	0,5	5,8
2,9	5,5	5,0	0,5	3,2	-	3,9
7,5	3,5	3,9	7,0	2,8	-	1,9
6,7	6,9	7,2	7,0	7,1	7,1	7,4
7,0	8,0	9,0	11,0	17,0	31,8	24,0
3,6	2,8	3,4	4,0	6,0	9,9	8,4
2,0	2,2	2,5	3,1	4,8	9,0	6,7
1,6	0,6	0,9	0,9	1,2	0,9	1,7
18,4	10,3	12,3	12,1	16,7	42,1	24,9
9,0	8,0	8,5	12,0	31,0	46,0	14,0
0,5	0,1	0,1	0,25	0,1	4,3	0,15
0,03	0,03	0,05	0,03	0,05	0,0	0,1
0,0	0,0	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur

6	7	8	9	10	11
21,5	20	19	20	19	17
13,5	12,7	12,8	12,6	14,8	12,8
12,30	12,00	11,30	11,00	10,00	9,00
20	35	25	22	22	20
b. Grund	ca. 1,0	b. Grund	0,80	0,90	0,60
111	113	113	105	96	85
9,9	10,1	10,1	10,1	9,7	10,1
11,0	11,5	11,5	10,7	9,3	8,6
9,2	9,3	9,9	9,6	7,1	2,1
1,8	2,2	1,6	1,1	2,2	6,5
6,5	6,5	6,5	6,8	7,2	7,2
5,0	5,0	5,0	7,0	20,0	24,0
1,5	1,6	1,7	2,8	7,0	7,9
1,4	1,4	1,4	2,0	5,6	6,7
0,1					
	0,2	0,3	0,8	1,4	1,2
8,7	9,5	8,7	9,9	33	36
6,3	5,6	6,0	6,1	34	31
0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	3,0
0	0	0	0,02	0,04	0,1
Spur	Spur	Spur	Spur	vorh.	vorh.
270	280	26	120	160	1100

Sie ist nur noch für wenige Mühlen und Triebwerke von Kleinindustrien Energiepender durch Ausnutzung ihres Gefälles. In Spinnereien und Webereien wird das Wasser der Alb als Kühlwasser benutzt.

2.216 Untersuchung am 19.5.1958 (Tab. 14)

Untersuchungsstellen: (Abb. 15)

1. Alb oberhalb Herrenalb bei der Badeanstalt, Wasser klar, gute Sicht bis Grund. Grüne Pflanzen fehlen.
2. Alb bei Frauenalb, Wasser schwach getrübt, bei kräftiger Strömung Sicht bis Grund.
3. Alb bei Marxzell, kräftig strömender Gebirgsbach, mit grünen Pflanzen.
4. Alb bei Fischweier, grau-grünliche Oberflächenfärbung, Sicht bis Grund, bei ca. 1 m Forellen beobachtbar.
5. Alb unterhalb der Spinnerei Ettlingen. Wasser klar, etwas Ungelöstes treibt ab. Öl nicht sichtbar. Grüne Unterwasserpflanzen. Fließgeschwindigkeit 1 m/sec.
6. Alb in Ettlingen gegenüber Rathaus. Färbung grau-grünlich. Flocken und Öl nicht vorhanden, Sicht bis Grund, grüne Pflanzen fehlen. Verglichen mit früheren Untersuchungen ist eine Verbesserung der äußeren Beschaffenheit eingetreten.
7. Alb an der Brücke bei Rüppurr. Wasser grünlich, Sicht bis Grund bei ca. 1 m. Öl und Flocken treiben nicht ab.
8. Alb an der Brücke in Bulach. Fischbrut beobachtbar, sonst wie bei Rüppurr.
9. Alb oberhalb der Honsellbrücke. Wasser grau-grünlich getrübt. Sichttiefe ca. 0,80 m. Keine Flocken. Nach Abwässern aus Steinschleiferei, die unterhalb der Brücke bei Daxlanden eingeleitet werden, deutliche anhaltende Trübung. Die oberhalb dieser Einleitung vorhandenen grünen Pflanzen verschwinden.
10. Alb unterhalb Knielingen. Wasser bräunlich, Geschwemmsel treibt ab, laufend etwas Öl; Pilzflocken nicht vorhanden.
11. Alb an der Brücke in Höhe Eggenstein. Wasser grau-grünlich, Fließgeschwindigkeit ca. 0,8 m/sec. Keine Flocken oder Schlammfladen.

Der verhältnismäßig gute Befund der äußeren Beschaffenheit des Albwassers nach Aufnahme der Städt. Kanalisation aus Neureut ist offensichtlich dadurch bewirkt, daß am Alb-Durchfluß in Höhe des Rhein-km 368,0 Rheinwasser in kräftigem Fluß zur Alb strömte. Der Pegel im „Kleinen Bodensee“ zeigte vor dem Albdurchlaß bei 101,63 m eine Sichttiefe von ca. 0,60 m.

2.2161 Chemische Untersuchung

Gehalt an absiebbaren Schwebestoffen unterhalb Herrenalb, unterhalb Spinnerei Ettlingen, unterhalb Ettlingen etwas höhere Werte als bei den oberhalb gelegenen Untersuchungsstellen, aber keine überhöhten Werte. In und unterhalb Ettlingen Besserung des Aussehens, kein abtreibendes Öl, keine Flocken bzw. Fasern. Sichttiefe befriedigend. Bei Eggenstein machte sich die Zuleitung von

Rheinwasser günstig bemerkbar. Anfänglich geringe Sauerstoffübersättigung, von Spinnerei Ettlingen bis Bulach zunehmend, vermutlich durch die vorhandenen Unterwasserpflanzenbestände. Von Bulach flußabwärts laufend geringer werdender Sauerstoffgehalt, der aber auf der ganzen Strecke ausreichend bleibt. Die Sauerstoffzehrung in 48 Stunden bis herab nach Knielingen mit zufriedenstellendem Verlauf. Der Wert von 6,5 mg/l in Höhe Eggenstein ist durch die städt. Abwässer von Karlsruhe bedingt. Kaliumpermanganatverbrauch bis zur Honsellbrücke niedrig. Die höheren Werte in Knielingen und Eggenstein sind bedingt durch Rheinwasser, Abwässer aus Karlsruhe, Knielingen und städt. Abwässer aus Kläranlagen aus Neureut. Innerhalb der Strecke bis zur Honsellbrücke verzeichnen die Untersuchungsstellen 5,7 u. 9 höhere Werte. Chloridgehalt unterhalb Herrenalb von 3,8 auf 5,4 mg/l Cl ansteigend; bis Honsellbrücke nur wenig Änderung. Durch Rheinwasser und sonstige Zuflüsse wurde der Wert flußabwärts auf mehr als 30 mg/l erhöht.

Durch Anschluß verschiedener Industriebetriebe in Ettlingen an das städt. Kanalisationsnetz erfolgte eine Entlastung der Alb von Abwässern.

2.2162 Bakteriologische Untersuchungen

Die Bestimmung des Gehaltes an Bacterium Coli zeigt die Belastung mit Fäkalwässern. Oberhalb Herrenalb wurden aus 1 ml Albwasser 2 Kolonien, durch Zuflüsse aus Herrenalb bei Frauenalb dagegen 250 Kolonien festgestellt. Bis nach Fischweier ist wieder eine Abbaustrecke vorhanden, bei der die Zahl der Kolonien auf 35/ml fiel. Dann aber erfolgte ein Anstieg weit über die in hygienischer Hinsicht tragbare Grenze (50 bis 100). Zwischen Rüppurr und Bulach erfolgte wiederum Abbau, darauf Zunahme, die, verursacht durch städt. Abwässer, mit 1100 Kolonien je 1 ml den höchsten Wert erreichte.

2.217 Untersuchungen 1968/69

Die eigenen, zunächst aus technischen Gründen auf Wasserpflanzen und -tiere beschränkten Untersuchungen ließen in Verbindung mit den parallel gelaufenen chemisch-physikalischen Analysen die Einteilung der Alb nach dem revidierten Saprobien-system zu und ermöglichten wertvolle Schlußfolgerungen. Sie fanden Ergänzung und Bestätigung durch die auf tierische und pflanzliche Einzeller bezogenen Untersuchungen. Angaben s. Anhang 3.

2.2171 Biologisch-ökologische Untersuchungen

Abbildung 15 gibt die Lage der Untersuchungsstellen an.

USt 1 = A Alb, linkes Ufer oberhalb Herrenalb bei der Badeanstalt

USt 2 = B Alb rechter Arm gegenüber Tbc-Heim bei Frauenalb, rechtes Ufer

USt 3 = C Alb linkes Ufer unterhalb Brücke bei Marxzell

USt 4 = D Alb, unterer, nicht kanalisierter Arm auf Höhe Busenbach, rechtes und linkes Ufer

USt 5 = E Alb, linkes Ufer unterhalb Eisenbahnbrücke bei Spinnerei und Weberei Ettlingen

USt 6 = F Alb, rechtes Ufer gegenüber Rathaus Ettlingen

- USt 7 = G Alb, rechtes Ufer Dorfeingang von Rüppurr
 USt 8 = H Alb, linkes Ufer unterhalb Brücke bei Kirche von Dammerstock
 USt 9 = I Alb, linkes Ufer unterhalb Brücke bei Bulach, oberhalb Kühler Krug
 USt 10 = K Alb, rechtes Ufer in Höhe Rheinhafen, nach Kühlwassereinlauf des Kraftwerkes
 USt 11 = L Alb, rechtes Ufer auf Höhe Knielingen
 USt 12 = M Alb, rechtes Ufer in Höhe Neureut, nach Einfluß des Abwasserkanals vom Klärwerk
 USt 13 = N Alb, rechtes Ufer des kanalisierten Armes in Höhe Gemarkung Egenstein

Nähere Angaben:

- USt 1:
 Wassertiefe: ca. 40 cm
 Flußbettbeschaffenheit: Größere Steine, z. T. mit Quellmoos bewachsen, am Ufer Bäume u. Büsche
 Bemerkungen zum Wasser: Klar, schnellfließend, ohne Geruch
- USt 2:
 Wassertiefe: ca. 60 cm
 Flußbettbeschaffenheit: Einzelne größere Steine, einige mit Quellmoos bewachsen, erste Schlammablagerungen
 Bemerkungen zum Wasser: Schnellfließend, schwache Trübung, sehr schwacher Fäulnisgeruch
- USt 3:
 Wassertiefe: ca. 60 cm
 Flußbettbeschaffenheit: Steine mittlerer Größe, weiteres Sediment von Kiesgröße, Ufer gemauert, Steine teilweise mit Fontinalis-Rasen überzogen
 Bemerkungen zum Wasser: Schnellfließend, kaum getrübt, ohne Geruch
- USt 4:
 Wassertiefe: ca. 40 cm
 Flußbettbeschaffenheit: Sedimente verschiedener Korngrößen, Sand- und Schlammablagerungen, dazwischen größere Steine, Flußausbuchtung mit Stillwasser und starker Schlammablagerung
 Bemerkungen zum Wasser: Nicht sehr schnell fließend, leicht getrübt, schwacher Fäulnisgeruch
- USt 5:
 Wassertiefe: ca. 70 cm
 Flußbettbeschaffenheit: Sedimente verschiedener Korngröße Sand- und Schotterbank, Stillwasserzone, Ufer z. T. befestigt
 Bemerkungen zum Wasser: Schnellfließend, fast klar, ganz schwacher Abwassergeruch

USt 6:	
Wassertiefe:	ca. 40 cm
Flußbettbeschaffenheit:	Kleines Geröll, Gestein von Kiesgröße, Sand, Ufer gemauert
Bemerkungen zum Wasser:	Fließgeschwindigkeit gering, fast klar, schwacher Abwassergeruch
USt 7:	
Wassertiefe:	ca. 60 cm
Flußbettbeschaffenheit:	Schutt- und Geröllablagerungen, kleine Korngrößen, Ufer z. T. mit Steinen befestigt, leichte Schlammablagerungen
Bemerkungen zum Wasser:	Nicht schnell fließend, leicht getrübt, schwacher Abwassergeruch
USt 8:	
Wassertiefe:	ca. 60 cm
Flußbettbeschaffenheit:	Sedimente verschiedener Korngröße, Schutt- und Geröllablagerungen, in Ufernähe Sand- und Schlammablagerungen, Ufer befestigt
Bemerkungen zum Wasser:	Geringe Fließgeschwindigkeit, leicht getrübt, ganz schwacher Abwassergeruch
USt 9:	
Wassertiefe:	ca. 60 cm
Flußbettbeschaffenheit:	Ablagerungen von Kiesen, Sanden und Schlamm, große Wasserpflanzenrasen, Ufer nur z. T. und unvollkommen befestigt
Bemerkungen zum Wasser:	Langsam fließend, ziemlich klar, kaum Abwassergeruch
USt 10:	
Wassertiefe:	ca. 80 cm
Flußbettbeschaffenheit:	Sand- und Schlammablagerungen, Ufer z. T. befestigt und überwachsen, sehr ausgedehnte Wasserpflanzenrasen
Bemerkungen zum Wasser:	Geringe Fließgeschwindigkeit, erheblich getrübt, mittelstarker Abwassergeruch, sehr warm
USt 11:	
Wassertiefe:	ca. 80 cm
Flußbettbeschaffenheit:	Sand- und Schlammablagerungen, Ufer z. T. befestigt, Befestigung meist überwachsen, größere Wasserpflanzenrasen, Uferzone mit Stillwasser, Mündung von Gräben
Bemerkungen zum Wasser:	Langsam fließend, getrübt, schwacher Abwassergeruch, warm
USt 12:	
Wassertiefe:	ca. 80 cm

Flußbettbeschaffenheit:	Dichte Schlammdecke, das ganze Flußbett überziehend, daraus ragen einzelne Steine und Müll, Ufer z. T. befestigt, mit Schlamm überlagert
Bemerkungen zum Wasser:	Langsam fließend, stark getrübt, geringe Sichttiefe, sehr starker Abwassergeruch
USt 13:	
Wassertiefe:	ca. 80 cm
Flußbettbeschaffenheit:	Dicke Schlammdecke, das gesamte Flußbett überziehend, Ufer z. T. befestigt, kanalähnlich
Bemerkungen zum Wasser:	Fließgeschwindigkeit gering, stark getrübt, sehr geringe Sichttiefe, starker Abwassergeruch

Die an den einzelnen Untersuchungsstellen gefundenen Pflanzen und Tiere werden mit Angaben über Häufigkeit, Art des Vorkommens usw. in Anhang 1 aufgeführt.

Liste der gefundenen Wasserpflanzen und Tiere

Pflanzen:

1. *Fontinalis* spe. — Dt. Name: Quellmoos —
Untersuchungsstellen: 1, 2, 3, 4, 5, 6
2. *Ranunculus fluitans* LAM. — Dt. Name: Flutender Hahnenfuß —
Untersuchungsstellen: 4, 7, 10, 11
3. *Callitriche stagnalis* SCOP. — Dt. Name: Großblütiger Wasserstern —
Untersuchungsstellen: 2, 4, 5, 7, 8, 9
4. *Eloдея canadensis* RICH. — Dt. Name: Kanadische Wasserpest —
Untersuchungsstellen: 5, 7, 9, 10, 11
5. *Potamogeton crispus* L. — Dt. Name: Krauses Laichkraut —
Untersuchungsstellen: 7, 8, 9, 10, 11
6. *Sagittaria sagittifolia* L. — Dt. Name: Pfeilkraut —
Untersuchungsstelle: 11
7. *Lemna trisulca* L. — Dt. Name: Dreifurchige Wasserlinse —
Untersuchungsstelle: 11

Tiere:

1. *Hydra* sp. — Dt. Name: Süßwasserpolyt —
Untersuchungsstellen: 8, 9
2. *Planaria alpina* Dana. — Dt. Name: Strudelwurm —
Untersuchungsstelle: 1
3. *Tubifex tubifex* Müll. — Dt. Name: Schlammröhrenwurm —
Untersuchungsstellen: 2, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13
4. *Limnodrilus hoffmeisteri* Clap. — Dt. Name: —
5. *Glossosiphonia complanata* L. — Dt. Name: Großer Schneckenegel —
Untersuchungsstellen: 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
6. *Glossosiphonia* sp. — Dt. Name: Schneckenegel —
Untersuchungsstellen: 11, 12, 13
7. *Herpobdella octoculata* L. — Dt. Name: Rollegel —
Untersuchungsstellen: 1, 2, 4, 5, 6, 7

8. *Haemopis sanguisuga* L. — Dt. Name: Pferdeegel —
Untersuchungsstelle: 12
9. *Ancylus fluviatilis* Müll. — Dt. Name: Mützenschnecke —
Untersuchungsstellen: 1, 2, 3, 4, 5, 6
10. *Lymnaea stagnalis* L. — Dt. Name: Große Schlammschnecke —
Untersuchungsstelle: 13
11. *Lymnaea peregra* Müll. — Dt. Name: Schlammschnecke —
Untersuchungsstellen: 10, 11, 12, 13
12. *Planorbis corneus* L. — Dt. Name: Posthornschnecke —
Untersuchungsstelle: 11
13. *Tropidiscus planorbis* L. — Dt. Name: Tellerschnecke —
Untersuchungsstellen: 11, 13
14. *Pisidium* sp. — Dt. Name: Erbsenmuschel —
Untersuchungsstelle: 3
15. *Asellus aquaticus* L. — Dt. Name: Wasserassel —
Untersuchungsstellen: 7, 8, 9, 10, 11, 12
16. *Gammarus* sp. — Dt. Name: Flohkrebs —
Untersuchungsstellen: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
17. *Calopteryx virgo* L. — Dt. Name: Libelle —
Untersuchungsstellen: 10, 11
18. *Agrion puella* L. — Dt. Name: Hufeisen-Azurjungfer —
Untersuchungsstelle: 11
19. *Baetis* sp. — Dt. Name: Eintagsfliege —
Untersuchungsstellen: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
20. *Rhitrogena* sp. — Dt. Name: Eintagsfliege —
Untersuchungsstellen: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
21. *Epeorus* sp. — Dt. Name: Eintagsfliege —
Untersuchungsstelle: 1
22. *Ecdyonurus* sp. — Dt. Name: Eintagsfliege —
Untersuchungsstellen: 1, 4
23. *Perlodes* sp. — Dt. Name: Steinfliege —
Untersuchungsstellen: 1, 3
24. *Perla* sp. — Dt. Name: Steinfliege —
Untersuchungsstellen: 1, 4
25. *Nepa rubra* L. — Dt. Name: Wasserskorpion —
Untersuchungsstellen: 8, 9, 10, 11
26. *Notonecta glauca* L. — Dt. Name: Rückenschwimmer —
Untersuchungsstelle: 11
27. *Gerris* sp. — Dt. Name: Wasserläufer —
Untersuchungsstellen: 11, 12, 13
28. *Culex pipiens* L. — Dt. Name: Stechmücke —
Untersuchungsstellen: 4, 11, 12, 13
29. *Chironomus plumosus* L. — Dt. Name: Zuckmücke —
Untersuchungsstellen: 4, 11, 12, 13
30. *Chironomus* sp. — Dt. Name: Zuckmücke —
Untersuchungsstellen: 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11
31. *Chironomus* sp. — Dt. Name: Zuckmücke —
Untersuchungsstellen: 11, 12, 13

32. *Simulium* sp. — Dt. Name: Kriebelmücke —
Untersuchungsstellen: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
33. *Tipula* sp. — Dt. Name: Schnake —
Untersuchungsstellen: 3, 4
34. *Agriotypus armatus* Walk. — Dt. Name: Waffenfliege —
Untersuchungsstelle: 4
35. *Synagapetus* sp. — Dt. Name: Köcherfliege —
Untersuchungsstelle: 1
36. *Agapetus* sp. — Dt. Name: Köcherfliege —
Untersuchungsstellen: 1, 2, 3, 4
37. *Silo* sp. — Dt. Name: Köcherfliege —
Untersuchungsstelle: 4
38. *Sericostoma* sp. — Dt. Name: Köcherfliege —
Untersuchungsstellen: 1, 4
39. *Rhyacophila* sp. — Dt. Name: Köcherfliege —
Untersuchungsstellen: 1, 2, 3, 4
40. *Salmo trutta forma fario* L. — Dt. Name: Bachforelle —
Untersuchungsstellen: 1, 2, 3, 4
41. *Gobio fluviatilis* Cuv. — Dt. Name: Gründling —
Untersuchungsstellen: 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13
42. *Phoxinus laevis* Ag. — Dt. Name: Ellritze —
Untersuchungsstellen: 4, 5, 6
43. *Leuciscus rutilus* L. — Dt. Name: Weißfisch, Rotauge —
Untersuchungsstellen: 10, 11, 12, 13
44. *Scaedinius erythrophthalmus* L. — Dt. Name: Rotfeder —
Untersuchungsstellen: 10, 11, 12, 13
45. *Gasterosteus aculeatus* L. — Dt. Name: Stichling —
Untersuchungsstellen: 7, 8, 9, 10, 11
46. *Cottus gobio* L. — Dt. Name: Mühlkoppe, Groppe
Untersuchungsstelle: 4
47. *Fulica atra* L. — Dt. Name: Bläßhuhn —
Untersuchungsstelle: 13

Auftreten und Verteilung von *Gammarus* und *Asellus* wurden besonders untersucht. Von USt 7 bis 12 tritt zunehmend *Asellus* auf, *Gammarus* verschwindet (Abb. 16). Besch (1968) weist darauf hin, daß das Fehlen von Gammariden wertvolle Schlüsse auf Abwasserbelastungen zuläßt, weil sie „ein Absinken des gelösten Sauerstoffs unter 4 mg/l längere Zeit“ nicht ertragen, gegen „toxische Belastung . . . empfindlicher als Insektenlarven“ sind und eine „zu intensive Drift suspendierter organischer und anorganischer Partikel“ meiden.

2.2172 Chemisch-physikalische Untersuchungen

Die Alb gilt als ein Vorfluter, der durch seine hohe Selbstreinigungskraft infolge Gefälle und starker Turbulenz „Abwässer verkraften kann“. So werden in Herrenalb die Abwässer ungeklärt eingeleitet, ab Ettlingen ungereinigte Industrieabwässer zugeleitet. Die gesamten Abwässer der Stadt Karlsruhe werden nur mechanisch geklärt und über einen Sammelkanal (in der Nähe der Esso-Raffinerien) der Alb zugeführt. Die Ortschaften Schöllbronn, Spessart

und Reichenbach besitzen vollbiologische Kläranlagen. Die Abwässer gelangen also vollbiologisch geklärt in die Vorfluter und somit auch in die Alb.

Die Untersuchungen fanden am 27. 5., 26. 6., 17. 7. (nur Unterlauf der Alb) und 4. 12. 1968 statt. Weil der Sauerstoffhaushalt durch die vom Tag-Nachtgang der Sonneneinstrahlung gesteuerte Assimilation der Wasserpflanzen starken Schwankungen unterworfen ist, geben Untersuchungen im Winter ein zuverlässigeres Bild des Sauerstoffhaushaltes (Knöpp, 1965) gegenüber Sommeruntersuchungen. Folgende Analysen wurden durchgeführt:

Wasser- und Lufttemperaturmessungen,	O ₂ -Gehalt bei Entnahme
O ₂ -Gehalt nach 48 Std	pH-Wert
Säurebindungsvermögen (S. B. V.)	Karbonathärte (KH)
Gesamthärte (GH)	freies CO ₂
Chlorid-, Ammonium-, Sulfat-, Nitrat-,	Phosphat-Bestimmung
KMnO ₄ -Verbrauch	

Temperaturen, pH-Wert, Gesamthärte, freies CO₂ und Fällung für den Sofort-O₂-Gehalt wurden an der Untersuchungsstelle bzw. bei Entnahme ausgeführt. Sulfat-, Nitrat- und Phosphationen wurden nur qualitativ nachgewiesen, alle übrigen Analysen quantitativ durchgeführt. Analyseergebnisse s. Tabellen 15 bis 18. Auswertung der Sauerstoffanalysen (Abb. 17 bis 20) und der Chloridwerte (Abb. 21) in Diagrammen.

2.218 Zusammenfassung (Ergebnisse)

Der Oberlauf der Alb ist oligotroph. Erst in der Rheinebene erfolgt Übergang in den eutrophen Zustand. Die Sauerstoffwerte lassen erkennen, daß die Selbstreinigungskraft der Alb bis zur Untersuchungsstelle (USt) 10 (Knielingen) nie überschritten wird. Die hohe Sauerstoffzehrung an der USt 2 (Frauenalb) ist bedingt durch Abwässer von Herrenalb und Frauenalb. Die Temperaturerhöhung um 10 °C unterhalb des Kühlwassereinlaufs des Kraftwerkes (USt 9) führt zu Erniedrigung des Sauerstoffsättigungswertes sowie der übrigen O₂-Werte ohne übermäßige Belastung des O₂-Haushaltes. Mit dem Absinken des Sauerstoffgehaltes ging eine Reduzierung der Individuenzahl bei allen Tierarten mit Ausnahme von *Asellus aquaticus* L. einher. Eine solche biologische Verarmung war an den anderen Untersuchungsstellen nicht zu beobachten (s. Anhang 1). Dies läßt auf eine erhebliche Anpassungsfähigkeit — auch der Fische — an starke Wasserverschmutzung bei einem Restsauerstoffgehalt von wenig unter 2 mg/l schließen. Erwartet wurde nach Einleitung des Kühlwassers eine Beeinträchtigung der ökologischen Vielfalt i. S. einer Reduzierung der Artenzahl und nicht nur eine biologische Verarmung. Man wird also erst nach sehr gezielten und vor allem beweiskräftigen Grundlagenuntersuchungen von einer effektiven Störung des ökologischen Gleichgewichtes eines Fließgewässers sprechen dürfen (Buchwald, K. u. H. Langer, a. a. O.). Hierbei ist z. B. bei vielen Fischen die Empfindlichkeit ihres gesamten Lebenszyklus gegen plötzliche, auch kurzfristige Temperaturveränderungen (unterschiedlicher O₂-Verbrauch, Menge der im Wasser gelösten, letal wirkenden Kohlensäure) zu berücksichtigen. In den nachmittags durchgeführten Sommeruntersuchungen wurden unterhalb des Kühlwassereinlaufs sogar O₂-Übersättigungen (Assimilationstätigkeit der reichlich vorhandenen Pflanzen) festgestellt.

Wetter: heiter

Probestelle	1	2	3	4	5	6	7	8	10
Zeit der Entnahme	13 ⁰⁰	13 ³⁰	14 ⁰⁰	14 ³⁰	15 ³⁰	15 ⁴⁵	16 ³⁰	16 ⁴⁵	17 ⁴⁵
Lufttemperatur °C	18	23	21	20	20	20	21,5	21	22
Wassertemperatur °C	10,5	11,5	11,5	13	13	13,5	14	14,5	16
Sichttiefe	auf den Grund	auf d. Grund	auf d. Grund	auf d. Grund	auf d. Grund	auf d. Grund	auf d. Grund	auf d. Grund	auf d. Grund
O ₂ -Sättigungswert mg/l	10,80	10,55	10,55	10,20	10,20	10,09	9,98	9,87	9,56
O ₂ -Gehalt bei Entnahme mg/l	10,62	10,24	10,27	10,11	10,24	10,23	9,99	8,27	10,69
O ₂ -Defizit mg/l	0,18	0,31	0,28	0,09	—	—	—	1,60	—
O ₂ -Übersättigung mg/l	—	—	—	—	0,04	0,14	0,01	—	1,13
O ₂ -Gehalt nach 48 h mg/l	10,20	7,46	8,37	7,65	8,17	8,10	8,40	7,27	8,52
O ₂ -Zehrung mg/l	0,42	2,78	1,90	2,46	2,07	2,13	1,59	1,00	2,17
pH-Wert	5,6	5,6	5,8	6,0	6,0	6,0	6,0	6,4	6,6
S. B. V.	0,2	0,35	0,3	0,6	0,5	0,5	0,55	1,4	1,8
KH °d. H.	0,6	1	1	1,8	1,4	1,4	1,3	4	5
GH °d. H.	1,5	2	2	2,5	2,5	2,5	3	6	7
freies CO ₂ mg/l	3,3	4,4	3,3	3,3	2,2	2,2	3,3	8,8	4,4
Chlorid mg/l	2	5	4	7	6	6	6	9	39
Ammonium mg/l	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sulfat	—	—	—	—	—	—	in	—	—
Nitrat	—	—	—	in	in	—	Spuren	vorh.	vorh.
Phosphat	vorh.	vorh.	vorh.	Spuren	Spuren	vorh.	vorh.	vorh.	vorh.
KMnO ₄ mg/l	—	vorh.	vorh.	vorh.	vorh.	vorh.	vorh.	vorh.	vorh.
	<12	<12	<12	<12	<12	<12	<12	20-30	20-30

Tab. 15: Ergebnisse der Albuntersuchung vom 27. 5. 1968

Wetter: wechselnd bewölkt mit einzelnen Schauern

Probestelle	1	2	3	4	5	6	8	9	10
Zeit der Entnahme	11 ¹⁵	12 ⁰⁰	12 ³⁰	15 ⁰⁰	15 ³⁰	15 ⁴⁵	16 ³⁰	17 ⁰⁰	17 ³⁰
Lufttemperatur °C	17	20	21	18	18	19	19	23	20
Wassertemperatur °C	10,5	11	11,5	13	13,1	16	14	23,5	18
Sichttiefe	auf d. Grund	auf d. Grund	auf d. Grund	auf d. Grund	auf d. Grund	auf d. Grund	auf d. Grund	auf d. Grund	auf d. Grund
O ₂ -Sättigungswert mg/l	10,80	10,67	10,55	10,20	10,17	9,56	9,98	8,32	9,18
O ₂ -Gehalt bei Entnahme mg/l	—	10,32	10,33	9,86	10,06	10,07	8,95	8,79	9,62
O ₂ -Defizit mg/l	—	0,35	0,22	0,34	0,11		1,03		
O ₂ -Übersättigung mg/l	—	—	—	—	—	0,51	—	0,47	0,44
O ₂ -Gehalt nach 48 h mg/l	10,08	7,72	8,53	7,65	8,69	8,54	7,92	7,29	8,19
O ₂ -Zehrung mg/l	—	2,60	1,80	2,21	1,37	1,53	1,03	1,50	1,43
pH-Wert	5,6	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	6,2	6,6	6,4
S. B. V.	0,2	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	1,3	2,4	1,6
KH °d. H.	0,6	1,2	1,1	1,4	1,5	1,5	3,6	6,7	4,5
GH °d. H.	1,5	2	1,7	2,2	3	3	5,5	10,0	6
freies CO ₂ mg/l	1,1	5,5	5,5	3,3	2,2	3,3	6,6	2,2	9,9
Chlorid mg/l	4	7	6	8	8	8	11	91	48
Ammonium mg/l	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sulfat	—	—	—	—	—	in Spuren	vorh.	vorh.	vorh.
Nitrat	—	—	in Spuren	in Spuren	in Spuren	vorh.	vorh.	in Spuren	vorh.
Phosphat	—	vorh.	vorh.	vorh.	vorh.	vorh.	vorh.	Spuren	vorh.
KMnO ₄ mg/l	<12	<12	<12	<12	<12	20-30	12-20	20-30	12-20

Wetter: stark bewölkt, einzelne Schauer

Probestelle	9	10	11	12
Zeit der Entnahme	8 ¹⁰	8 ³⁵	9 ⁴⁵	10 ³⁰
Lufttemperatur °C	13	13	14	14
Wassertemperatur °C	23	18	18	17
Sichttiefe	auf d. Grund	auf d. Grund	gering	gering
O ₂ -Sättigungswert mg/l	8,38	9,18	9,18	9,37
O ₂ -Gehalt bei Entnahme mg/l	6,52	7,46	5,28	7,41
O ₂ -Defizit mg/l	1,86	1,72	3,90	1,96
O ₂ -Übersättigung mg/l	Werte nicht verwendbar			
O ₂ -Gehalt nach 48 h mg/l	5,81	6,58	0	1,74
O ₂ -Zehrung mg/l	0,71	0,88	5,28	5,67
pH-Wert	6,6	6,5	6,8	6,8
S. B. V.	2,3	1,9	3,0	3,8
KH °d. H.	6,4	5,3	8,4	10,0
GH °d. H.	10	7	11	13
freies CO ₂ mg/l	11	6,6	11	11
Chlorid mg/l	79	49	54	71
Ammonium mg/l	—	—	3,5	1,5
Sulfat	vorh.	vorh.	vorh.	vorh.
Nitrat	vorh.	vorh.	vorh.	vorh.
Phosphat	vorh.	—	vorh.	—
KMnO ₄ mg/l	12-20	12-20	20-30	20-30

Tab. 17: Ergebnisse der Albuntersuchung vom 17. 7. 1968

Wetter: heiter

Probestelle	1	2	3	4	5	6	8	9	10
Zeit der Entnahme	9 ²⁰	11 ³⁰	11 ⁵⁰	12 ²⁰	12 ³⁵	13 ⁰⁰	13 ¹⁵	13 ³⁰	14 ⁰⁰
Lufttemperatur °C	1	4	2	3,5	2,5	4	3,5	3,5	3,5
Wassertemperatur °C	3	6	5	5,5	6	6	5	15	12
Sichttiefe	auf d. Grund	auf d. Grund	auf d. Grund	auf d. Grund	auf d. Grund	auf d. Grund	auf d. Grund	auf d. Grund	auf d. Grund
O ₂ -Sättigungswert mg/l	13,05	12,06	12,37	12,22	12,06	12,06	12,37	9,76	10,43
O ₂ -Gehalt bei Entnahme mg/l	12,56	11,59	12,19	11,35	11,65	11,25	9,82	7,59	8,77
O ₂ -Defizit mg/l	0,49	0,47	0,18	0,87	0,41	0,81	2,55	2,17	1,66
O ₂ -Übersättigung mg/l	Werte nicht verwendbar								
O ₂ -Gehalt nach 48 h mg/l	11,70	8,25	10,96	11,05	9,99	10,66	8,79	6,96	7,86
O ₂ -Zehrung mg/l	0,86	3,34	1,23	0,30	1,66	0,59	1,03	0,63	0,91
pH-Wert	5,8	5,6	5,6	5,6	5,7	5,8	5,8	6,6	6,4
S. B. V.	0,3	0,5	0,4	0,6	0,6	0,6	1,4	3,0	2,4
KH °d. H.	0,8	1,4	1,1	1,7	1,7	1,7	3,9	8,4	6,7
GH °d. H.	2	2	2,5	2,5	3,5	3,0	6,0	10,0	7,0
freies CO ₂ mg/l	2,2	2,2	1,1	2,2	2,2	1,1	4,4	—	4,4
Chlorid mg/l	3	5	5	6	6	7	11	182	138
Ammonium mg/l	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sulfat	—	—	—	—	—	—	—	vorh.	vorh.
Nitrat	—	—	in Spuren	in Spuren	in Spuren	vorh.	vorh.	—	vorh.
Phosphat	—	in Spuren	—	vorh.	vorh.	vorh.	vorh.	—	vorh.
KMnO ₄ mg/l	<12	<12	<12	<12	<12	<12	<12	20-30	20-30

Nach dem Einlauf des Sammelkanals der Karlsruher Kläranlage ist das Sauerstoffdefizit sehr groß, nach 48 Std ist kein O₂ mehr nachzuweisen. An USt 12 unterschreitet der Restsauerstoffgehalt die für einen aeroben Abbau notwendige Mindestmenge von 2 mg/l. Die an den USt 11 und 12 nachweisbaren NH₄-Ionen stammen aus dem anaeroben Abbau von Eiweißverbindungen und deuten auf starke Verschmutzung. Die Erhöhung der Chloridwerte nach dem Kühlwassereinlauf läßt akute Verunreinigung annehmen. An den hohen Werten der USt 11 und 12 dürfte Rückstau von Rheinwasser beteiligt sein. Der KMnO₄-Verbrauch weist auf eine stärkere Abwasserbelastung etwa ab USt 8 hin. Die von USt 10 (Abb. 15) an vorliegenden Lebensbedingungen: Geringer O₂-Gehalt, hoher Chloridgehalt, durch einfließendes Kühlwasser (teilweise mit emulgierten Öltröpfchen) bis um 10 °C erhöhte Temperatur des Abwassers werden von *Asellus* bei deren anspruchslosigkeit ertragen, von *Rivulogammarus fossarum* nicht mehr. Aufgrund der chemisch-physikalischen Untersuchungen, besonders der Sauerstoffwerte kann eine bedingte Beurteilung der Wassergüte nach dem Saprobienstadium bzw. nach den auf diesem beruhenden Wassergüteklassen erfolgen (Abb. 16). Nimmt man die biologisch-ökologischen Untersuchungen hinzu (s. Anhang 2), so ergeben sich deutliche Unterschiede. Sie weisen darauf hin, daß sichere Aussagen über die Wassergüte von Fließgewässern nur aufgrund parallel laufender biologisch-ökologischer und physikalisch-chemischer Analysen gemacht werden können und erst darauf eine Einteilung nach dem Saprobienstadium von Liebmann (a. a. O.) vorgenommen werden kann.

Folgerungen:

Der durch Einfließen von Kühlwasser aus Kraftwerken in Fließgewässern entstehende Störung des „Temperaturfeldes“ (Follmann, 1968) sollte wegen der „Abfallwärme“ (thermische Pollution) besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Temperaturerhöhungen bedingen eine Zunahme des biologischen Sauerstoffbedarfs, der bakterielle O₂-Verbrauch im Selbstreinigungsprozeß wird erhöht, der Eiweißabbau stärker beschleunigt als der der Kohlenhydrate. Dies führt zu Fäulnisprozessen. Sie sind in einem Gewässer, das ein Stadtgebiet durchfließt, wie hier die Alb, in hygienischer Hinsicht untragbar. Kühlwasser sollte deshalb sowohl wasserrechtlich als auch reinhaltetechnisch wie Abwasser behandelt werden (Knöpp, 1965).

Wenige Kilometer nach dem Einfließen des Kühlwassers mündet der Abwasserkanal der Kläranlage der Stadt Karlsruhe in die Alb. Bei dem heutigen Umfang der Wasserverschmutzung kann eine Stadt von der Größe Karlsruhes nicht mehr mit einer mechanischen Abwasserreinigung auskommen. Dies gilt besonders, wenn die „Rheinstadt“ gebaut werden sollte. Der erst für die Jahre 1971 bis 1980 vorgesehene Bau der biologischen Abwasserreinigung übersieht die bereits heute lebensbedrohende Situation der Gewässerverschmutzung im Stadtkreis.

Die Zuflüsse der Alb, die die Stadtgebiete von Ettlingen und Karlsruhe durchfließt, sollten ständigen Kontrolluntersuchungen unterzogen werden. Dies ist nötig, weil an der Alb auf weiten Strecken gebadet wird, obwohl das Abwasser, abgesehen vom Oberlauf, keine Badewasserqualität besitzt. Derartige ständige Kontrollen gewinnen besonders hinsichtlich des Zuflusses der Moosalb bei Fischweier an Bedeutung, nachdem in deren Oberlauf seit ca. 5

Monaten Abwässer (nur Tageswässer?) eingeleitet werden und weitere Abwasserleitungen geplant sind.

Jahr	Knielingen, A 5 Tiefgestade		Knielingen, A 6 Hochgestade	
	Max m + NN	Min m + NN	Max m + NN	Min m + NN
1957	103,05	102,67	103,26	103,04
1958	103,40	102,68	103,62	103,03
1959	103,12	102,38	103,40	102,83
1960	102,64	102,34	102,94	102,76
1961	103,13	102,44	103,39	102,91
1962	102,81	102,24	103,14	102,73
1963	102,31	102,00	102,77	102,32
1964				
21. 7.	101,99		102,38	

Tabelle 19: Grundwasserstände Stadt Karlsruhe, Pegel Tief- und Hochgestade. Min-Werte f. 1964 zurzeit nicht greifbar.

Jahr	Max m + NN	Min m + NN		
1906	111,06	110,39	1951	111,03
	3,04	3,71		110,08
1911	111,10	109,84	1956	110,52
	3,00	4,26		109,79
1916	110,49	110,21	1957	110,42
	3,61	3,89		110,00
1921	110,10	109,68	1958	111,14
	4,00	4,42		110,15
1926	110,67	110,13	1959	110,52
	3,43	3,97		109,58
1931	111,16	110,94	1960	109,54
	2,94	3,16		108,95
1936	110,60	110,37	1961	110,01
	3,50	3,73		109,13
1941	111,25	110,88	1962	110,12
	2,85	3,22		109,41
1946	111,31	110,60	1963	109,46
	2,79	3,50		108,99
				108,99
				5,11

Tabelle 20: Grundwasserstände Stadt Karlsruhe, Pegel Bauhof Ost, Gelände 114,10 m, Pegeloberkante 114,79 m. Die unteren Zahlen bedeuten Grundwasserhöhen unter Bodenoberfläche.

2.22 Der Rhein

Die Untersuchungen des Rheinwassers behandeln vorwiegend den Chemismus. Solche biologischen Charakters (Benisch, 1954) betreffen nicht das Gebiet von Karlsruhe.

2.23 Altrheine

Über diese liegen außer den früheren Untersuchungen von Lauterborn (a. a. O.) keine neueren Arbeiten vor.

2.24 Baggerseen

Hüttermann (1964) hebt aufgrund seiner Beobachtungen die Bedeutung des „Knie-linger Sees“ als mögliches Naturschutzgebiet hervor (s. Abb. 1, — größter Baggersee im Westen der Karlsruher Gemarkung —). 1966/67 wurden biologisch-ökologische Untersuchungen an einem, seit 50 Jahren still gelegten Baggersee durchgeführt (Stephan, J. u. G. Schoolmann, mscpt), deren Ergebnisse an anderer Stelle vorgelegt werden.

3. Die Veränderungen der Grundwasserverhältnisse

Nach der Inbetriebnahme des Wasserwerks I (1870), dem Beginn der Kanalisation (1880), dem Rheinhafendurchstich (1900) wurden bis 1908 deutliche Grundwasserabsenkungen festgestellt. Für den Wasserwerkbrunnen sind für markante Jahre die Grundwasserstände unter Bodenoberfläche (= Flurabstände) berechnet (Abb. 22). Das ständige Sinken des Grundwasserspiegels von 1870 bis 1908 um 2,25 m, sodaß Grundwasser erst in einer Tiefe von 3,95 m unter Bodenoberfläche gefunden wurde, hätte schon damals als Alarmzeichen gewertet werden sollen. Für einige Meßstellen im Stadtkreis sind die Werte in Abb. 23 und Tab. 19 und 20 zusammengestellt. Es erfolgte eine ständige Absenkung, wobei die oben am Rande des Hochgestades liegenden Meßstellen (z. B. 512) nur „wenig spielen“, weil das Wasser sofort heruntergezogen wird. Neben steigenden Entnahmen für Trink- und Brauchwasser trugen die niederschlagsarmen Jahre 1959 und 1962 zur Absenkung bei. Auch am Gebirgsrand ist in den

Jahr	H ₂ O-Förderung und -bezug in 1000 cbm	Wasserverbrauch in 1000 cbm	Wasserverbrauch je Kopf/Tag in l
1939	12 073	10 008	142
1949	18 940	13 505	184
1963	24 258	20 113	210

Tabelle 21: Wasserversorgung und Wasserverbrauch der Stadt

letzten Jahren eine deutliche Absenkung des Grundwasserspiegels festzustellen. Die sonst normalen Erholungen im Frühjahr traten entweder überhaupt nicht mehr oder nur sehr schwach auf. Die Rheinwasserstände haben wegen hoher Wasserentnahme durch die Industrie nahezu keinen Einfluß auf die Grundwasserhöhen der Niederterrasse. Nur in Entfernungen von 3 bis 4 km vom Rheinbett (Mitte) ist zeitweise noch eine geringe Beeinflussung feststellbar.

Brunnen-Nr.	3000	3002	3037	3003
Jahr				
1951	109,30	108,90	108,70	108,57
1952	109,28	108,83	108,77	108,33
1953	109,34	108,80	108,83	108,25
1954	108,58	108,16	108,12	107,46
1955	108,74	108,44	108,48	107,88
1956	108,70	108,34	108,38	107,76
1957	108,68	108,28	108,32	107,74
1958	109,08	108,62	108,56	108,10
1959	108,94	108,52	108,39	108,05
1960	108,24	107,93	107,88	107,38
1961	108,34	108,15	107,90	107,62
1962	108,22	108,07	107,72	107,50
1963	107,36	107,30	107,05	106,72
	3001	3005	3004	3006
1951	108,15	108,09	107,51	107,21
1952	108,15	108,08	107,48	107,20
1953	108,18	108,04	107,34	107,19
1954	107,46	107,43	106,72	106,53
1955	107,66	107,63	106,93	106,89
1956	107,53	107,58	106,79	106,84
1957	107,54	107,51	106,84	106,76
1958	107,92	107,61	107,11	106,90
1959	107,81	107,71	107,24	106,77
1960	107,12	107,17	106,39	106,32
1961	107,03	107,28	106,78	106,10
1962	106,86	107,15	106,63	106,00
1963	106,62	106,45	105,76	105,04

Tabelle 22: Grundwassermeßstände im Hardtwald, bezogen auf NN

Tabelle 21 enthält Angaben über Wasserförderung und -verbrauch. Ab Juli 1961 wurde das Karlsruher Wasserwerk „Hardtwald“ (Abb. 24) mit 14 Tiefbrunnen längs der Grabener Allee und einer vorgesehenen Jahresförderung bis 10 Mio cbm = 320 l/sec Grundwasser (1966 volle Kapazität erreicht) stufenweise in Betrieb genommen, um die Wasserversorgung im Stadtkreis zu sichern. Nach 3-jähriger Betriebszeit des Wasserwerkes „Hardtwald“ waren die Linien gleicher Grundwasserhöhe über NN beträchtlich nach Osten gewan-

dert, z. T. bis 2 km in der Nähe des Wasserwerkes. Um den zunächst in Betrieb befindlichen südlichen Teil der Brunnenlinie wurde ein Absenkungstrichter (O-W-Ausdehnung ca. 5 km, N-S-Ausdehnung 7 km) festgestellt (Altherr, E. u. R. Zundel, 1966), mit einem Flurabstand (s. o.) von > 4,5 m (Abb. 25 u. 26). Unter Berücksichtigung des Niederschlagsmangels der Jahre 1962-64 handelt es sich um witterungsbedingte und vom Wasserwerk verursachte Absenkung des Grundwasserspiegels. Auf die sehr deutlichen ökologischen Auswirkungen auf den Gesamthaushalt wird in Abschn. IV, 6 eingegangen.

Abbildung 27 zeigt die Lage der 1950 von der „Landesstelle für Gewässerkunde und wasserwirtschaftliche Planung“ angelegten und betreuten Grundwassermeßstellen im Forstbezirk (Fbz) Karlsruhe-Hardt. Die in Tab. 22 zusammengestellten Werte — bezogen auf NN — zeigen ein Gefälle von Südosten nach Nordwesten. Die im Osten des Fbz liegenden Grundwassermeßstellen weisen einen höheren absoluten Grundwasserstand auf als die Meßstellen im Westen. Die mit dem Trockenjahr 1959 (s. a. Abb. 28) eingeleitete starke Grundwasserabsenkung ist deutlich. Während an anderen Beobachtungs- und Meßstellen, z. B. in den Forstbezirken Philippsburg und Bruchsal, eine Erholung der Grundwasserstände im niederschlagsreichen Jahr 1961 beobachtbar war, trat eine solche im Hardtwald nur wenig oder überhaupt nicht in Erscheinung. Die 1963 gemessenen Werte zeigen an allen Meßstellen eine neue Grundwassersenkung. Sie ist an einigen Stellen größer als 1959. Seit 1959 fällt die Entwicklung der Grundwasserstände vollkommen aus dem bisher gekannten Rahmen heraus. Die mittleren Grundwasserstände der 8 aufgeführten Meßstellen sind zwischen 1959 und 1963 um 1,0 bis 1,4 m gefallen und haben damit Werte erreicht, die selbst im Trockenjahr 1921 nicht festzustellen waren. In Betracht zu ziehen sind dafür die zunehmenden Wasserentnahmen der im Karlsruher Hardtwald und seiner engeren Umgebung liegenden Wasserwerke:

1. Wasserwerk „Hardtwald“ der Stadt Karlsruhe
2. Wasserwerk der Gemeinde Neureut
3. Wasserwerk der Gemeinde Eggenstein
4. Wasserwerk der Gemeinde Leopoldshafen
5. Wasserwerk der Gemeinde Blankenloch
6. Wasserwerk des Zweckverbandes Wasserversorgung Mittelhardt
7. Wasserwerk des Kernreaktors
8. Wasserwerk des Staatl. Fernheizwerkes

Der bei Baggerarbeiten auf dem Schloßplatz Anfang September 1964 gefundene Flurabstand von 8 m war um 2,0 bis 2,5 m größer als vor 15 Jahren. Südwestlich vom Schloßplatz betrug der Flurabstand im Januar 1965 sogar 8,30 m. Abbildung 29 veranschaulicht die Entwicklung der Grundwasserverhältnisse im Rheintalquerschnitt Ettlingenweiher-Neuburgweiher, südlich von Karlsruhe im Bereich des Wasserwerks im Mörscher Wald (Herbst 1930 in Betrieb genommen)¹⁰⁾ Daraus wird die Grundwasserabsenkung als Folge der gesteigerten Entnahmen für Trink- und Brauchwasser für Haushalte und Industrie deutlich.

Auf die Grundwasserverhältnisse in den Auewäldern soll nicht gesondert eingegangen werden. Überall ist ein Absinken des Grundwasserspiegels feststellbar. Auf Einzelangaben kann verzichtet werden.

10) Der Landesstelle für Gewässerkunde in Karlsruhe sei für die Überlassung der Zeichnung gedankt.

Für die Beurteilung eines Standortes in ökologischer Hinsicht sind nicht die absoluten Grundwasserhöhen über NN, sondern die Flurabstände und die Wasserführung des Bodens, d. h. sein Kapillarwasser und damit seine Kapillarkwirkung wichtig (s. Abschnitt IV, 6).

Ergebnisse und Folgerungen:

Die Grundwasserabsenkungen als Folge der Entnahme von Wasserwerken können nicht oder nur unwesentlich durch niederschlagsreiche Jahre ausgeglichen werden. Insbesondere können die an der Vegetation in der Umgebung eines Wasserwerkes entstandenen Schäden nach niederschlagsreicheren Jahren nur zum kleinen Teil wieder rückgängig gemacht, die negativen Auswirkungen auf den Landschaftshaushalt nicht mehr oder erst nach sehr langer Zeit zu einem kleinen Teil ausgeglichen werden.

Vor der Anlage von Wasserwerken in stadtnahen Wäldern und Erholungsgebieten sollten die möglichen Folgen für den Landschaftshaushalt unter Berücksichtigung der Belastbarkeit der Biosphäre geprüft und Wege zur Vermeidung negativer und nicht reversibler Auswirkungen gesucht werden. Die Sicherstellung der Wasserversorgung einer Stadt darf nie zu Lasten des Gesamthaushaltes der Landschaft erfolgen.

4. Verschmutzung der Gewässer

Wasser ist heute zum bedrohten Lebenselement geworden. Früher waren keine Industrieabwässer vorhanden; die industriefreien Städte, an Flüssen gelegen, hatten nur einen Bruchteil der heutigen Einwohnerzahl. Mit solchen verhältnismäßig geringen und auch harmlosen Abwässern konnten die fließenden Gewässer leicht fertig werden, weil ihre Selbstreinigungskraft noch groß war und zur Verarbeitung der Abwässer ausreichte. Das gilt auch für den Rhein, für den die eingeleiteten Abwässer der früheren Rheindörfer keine Belastung darstellten. Mit zunehmender Industrialisierung nahm nicht nur die Menge der in die fließenden Gewässer eingeleiteten Abwässer zu; auch ihre Zusammensetzung wurde zunehmend schädlicher für sämtliche, das Wasser bewohnende Organismen, von den Diatomeen bis hin zu den Fischen, die als beste und zuverlässigste Indikatoren für Reinheit und Gesundheit eines Wasserlaufs bezeichnet werden (Koch, 1965). Durch zeitlich begrenzte Einleitung besonders schädlicher Abwässer oder von Schmutzstoffen kann es zu kurzzeitigen, aber übernormal hohen Verschmutzungen bestimmter Gewässerzonen kommen, die zur Vernichtung allen Lebens darin führen, entweder durch ausgesprochene Giftstoffe oder durch Erhöhung von Sauerstoffzehrung und -defizit (s. Abschn. III, 2. 21 bis 2. 218).

Für die Verschmutzung des Rheins innerhalb des Stadtkreises ist zu berücksichtigen, daß der Reinheitsgrad in Abhängigkeit von Wasserführung, Belastungen und Selbstreinigungskraft schwankt und deshalb die in großen Zeitabständen durchgeführten Untersuchungen keine reale, für einen längeren Zeitraum gültige Aussagekraft besitzen. Auf eine Wiedergabe wird daher verzichtet.

IV. Vegetation und Fauna und deren Veränderungen

1. *Der Wald im Raum von Karlsruhe*¹¹

1.1 GESCHICHTLICHE ENTWICKLUNG

Bis ins Mittelalter hinein war das gesamte Oberrheingebiet von gewaltigen Waldmassen bedeckt, wobei die dem Schwarzwald vorgelagerte Vorbergzone, die Inseln der Kinzig-Murg-Niederung sowie das Hochgestade in der Hauptsache von Stiel- und Traubeneichen (*Quercus robur* L. und *Qu. petraea* (Matuschka) Liebl.) bestockt waren. Die Rotbuche (*Fagus silvatica* L.) kam nur selten vor. Winter- und Sommerlinde (*Tilia cordata* Mill. und *T. platyphyllos* Scop.) spielten in der damaligen Zeit nur als sogen. „Hausbäume“ eine Rolle und belebten, einzeln stehend, das Bild der Landschaft. Mit einem verstärkten Brennholzbedarf wurde der raschwüchsigeren Rotbuche der Vorzug vor den Eichen gegeben, deren Rückgang schon im frühen Mittelalter begann. Seit Beginn des 19. Jahrhunderts sind beide Baumarten im nördlichen Waldgebiet der Hardt in starkem Rückgang begriffen. Die im Mittelalter noch fast unbekannte, raschwüchsige und ertragreiche Forle (*Pinus silvestris* L.) diente nach den verschiedenen Kriegen und Friedensschlüssen zur Aufforstung der infolge Bevölkerungsrückgang verödeten, verwüsteten und geschlagenen Wälder und Äcker. Heute stellt sie im nördlichen Waldgebiet von Karlsruhe die vorherrschende Baumart dar. In die vorwiegend mit Eichen und Hainbuche (*Carpinus betulus* L.) bestockten Laubholz-Mischwäldern der südlich von Karlsruhe gelegenen Wälder konnte die Forle dagegen nicht eindringen, weil diese, nicht zum Besitz der Durlacher Linie gehörend, von Kriegen mit ihren Folgererscheinungen (Abholzungen und nachfolgende Aufforstungen) verschont blieben.

2. *Die Staatswälder im Stadtkreis Karlsruhe*

2.1 DER HARDTWALD IM NORDEN DER STADT

Beim unteren Hardtwald handelt es sich ausschließlich um Staatswald, dem Fbz K'he-Hardt unterstellt. Gesamtbetriebsfläche am 1. 10. 1963: 4 134, 6 614 ha. von denen 1 041, 9699 ha im Stadtkreis liegen (einschl. nichtforstlicher Betriebsfläche und Nichtholzboden). Von der obengenannten Gesamtbetriebsfläche wurden seit 1950 rd. 253,7 ha als nichtforstliche Betriebsfläche (Tab. 23) und rd. 104,9 ha Nichtholzboden (Saatschulen, Holzlagerplätze, Wege, Lei-

11) Die statistischen Angaben zum Thema „Wald“ konnte ich dankenswerterweise durch Einsichtnahme in Akten der Forstdirektion Nordbaden sowie der Staatl. Forstämter Karlsruhe-Hardt und Karlsruhe Schloßbezirk erhalten.

tungsflächen, Wildwiesen u. a.) ausgeschieden, sodaß rd. 3 776 ha reiner Holzboden übrig bleiben.

Fläche in ha	Zweck
57,1	Sportplätze
3,3	Bunkerfläche
2,4	Bohrplätze für Öl und Wasser
4,3	Kasernengelände u. militärisches Übungsgel.
14,9	Landstraßen
155,7	Reaktorgelände
9,1	Pfanzentlastungskanal
1,4	Landwirtschaftliches Gelände
0,4	Sandgruben
5,1	Bauland
253,7	insgesamt

Tabelle 23: Seit 1950 ausgeschiedene nichtforstliche Betriebsflächen, Fbz. Karlsruhe-Hardt.

Bestandstyp	Baumarten	%	Zusammensetzung der Bestandstypen
1	Ei(HBu, Bu, Fo)	5	Ei-Bestände mit eingesprengten Fo u. meist unterständigem Lh.
2	Bu, Hbu, Ei, Bi	2	Hbu-Bu-Bestockung
3	Fo(Bu, HBu, Ei, Fi, Dgl)	87	Fo-Bestände mit einzelnen Gruppen und streifenweise herrschenden, meist zwischen- u. unterständigen Lhern
4	REi	2	meist reine REi-Bestände
5	Dgl, Fi	2	Dgl-Fi-Flächen mit eingesprengten Lhern
6	Fi	0	reine Fi-Bestockung
7	Pa, Ah, Lh	2	Bestockung überwiegend mit Pa, Ah, Li, Ak

Tabelle 24: Bestandstypen. Bu = Buche, HBu = Hainbuche, Ei = Eiche, REi = Roteiche, Fi = Fichte, Fo = Forle, Dgl = Douglasie, Pa = Pappel, Ah = Ahorn, Lh = Laubhölzer, Ak = Akazie.

Die natürlichen Standortverhältnisse

Der Wald erstreckt sich auf dem Hardtrücken der Rheinebene vom Gebiet der Stadt in nordöstlicher Richtung etwa in einer Länge von 15 km, in der West-Ost-Ausdehnung zwischen 2 und 4 km schwankend. Höhe ü. NN $\frac{109 - 118}{113}$ m.

Zusammengesetzt ist der Hardtrücken aus diluvialen Schottern, Kiesen und Sanden, die aus den Alpen, dem Schwarzwald und den Vogesen stammen, über tertiärem Material lagern und hier meist eine Mächtigkeit von mehr als 100 m erreichen.

Die Bestandsverhältnisse

Abbildung 30 zeigt die Entwicklung der Baumartenmischung von 1840 (Erste Forsteinrichtung) bis zum 1.10.1963. Die im unteren Hardtwald vorkommenden 7 Bestandstypen (Tab. 24) sorgen im „Erholungswald der Großstadt Karlsruhe“ (Altherr, E. u. R. Zundel, a. a. O.) für ein abwechslungsreiches Bild, unterliegen aber laufenden Veränderungen durch Standortänderungen (Grundwasserabsenkung) sowie aus ökonomischen Gründen (rationelle Forstwirtschaft).

2.2 DER AUEWALD

Der Auwald des Staatswaldes Karlsruhe umfaßt 4 Distrikte, von denen nur 2 (Innerer Kastenwört, 91,95 ha und Äußerer Kastenwört, 155,25 ha) zum Stadtkreis gehören. Sie liegen in der Rheinniederung. Das Gelände weist teilweise auch heute noch wasserführende Schluten (bei Hochwasser wassererfüllte Rinnen) auf. Das Gebiet, von schwachen, sich sofort standörtlich auswirkender Bodenwellen durchzogen, ist sonst eben, Höhe zwischen 105 und 110 m ü. NN schwankend. Der 1936 gebaute Hochwasserdamm, in 150 bis 300 m Abstand parallel zum Rhein verlaufend, trug zu einer wesentlichen Verringerung überfluteter Flächen bei. Überstauungen durch Druckwasser mit seiner durchspülenden und damit verarmenden Wirkung treten immer noch auf den hinter dem Hochwasserdamm gelegenen Teilflächen des Äußeren Kastenwört auf. Der Grundwasserspiegel ist vom Rheinwasserstand abhängig, hinkt mit zunehmender Entfernung vom Rhein oft um Wochen nach (z. B. im Inneren Kastenwört), und weist seit Jahren stetig fallende Tendenz auf.

Die Bodenverhältnisse sind nach Bodenart und -typ sehr unterschiedlich und wechseln auf engstem Raum. Mannigfacher Wandel der Standorts- und Bestockungsverhältnisse auf kleinstem Raum ist Grundlage für den großen Holzartenreichtum dieser Gebiete. Bestimmende Faktoren sind dabei Schlick- und Nährstoffreichtum sowie Höhe bzw. Erreichbarkeit des Grundwassers. Die Verfolgung der Entwicklung des Holzartenmischungsverhältnisses ist wegen der durch Ausstockung, Tausch u. a. erfolgten laufenden Flächenveränderungen schwierig. Für den den starken Wechsel in der Zusammensetzung sowie in der Beurteilung der Wertigkeit der Holzarten müssen zwei Ursachen genannt werden:

1. Der auch heute noch nicht abgeschlossene, durch Rheinkorrektion und Meliorationen geförderte Verlandungsprozeß bewirkte, daß teilweise ungenutztes, ertragloses Gelände über reinen Faschinenwald, die daran anschließende Mittelwaldnutzung in die heute im Hochwaldbetrieb bewirtschafteten Auwäldungen überführt wurde. Die stetig fortschreitende Land- und Bodenbildung hatte eine Veränderung der Holzartenanteile zur Folge. Stellten in den früheren Faschinenwäldungen Weißerle (*Alnus incana* (L.) Moench) und Bruch-, Silber-, Korb-Weide (*Salix fragilis* L., *S. alba* L., *S.*

viminalis L.) die Hauptholzarten dar, so war mit der beim Übergang zum Mittelwaldbetrieb verbundenen Abtrocknung der Standorte der Übergang zu Eiche und Hainbuche, daneben Esche (*Fraxinus excelsior* L.), Spitzahorn, Maßholder (*Acer campestre* L.) und anderen Holzarten gegeben. Seit der Jahrhundertwende stehen Esche, Spitzahorn und andere Edelhölzer sowie Pappelarten im Vordergrund.

2. Der Wandel der wirtschaftlichen Zielsetzung forderte eine künstliche Korrektur der sich von Natur mit der Standortsänderung einstellenden Entwicklung. Mit dem Bau der Hochwasserdämme und der Durchführung der Meliorationen ging der Bedarf an Faschinenholz zurück; die Weichhölzer verloren an Bedeutung. Verstärkter Brennholzbedarf führte zur Mittelwaldwirtschaft und damit zur Bevorzugung von Harthölzern, die zum kleinen Teil auch als Bauholz verwertbar waren. Mit diesen Veränderungen gewannen Stieleiche, Flatter- und Feldulme (*Ulmus laevis* Pall. und *U. carpinifolia* Gled.), Hainbuche und Esche an Fläche und Bedeutung.

Die Abbildungen 31 a, b zeigen die Entwicklung des Holzartenmischungsverhältnisses. Eine typengerechte Holzartenumwandlung wird noch Jahrzehnte erfordern. Der Bestand dieser stadtnahen Auewälder ist aber immer wieder bedroht (Bau von Staustufe, Kanalisation, Bau einer Regattastrecke).

Der Innere Kastenwört weist ausgeglichene, feinerreichere Böden von größerer Gründigkeit auf, der Äußere Kastenwört ist durch einen schroffen Wechsel der Bodenarten und das häufigere Auftauchen von Kies-Sandböden ausgezeichnet. Dies hängt mit Rheinkorrektur und Bau des Hauptdammes (1936) zusammen. Auf die Wiedergabe des vielfältigen Mosaiks der Standortseinheiten und der auf ihnen stockenden, stärkerem Wechsel unterliegenden Artenkombinationen im einzelnen wird verzichtet.

Auf Standorten, die als Folge von Dammbauten und Meliorationen trockener geworden sind, können sich im Pflanzenbild frühere Überflutungen noch über Jahrzehnte hinweg bemerkbar machen.

2.3 DER PARKWALD

Die Betriebsklasse „Parkwald“ mit einer Gesamtwaldfläche von 100,4051 ha zerfällt in das Sallenwäldchen, 9,7524 ha und den Fasanengarten, 90,6527 ha. Beide liegen im Stadtkreis. Ab 1.4.1954 ging das Sallenwäldchen in den Besitz der Stadt über und wurde ausschließlich park- bzw. anlageartig genutzt. Der Fasanengarten liegt unmittelbar nördlich der Universität (TH). Das Grundgestein besteht aus diluvialen Aufschüttungen des Rheins, der Boden aus Sand mit geringen Kiesbeimengungen im östlichen Teil, meist tiefgründig, durchlässig, mäßig frisch bis mäßig trocken, mit entkalktem Oberboden. Im Untergrund Sande und Kiese. Das Grundwasser steht ziemlich tief und ist im allgemeinen nicht erreichbar.

1952 waren noch rd. 90 ha Waldfläche vorhanden. Schon vor 1952 wurden fast 16 ha nicht mehr forstlich genutzt, sondern waren für Kindergärten, Stadion, Tennisplätze, öffentliche Wege usw. abgängig. Tatsächliche Waldflächen am:

1. 10. 1952	74,7 ha
1. 1. 1958	58,1 ha
1. 1. 1962	42,8 ha

Die Flächenentwicklung nach 1952 ist gekennzeichnet durch ständige Abgänge von Holz- und NichteHolzboden für außerforstliche Zwecke. Die abgängigen Flächen liegen so um kleine Wald-Restflächen gruppiert, daß baldige Bebauung erwartet werden muß.

Der Fasanengarten hat seine Bestockung im östlichen Teil kaum verändert. In den an das Schloß angrenzenden Teilen wurde der garten- und parkartige Charakter durch Einbringung von in- und ausländischen Laub- und Nadelhölzern verstärkt und dadurch der Erholungswert dieses stadtnahen Staatswaldes gefördert. Es wurde versucht, die überalterten Eichen (1952 = 30 % der Fläche) als landschaftlich dekorativ wirkende Parkbäume zu erhalten.

2.4 DER HOCHWALD

Das Gebiet „Forstlach“ fällt in die Betriebsklasse I, Hochwald. Gesamtwaldfläche:

1924	45,85 ha
1952	42,14 ha

Das Waldgebiet liegt im Stadtkreis auf dem Hochgestade, südsüdwestlich von der Stadtmitte, im Osten von der Bahnlinie Karlsruhe-Rastatt durchschnitten, im Nordwesten an den Stadtwald von Ettlingen grenzend, im übrigen von Staats- und Privatgütern umgeben, eben, durchschnittliche Höhe 115 m ü. NN. Grundgestein wie im nördlichen Hardtwald, im Ostteil geringe alluviale Absetzungen der Alb. Bodenmäßig trocken, überwiegend mittel-, stellenweise tiefgründig, vielfach nährstoffarm, im Oberboden entkalkt, anlehmige, teilweise auch lehmige Sandböden oder sandige Kiesböden über kiesigem Untergrund.

Das Absinken des Grundwasserspiegels (1888 in 0,5 bis 2,0 m Tiefe, für Eichen und Esche erreichbar) führte zu weiterer Verschlechterung der schon geringen Standorte. Seit der Regulierung der Alb sind keine Überschwemmungen mehr vorgekommen. Feuchter und tiefgründiger sind die Standorte entlang des Herdtel- und Oberholzgrabens sowie in der etwas tiefer gelegenen Senke. Bodentyp: vollentwickelte Braunerde, mittelbasenarm, z. T. schwach podsolig, z. T. mit Seegrass (*Carex brizoides* Jusl.) vergrast; die Moosflora gehört dem mittleren bis besseren Typ mit *Catharina undulata* (Ehrh.) und *Polvtrichum* (L.) an.

Das Gebiet wies einen großen Holzartenreichtum auf und ging seit 1924 von Laub- in Mischwald über (Abb. 32). Die Zunahme des Nadelholzanteils auf fast 30 % führte zu einer wesentlichen Änderung des Landschaftsbildes im Stadtkreis auch an dieser Stelle.

3. Der Karlsruher Stadtwald

3.1 ALLGEMEINES

Gesamtwaldfläche am 1.10.1954: 2 161, 4256 ha, davon 1 949, 6719 ha Holzbo-
denfläche. Die Gesamtwaldfläche der Stadt verteilt sich auf folgende Distrikte:

I	Rissnert	215,0919 ha
II	Hardt	182,6746 ha
III	Großgrund	98,1408 ha
IV	Rappenwört	115,6594 ha
V	Industriegebiet	46,7344 ha
VI	Leimengrubengrund	45,9024 ha
VII	Unterwald	612,5848 ha
VIII	Füllbruch	205,9258 ha
IX	Vockenau	22,4630 ha
X	Elfmorgenbruch	66,2894 ha
XI	Oberwald	307,6068 ha
XI A	Oberwald (ehem. Aue)	35,5030 ha
XII	Bergwald	161,3384 ha
XIII	Grauacker	19,6151 ha
XIV	Dürrbach	1,6634 ha
XV	Turmberg	19,5202 ha
XVI	Vautenbruch	4,7122 ha

Aufteilung in 3 Betriebsklassen:

Betr. Kl. I Auewald (Distr. I, II bis XI A, XVI) mit 1 776,6139 ha Waldflä-
che.

Betr. Kl. II Hardtwald (Distr. II) mit 182,6764 ha Waldfläche und

Betr. Kl. III Bergwald (Distr. XII bis XV) mit 202,1371 ha Waldfläche

Distrikt XIII (Füllbruch, beste Pappelbestände!) wurde 1956, Distrikt VIII
(Grauacker) im Tausch gegen das Europaschulgelände (Staatswald Fbz K'he-
Hardt) 1964 an die Staatsforstverwaltung abgetreten. Seit 1954 sind in fast
allen Distrikten z. T. erhebliche Ausstockungen für die verschiedensten Zwek-
ke vorgenommen worden. Distrikt XIV (Dürrbach) ist gänzlich ausgestockt.

Der gesamte Stadtwald hatte am 1.4.1930 eine Fläche von 672,0443 ha
(400,9253 ha Hochwald u. 271,1190 ha Auewald). Zugänge erfolgten durch Ein-
gemeindung von Knielingen 1935/36:

623,9941 ha

17,7779 ha

15,4638 ha

Von Hagsfeld/Durlach 1937/38:

872,7601 ha

1954 wurden 74,5665 ha bisher nicht eingerichtete Waldfläche in den Waldver-
band aufgenommen. Zugänge: 1 605,5624 ha, Abgänge von 1936 bis 1954/55:
68,0624 ha für Wehrmachtswald, Gartengelände, landwirtschaftliche Nutzung,
Rheinkraftwerk, Kiesentnahme, öffentliche Anlagen und Parkanlagen, Sicht-
streifen am Hafen.¹²⁾

¹²⁾ Die flächenmäßige Differenz von + 48,1187 ha ist als Berechnungsfehler in Kriegs- und Nach-
kriegszeit zu werten.

Davon verblieben als Rest insgesamt

am 1.10.1959

Waldfläche:

85,0194 ha

Holzbodenfläche:

59,1663 ha,

d. s. 11,4 % der 5 Jahre vorher vorhanden gewesenen Holzbodenfläche (Abb. 33 a. b; 34).

Die ökologischen Auswirkungen dieser im Interesse des wirtschaftlichen Aufschwungs der Stadt erforderlich gewordenen Veränderungen des Landschaftspotentials lassen sich heute überhaupt noch nicht übersehen.

Schon 1871 machte sich mit Inbetriebnahme des städt. Wasserwerkes eine starke Absenkung des Grundwasserspiegels bemerkbar, nach 1880 verstärkt durch das für die Kanalisation sehr tief gelegte und damit drainierend wirkende Röhrensystem. Bis 1908 sank der Grundwasserspiegel im Waldgebiet beim Wasserwerk I um mehr als 2,0 m (s. Abschn. III, 3). Dies wirkte sich vor allem in den nordwestlichen Abteilungen des Waldgebietes nachteilig aus.

Korrektion des Rheins, in ihrer Folge eine allmähliche Verlandung der Altwasser und Rinnen, Bachregulierungen, Kanal- und Grabenbauten, Bau von Hochwasserdämmen und Meliorationsmaßnahmen, besonders in den 30er Jahren, brachten mit sich u. a. auch im Bereich der Flußauen im Einzugsgebiet des Wasserwerkes I eine deutliche Veränderung der Standortverhältnisse, die zu einem allmählichen Wechsel in der Bestockung sowie in den forstlichen Wirtschaftszielen führte. Die Holzartenmischungsverhältnisse zeigen Abb. 35 und 36.

Die Waldflächenminderungen führten zu Wandlungen im Landschaftsbild. Dem Pappelanbau wurden bevorzugte Edel-Laubholz-Standorte aus wirtschaftlichen Überlegungen geopfert. Dadurch wurde die Holzartenmischung der Wälder weniger reichhaltig, der Bestand vereinfacht und uniformiert, ihr Erholungswert geringer.

Der Auewald sollte sich durch Fülle verschiedener Formen auszeichnen, der Artenreichtum durch Einbringung von Wildobst erhöht werden. Die im Stadtwald vorkommenden Holzarten zeigt Abb. 37.

3.3 DER HARDTWALD

Dieser Distrikt liegt, zumeist von Ackerland umgeben, südwestlich der Stadtmitte in der Rheinebene auf der Niederterrasse. Im Süden hat er Anschluß an den Forchheimer Gemeindewald. Während die „Stadtrandsiedlung“ noch in 200 m Entfernung von der Nordostgrenze des Waldes beginnt, hat die „Heidenstücker Siedlung“ im Nordwesten bereits den Waldtrauf erreicht und beginnt weiter in ihn hineinzuwachsen. Die seinerzeit für Starkstromleitungen erforderlich gewesenen, von Nordwest nach Südost verlaufenden Aufhiebe haben das Landschaftsbild durch Aufteilung des Waldes in 3 ungleich große Flächen verändert.

Bodenoberfläche fast eben, nur stellenweise wellig. Höhe ü. NN zwischen 114 und 118 m schwankend. Die schwach anlehmigen bis lehmigen Sand- und Kiesböden wechselnder Gründigkeit sind auf 1 bis 3 m Tiefe entkalkt und wegen früher betriebener Streunutzung nährstoffarm. Grundwasser in Tiefen zwischen 3 und 7 m. Der Grundwasserspiegel liegt am nordöstlichen Waldrand

am tiefsten, im Südosten (Malscher Landgraben) am höchsten. Die im durchlässigen Boden rasch versickernden Niederschläge lassen keine wasserführenden Gräben entstehen. Wegen der Grundwasserferne und der Bodenbeschaffenheit kann keine kapillare Durchfeuchtung erfolgen.

Pflanzensoziologisch gehört das Gebiet vornehmlich dem trockenen Straußgras-Eichen-Hainbuchen-Wald (*Stellarieto-Carpinetum agrostidetosum*) an. Stellenweise ist es dem trockenen Hainbuchen-Eichen-Birken-Wald (*Violetum-Quercetum = Querceto-Betuletum violetosum*) der Ebene zuzurechnen. In den letzten Jahrhunderten erfolgte Umstellung auf Nadelhölzer mit Forle als Hauptholzart.

1837: herrschende Holzarten Forle, Eichen, Hainbuche, eingesprengt Aspe und Birke

1900: herrschende Holzart Forle, eingesprengt Hainbuche, Eichen, Rotbuche
1930 und 1940 Sturmwürfe mit 11 bzw. 15 fm/ha. Dadurch Flächenverminderung der Forle.

Das erstrebte Baumartenmischungsverhältnis (Abb. 38) ist fast erreicht, führte aber zur Artenverarmung.

3.4 DER BERGWALD

Zum Bergwald gehörten ursprünglich die 4 Distrikte:

XII	Bergwald	mit 161,3308 ha	
XIII	Grauacker	mit 19,6151 ha	
XIV	Dürrbach	mit 1,6634 ha	
XV	Turmberg	mit 19,5202 ha	
	Waldfläche am 1. 4. 1932:		212,7900 ha
	Waldfläche am 1. 10. 1954:		202,1371 ha
	Holzbodenfläche:		197,4061 ha

Der Dürrbach wurde 1959 ausgestockt, der Grauacker 1954 an die Staatsforstverwaltung abgegeben.

Die unter der Bezeichnung Bergwald zusammengefaßten Waldungen liegen in der Vorbergzone am Westabfall des Hochplateaus zwischen Alb und Pfinz. Der Bergwald erstreckt sich beiderseits des Tiefentaler Grabens mit z. T. nach Nordost, Südwest und Nordwest exponierten Hanglagen. Der Distrikt Turmberg, ostwärts von Durlach, bedeckt im Süden den nur wenig geneigten Turmberggrücken, im Norden die recht steile, linke Talseite eines Tälchens, das nördlich gegen Grötzingen mündet. Die Höhe schwankt zwischen $\frac{130 - 257}{200}$ m ü. NN. Die Niederschläge ergaben ein langjähriges Jahresmittel von 792 mm; das Mittel in der Vegetationsperiode beträgt 303 mm bei Schwankungen zwischen 153 mm (1859) und 634 mm (1931). Bei den Temperaturen liegen Extreme mit $- 23,3$ °C (1895) und $+ 38,8$ °C (1952) vor. Bodenverhältnisse s. Abschn. 1.3.

Die Waldstandorte des Bergwaldes gehören pflanzensoziologisch (Oberdorfer, a. a. O.) in den Hanglagen dem „mäßig frischen, waldsimsenreichen Eichen-Buchen-Wald (*Melampyretum-Fagetum luzuletosum silcaticae*)“ an, sonst voll-

ständig dem „mäßig frischen reinen Eichen-Hainbuchen-Wald des Hügellandes (Galieta-Carpinetum typicum; s. a. Stellarieto-Carpinetum typicum)“.

Die natürliche Waldbestockung hat sich durch den Einfluß des Menschen (Anlage der Bergwaldsiedlung im Landschaftsschutzgebiet!) gegenüber seiner ursprünglichen Zusammensetzung deutlich geändert (Abb. 39).

4. Die flächenmäßigen Veränderungen des Waldes im Karlsruher Raum

In der 81. Sitzung des Landtages von Baden-Württemberg am 28.3.1963 teilte die Landesregierung auf die Große Anfrage der Abgeordneten Wurz u. Gen. vom 28.1.1963 betr. Erhaltung und Pflege des Waldes (Beilage 2765, Anträge auf Beilagen 2928 und 2931) mit, daß die Waldfläche im Raum Karlsruhe seit 1880 um rd. 2 610 ha abgenommen hat. In Abb. 40 a/b sind die Veränderungen des Waldes im Gebiet des heutigen Stadtkreises, ausgehend von 1850, dargestellt.

Von 1959 bis 1962 wurden zur Gewinnung von Industriegelände insgesamt 571,9 ha des im Stadtkreis liegenden Waldes ausgestockt.

Jahr	ausgestockte Fläche in ha
1959	527,0
1960	33,9
1961	2,0
1962	9,0

Von 1880 bis 1962:

Ausstockungen des im Stadtkreis gelegenen Staats-, Gemeinde- und Körperschafts- sowie Groß- und Kleinprivatwaldes: 1 360 ha, davon allein rd. 1 200 ha von 1945 bis 1965.

Aufforstungen: Von 1945 bis 1962: 109 ha. Damit sind rd. 30 % der ursprünglichen, auf den Stadtkreis entfallenden Waldflächen verloren gegangen.

Das bedeutet den Ausverkauf eines unersetzbaren Landschaftselementes. Die Auswirkungen auf den Gesamthaushalt sind heute noch nicht zu übersehen. Überlegungen zur „Belastung der Biosphäre“ (Olschowy, 1969), zur Belastbarkeit und Tragfähigkeit des Naturhaushaltes wurden bei diesen, nur von wirtschaftlichen Gesichtspunkten bestimmten Ausstockungen überhaupt nicht ange stellt. Maßnahmen gegen Rauch-, Abgas- und Staubimmissionen sowie zur Erhaltung einer „gesunden Landschaft“¹³⁾ werden dadurch nicht nur beeinträchtigt (Olschowy, 1961), sondern auch behindert.

13) Auf die Problematik und Fragwürdigkeit, die Begriffe „gesund“ und „krank“ auf die Landschaft zu übertragen und für ihre Beurteilung zu verwenden, weist Grupe (1964) hin (s. a. Grüne Charta von der Mainau mit Kommentar, 1961). Buchwald (1964) betont die Anwendbarkeit der Begriffe „gesunde“ und „kranke“ Landschaft in doppeltem Sinne und sieht in der Verwendung dieser beiden an sich nur auf Organismen anzuwendenden Begriffe die Möglichkeit „im übertragenen Sinne diese Zustandsformen der Landschaft bildhaft“ zu veranschaulichen.

5. Die Bedeutung des Waldes

Mit rd. 1,3 Mio ha Wald = 35 % der Gesamt-Landfläche liegt das Bewaldungsprozent in Baden-Württemberg über dem Bundesdurchschnitt (28 %). Bemerkenswert ist der hohe Anteil des Gemeinde- und sonstigen Körperschaftswaldes sowie des Bauern- und sonstigen Kleinprivatwaldes gegenüber dem Großprivatwald und den Staatswaldungen (Tab. 25). Von 1954 bis 1962 wurden 31000 ha Ödland und Grenzvertragsböden aufgeforstet. Jätzold (1963) meldet Bedenken an gegen die Aufforstung jener Böden, die für die Landwirtschaft geeignet sind und zur Ernährungsicherung beitragen. Den Aufforstungen stehen von 1944 bis 1962 in Baden-Württemberg Gesamtwaldverluste von 11 000 ha gegenüber. Davon entfielen allein auf den Raum Karlsruhe 13,6 %, d.h. fast 1/7 des Gesamtverlustes. Damit wurde auf eng begrenztem Raum ein bedeutsamer Landschaftswandel eingeleitet.

Waldverluste beeinflussen die landeskulturellen und sozialen Belange; die Wohlfahrtswirkungen sind unwiderbringlich verloren. Sie können durch nachträglich angelegte „künstliche“ Erholungsflächen nicht ersetzt werden. Hinzu kommt der Funktionswandel des Waldes. Er verliert seine Bedeutung als Holzlieferant und Jagdgebiet, wird Erholungszentrum, bietet Schutz gegen Lärm und Luftverschmutzung und gewinnt vordringliche Bedeutung als Wasserreservoir.

Für den Karlsruher Raum ergibt sich: bis Mai 1955 war der gesamte Staatsbesitz durch die Amerikaner als Besatzungsmacht beschlagnahmt, der Hardtwald in seinem flächenmäßigen Bestand weitgehend geschützt. Nur kleinere Flächen, zusammen 25 ha, wurden für landwirtschaftliche Zwecke freigegeben. Nach 1955 entfiel dieser Schutz. Von 1945 bis 1962 sind 730 ha des Hardtwaldes und damit 16 % des zum Fbz Karlsruhe-Hardt gehörenden Waldbestandes verloren gegangen (Tab. 26), von denen 417 ha auf den Stadtkreis entfielen. Die Zwecke, für die Waldflächen in den genannten Zeiträumen benötigt wurden, differieren stark.

Schon 1933 hatte Rommel auf die dem unteren Hardtwald zukommende Bedeutung hingewiesen, ohne dafür Verständnis zu finden.

Wald in Stadtnähe sollte Mischwald sein, weil dadurch sein Erholungs- (Freizeit-)wert erhalten bzw. gesteigert wird (Stams, 1955/56, abwechslungsreiches Erscheinungsbild, Auflockerung durch Waldwiesen). Dies ging auch aus Befragungen der Waldspaziergänger im Hardtwald hervor. Mischwald, wie überhaupt ein mehrschichtiger Waldbestand fand mehr Zustimmung, als reiner Nadelholz- oder Laubwald. Allgemein war das Interesse an der Erhaltung der stadtnahen Wälder um Karlsruhe bei jenen Menschen, die kein Auto besitzen — aber auch von Autofahrern — wegen der frischen und sauberen Luft, wobei die Öffnung für den Autoverkehr abgelehnt wurde.

Bei der von der Karlsruher Industrie geplanten Weiterverarbeitung teerhaltiger Produkte ist die Erhaltung der stadtnahen Wälder wegen zu erwartender weiterer Belastung der Biosphäre dringlich. Auch sollte die Schutzfunktion des Waldes gegenüber radioaktiven Gefahren (vagabundierender radioaktiver Staub) nicht übersehen werden (Atomreaktor im Hardtwald). Herbst (1961-1964) stellte u. a. Filterwirkungen an einzelnen, exponiert stehenden Bäumen fest, beobachtete geringere Radioaktivität auf im Waldschutz liegenden

Wiesen und Weiden gegenüber freien Flächen und hebt die „Schwammwirkung“ der Vegetation gegen Radiojod hervor, das wegen seines leichten Eingangs in Nahrungsketten biologisch besonders kritisch ist, weil ein Teil des mechanisch von Blättern und Sprossen festgehaltenen Radiojods in das Organinnere aufgenommen und dort an Proteine gebunden wird.

Waldbesitzer	Fläche in ha	Fläche in %
Staatswald	306 000	24
Gemeinde- und sonst. Körperschaftswald	532 000	41
Großprivatwald (mit eig. Forstpersonal)	148 000	12
Bauernwald u. sonst. Kleinprivatwald (ohne eig. Forstpersonal)	297 000	23
Bundesforsten	6 000	—
Zusammen	1 289 000	100

Tabelle 25: Verteilung des Waldes in Baden-Württemberg

Waldflächenverluste (ha)	Siedlung, Gewerbe, öfftl. Bauten, Forschung	Verkehrs- u. Ver- sorgungsanlagen	
Stadtkreis Karlsruhe 1945-1962	292	28	
Landkreis K'he 1945-1962	162	3	
Stadtkreis K'he 1900-1945	3	—	
Landkreis K'he 1900-1945	—	—	
Landwirt- schaft	Landesver- teidigung	Sport- und Spielanlagen Sonstiges	Flächenverluste (ha) insgesamt
64	11	22	417
43	101	4	313
8	118	24	153
236	—	3	239

Tabelle 26: Waldflächenverluste, Staatl. Forstamt Karlsruhe-Hardt

Folgerungen:

In einem so stark industrialisierten Gebiet wie Karlsruhe müssen

- a) der jetzt noch vorhandene stadtnahe Wald,
- b) Einzelbäume oder kleinere Baumgruppen im bebauten Stadtgebiet erhalten werden (s. Abschn. IV, 8).

6. Beeinträchtigungen des unteren Hardtwaldes

Die bisherigen Waldverluste wären tragbar, wenn der verbleibende Wald ab sofort von allen anderen Eingriffen verschont bliebe. Es müssen aber immer erneut Aufhiebe durchgeführt werden für Versorgungsleitungen. Dadurch wird der verbleibende Wald besonders in seinem stadtnahen Teil nicht zur Ruhe kommen.

Auf die Absenkungen des Grundwasserspiegels durch die Wasserwerke wurde bereits hingewiesen (s. Abschn. III, 3). Sie wirkten sich in ökologischer Hinsicht so aus, daß bereits 3 Jahre nach Inbetriebnahme des Wasserwerkes „Hardtwald“ (1964) 65,9 % der Holzbodenfläche einer 1 520 ha großen repräsentativen Untersuchungsfläche Flurabstände $> 4,5$ m aufwies (1957/61: 30,1 %). Eine Wasserversorgung der Kiefern aus dem Grundwasser war damit nicht mehr sichergestellt, wenn angenommen wird, daß ein Flurabstand $< 4,5$ m „der Kiefer eine nachhaltige Versorgung aus dem Grundwasser“ unter Berücksichtigung ihres physiologischen Tiefenwachstumsvermögens gestattet (Altherr, E. u. R. Zundel, a. a. O.)

Die zum Atomreaktor hinführenden und für den Gefahrenfall X nach allen Seiten wegführenden Straßen zur raschen Evakuierung der dort beschäftigten Menschen haben den Kfz-Verkehr an verschiedenen Stellen so stark ansteigen lassen, daß rd. 50 % des planmäßigen Wildabschlusses jährlich dem Kfz-Verkehr zum Opfer fallen.

7. Zusammenfassung der Ergebnisse über die Waldverhältnisse im Karlsruher Raum

7.1 FLÄCHENVERÄNDERUNGEN

Von 1880 bis Ende 1962 gingen 1 360 ha = 30 % der ursprünglichen, auf den Stadtkreis entfallenden Waldflächen (Staats-, Gemeinde-, Körperschafts-, Privatwald) verloren, anfänglich im westlichen und südlichen Teil des unteren und in den nördlichen Teilen des oberen Hardtwaldes, von Oberwald und Bergwald (Abb. 40 a/b). Nach 1900 sind geringe Waldverluste in der Rheinniederung im Zusammenhang mit dem Bau des Rheinhafens zu verzeichnen. Ab 1957 wurden ausgedehnte Auewaldflächen (Unterswald) im Nordwesten der Stadt für Industrieanlagen ausgestockt (Abb. 33 a, b, 34). Von der dort am 1. 10. 1964

vorhanden gewesenen Holzbodenfläche (518,1453 ha) waren nach 5 Jahren (1.10.1959) nur noch 59,1663 ha = 11,4 % vorhanden. Diesen Gesamtverlusten stehen nach 1945 Aufforstungen von 109 ha (Gemeinde- und Körperschaftswald) im Südwesten (Rheinauewald) und Nordosten der Stadt (Flußauen) gegenüber. Abnahme der Waldfläche im Karlsruher Raum als einem verhältnismäßig waldreichen Ballungsgebiet von 1880 bis Ende 1962: 2 610 ha.

7.2 WANDEL IN DER HOLZARTENZUSAMMENSETZUNG UND TENDENZEN

7.21 Staatswaldungen

7.211 Unterer Hardtwald

Von 1840 bis 1963: Abnahme des Laubholzanteils und Zunahme des Forle-Anteiles. Zukünftig ist eine Bestockung mit 90 % Nadelhölzern (Forle, Fichte, Douglasie) und 10 % Laubhölzern (Stiel- und Traubeneiche, Amerikan. Roteiche, sonstige Laubhölzer) vorgesehen (Abb. 30).

7.212 Auewald

Er weist einen starken Wechsel der Holzarten auf

- a) infolge des Verlandungsprozesses und
- b) durch den Wandel der wirtschaftlichen Zielsetzung.

Die Erhaltung eines großen Holzartenreichtums (Edellaubhölzer) wird bei den stark wechselnden Standortverhältnissen angestrebt (Abb. 31 a, b).

7.213 Parkwald (Fasanengarten)

Im östlichen Teil blieb die ursprüngliche Bestockung erhalten, im westlichen Teil (Schloßnähe) wurde der garten- und parkartige Charakter durch Einbringung von in- und ausländischen Laub- und Nadelhölzern verstärkt.

7.214 Hochwald

Bis 1888 war die Hainbuche Hauptholzart. Sie wurde durch Esche, Erlen, Pappeln zunächst zurückgedrängt. Schon bis 1952 stieg der Nadelholzanteil (Forle, Lärche, Weymouthkiefer, Douglasie) auf 13 %. Ständige Grundwasserabsenkung führte zum Rückgang von Esche, Erlen und Ahorn. Der Übergang vom reinen Laub- zum Mischwald mit 30 % Nadelholzanteil ist fast abgeschlossen.

7.22 Stadtwald

7.221 Auewälder

Seit der Jahrhundertwende: Erhöhung des Pappelanteils, aber starker Rückgang von Esche und Erle als Folge der stetig fortschreitenden Austrocknung

des alten Kinzig-Murg-Bettes. Die Hainbuche soll im Rissnert bei Fortbestand dieses Walddistriktes Hauptholzart bleiben.

7.222 Oberer Hardtwald

1837 waren Forle, Stiel- und Traubeneiche und Hainbuche herrschende Holzarten. Seit 1900 sind nur Forlebestände mit wenig eingesprengtem Laubholz (Hainbuche, Stiel- und Traubeneiche, Rotbuche) vorhanden. Das erstrebte Verhältnis

Nadelhölzer : Laubhölzer = 3 : 1

ist fast erreicht.

7.223 Bergwald

1885: 90 % Laubhölzer und 10 % Nadelhölzer. Nach 1900 erfolgte mit Aufgabe der Mittelwaldwirtschaft eine Verschiebung des Baumartenmischungsverhältnisses zugunsten der Nadelhölzer. Die Fichte trat gleichrangig neben die Rotbuche, die heute noch Hauptholzart ist.

7.3 URSACHEN DER FESTGESTELLTEN VERÄNDERUNGEN

Die Waldflächenverluste im Raum Karlsruhe wurden vor 1945 durch die Belange von Landwirtschaft und Landesverteidigung, nach 1945 — unter Berücksichtigung der raschen Entwicklung Karlsruhes — durch Anforderungen für Wohnbauten, Industrieansiedlungen, öffentliche Bauten, Forschung, Verkehrsanlagen, in beschränktem Umfang für Landwirtschaft und Landesverteidigung verursacht. Für die Veränderungen der Holzartenzusammensetzung sind maßgebend:

7.31 *Standortsänderungen:*

durch fortschreitende Verlandungsprozesse in den Auewäldern, durch absinkenden Grundwasserspiegel, besonders auf der Niederterrasse, wodurch eine weitere Verschlechterung schon geringer Standorte erfolgte.

7.32 *Ökonomische Gründe:*

Ersatz zopftrockener und daher abgängiger Stiel- und Traubeneichenbestände des unteren Hardtwaldes durch die Forle (relativ sturmfest, ausreichende Resistenz gegen tierische Schädlinge). Durch die gute Leistung der Rheintal-(Hardtwald-) Forle wurde zugleich eine echte Zuwachssteigerung erreicht. Wandel der wirtschaftlichen Zielsetzung erforderte Korrektur der mit Standortsänderung eingetretenen Veränderungen der Holzartenmischungen.

8. Vorschläge (Empfehlungen) für den Wald im Raum Karlsruhe Allgemeines

In den stadtnahen Waldgebieten Karlsruhes müssen Erholungs- (Freizeit-) wert, Sozialfunktion und Schutzfunktionen gegenüber dem Nutzungswert Vorrang haben. Ebensovienig dürfen in einer sich ausweitenden Industriegesellschaft und einer sich dauernd nach der negativen Seite hin wandelnden Stadtlandschaft die ideellen Werte vernachlässigt werden. Erst dann ist eine „optimale Gesamtleistung“ des Waldes (Kirwald, 1962) zu erwarten.

Wegen des starken Rückgangs des Eichenanteils sollten die 250 bis 300 Jahre alten, gesunden Eichen-Überhälter in Stadtnähe zur Sicherung eines vielseitigen Waldaufbaues und zur Bewahrung typischer Altholzreste erhalten bleiben. Neben der Hängebirke (Lichtbedürftigkeit) gehören Roß- und Edelkastanie (*Aesculus hippocastanum* L. und *Castanea sativa* Mill.), Robinie (*Robinia pseudo-acacia* L.), Esche, Erlen, Ulmen, Vogel- und Traubenkirsche (*Prunus avium* L. und *P. padus* L.), Schwarznuß (*Juglans nigra* L.), Vogelbeere (*Sorbus aucuparia* L.), Blutahorn (*Acer rubrum* L.) u. a. nicht nur aus (forst-) ästhetischen Gründen in den stadtnahen Wald. Sie erfüllen darüber hinaus Spezialaufgaben, wie Erhaltung des Bodens und einer guten Wasserführung, wirken als Staubfilter bei der Reinhaltung der Luft und senken den Lärmpegel. Für ausreichende Unterholzbestände sollte im Interesse der heimischen Vogelwelt gesorgt werden.

Die Zahl der Waldparkplätze ist zu vermehren.

Jeder weiteren, noch so geringfügigen Ausstockung muß im Blick auf die Belastbarkeit des Naturhaushaltes widersprochen werden. Der im Zusammenhang mit dem Landschaftsplan geäußerte Gedanke, nach dem der Rheinauwald für Karlsruhe ein bedeutsames zukünftiges Erholungsgebiet werden soll (Schnakenplage?), Waldflächen zugunsten von Kleingarten- und Sportanlagen aufzugeben und an anderer Stelle neue Waldflächen anzulegen (Sitzung des Stadtrates vom 10. 6. 1969) läßt jedes Verständnis für den Ökotop Wald, für die ökologische Bedeutung des Landschaftspotentials, für die bereits vorhandenen Belastungen der Biosphäre und für die Tragfähigkeit des Naturhaushaltes unter Einbeziehung bekannter ökologischer Fakten vermissen. Derartige Pläne sind entschieden abzulehnen. Es würde Jahrzehnte dauern, bis neu angelegte Waldflächen ihre ökologische Wirksamkeit entfalten könnten.

Die wiederholten Versuche, im Rheinauwald (Stadtwald Rappenwört, Rappenwört-Altrhein, Federbach und Staatswald Kastenwört) auf Vorschlag der Karlsruher Wassersportvereine eine Regatta-Strecke von mehr als 2 km Länge und 140 m Breite — nicht eingerechnet die erforderlichen Nebenflächen — anzulegen, müssen abgelehnt werden. Die Rheinauwaldungen auf Karlsruher Gemarkung (wie überhaupt rechts des Rheins) sind unverändert in ihrem Bestand als Wasserschutz- und Erholungsgebiete und wegen der über ihnen entstehenden, stadtklimatisch bedeutsamen Luftströmungen zu erhalten. Trocken liegende Altrheinarme sollten zur Erhaltung bzw. Hebung des sinkenden Grundwasserspiegels wieder gefüllt werden.

Die durch den Kastenwört geplante Regattastrecke würde einen stadtnahen Erholungswald mit zahlreichen Waldwegen zerschneiden, eine naturnahe Aue-

landschaft mit Wald und Altrheinarmen mit ihren landschaftsökologischen Wirkungen und den letzten noch in seinem ursprünglichen Verlauf vorhandenen (Rappenwörter) Altrhein zerstören. Die Freigabe von Rappenwört für den Kfz-Verkehr fordert die Erhaltung der ruhigeren und ursprünglicheren Naherholungsgebiete Kastenwört und Großgrund mit ihrem Freizeitwert für die Ruhesuchende Bevölkerung.

Bei den Überschwemmungsgebieten handelt es sich wegen der durch jährliche Schlicküberlagerungen natürlichen Düngung des Bodens um ertragreiche Waldstandorte und somit um forstwirtschaftliche Hochleistungsstandorte (Edellaubhölzer) mit forstlichem Seltenheitswert. Die Waldgebiete, in die die Regattastrecke hineingelegt werden sollte, stehen unter Landschaftsschutz. Ihre Erhaltung ist auch von dorther geboten.

Der Bergwald, Landschaftsschutzgebiet, muß unbedingt von einer weiteren Zersiedlung freigehalten werden, weil auch hier, wie in der Waldstadt, der verbliebene Baumbestand durch Freistellung eingeht und damit ein ökologisch und stadtklimatisch wichtiger Faktor vernichtet wird.

Die Forderung nach rationeller Forstwirtschaft mit möglichst hoher und nachhaltiger Rente darf in einer Stadt wie Karlsruhe, in der der Wald wichtigster und wertvollster Ökotopt im Vergleich zu anderen Ökotopten und wesentlicher Faktor in der Grünflächenpolitik ist, nicht dazu führen, daß im noch vorhandenen Wald unter Mißachtung landschaftsökologischer Gesichtspunkte eine billige Geländereserve gesehen wird.

Folgerungen:

Alle derzeit mit Wald bestandenen Ökotope sind von weiteren Ausstockungen freizuhalten. Möglichkeiten für die Errichtung zusammenhängender Waldgebiete im Stadtkreis aus landschaftsökologischen Gründen sind nicht vorhanden. Nur schmalere Waldstreifen können im Zusammenhang mit der Absicherung des Industriegebietes im Westen der Stadt, mit der Erschließung des Albgrüns und dem Bau der Südtangente (Staub- und Lärmabschirmung) empfohlen werden.

8.1 STAATSWALDUNGEN

Im unteren Hardtwald sind neben der Forle andere Nadelholzarten (Lärche, Abiesarten, Weymouthkiefer, Scheinzypressen, Hemlocktanne, Eibe, Lebensbaum) forstwirtschaftlich ohne Bedeutung. Trotzdem sollten sie zu einem von der Bevölkerung gewünschten vielseitigem Waldaufbau herangezogen werden.

8.2 DER KARLSRUHER STADTWALD

Im oberen Hardtwald sollte die Forle auch künftig Hauptholzart bleiben. Lärche und Fichte sind weder klimatisch noch bodenmäßig standortgemäß. Auf lehmigeren, besseren und weniger trockenen Böden muß bei hohem Forle-Anteil in Zukunft geeignetes Laubholz zum Anbau kommen:

a) aus waldbaulichen Gründen,

b) zur Belebung des Wald- (Bestands-)bildes für die erholungssuchende Bevölkerung,

c) zur Herstellung bzw. Förderung des biologischen Gleichgewichts.

Die verschiedentlich eingebrachte Robinie ist fehl am Platz. Schnelles Jugendwachstum, die Bodendurchdringung durch ihr tief- und weitreichendes, reich verzweigtes Wurzelsystem und damit die Fähigkeit, die Wasservorräte trockener Standorte besser zu erschließen als andere einheimische Holzarten, hohe Regenerationsfähigkeit und Ausschlagvermögen aus Stock und Wurzel sind Ursachen für die Unduldsamkeit der Robinie. Sie ist „bodenvag“. Kohler und Sukopp (1964) weisen aufgrund von 10-jährigen Beobachtungen auf „die Einwirkung der Robinie auf das Artengefüge“ hin. Trotzdem kommt Kohler (1964) zu dem Schluß, daß „die Robinie als wertvolles Nutzholz und als Strassen- und Parkbaum heute in Deutschland nicht mehr wegzudenken“ ist. Durch ihre Vorliebe für hohe Sommerwärme wird sie in unserem Raum begünstigt.

Im Bergwald sind zur Erzielung einer größeren Reichhaltigkeit des Bestandes Linde, Spitzahorn, Ulme, Kirsche als Schatt- bzw. Halbschattholz beizumengen. Sozialfunktionen und ökologische Forderungen können dadurch eng miteinander verbunden werden.

9. Die Entwicklung der Grünanlagen

Statistische Angaben über die Veränderungen der „öffentlichen Grünanlagen“ (Tab. 27) stehen erst seit 1948 zur Verfügung. Die Entwicklung verlief unterschiedlich.

Zahl der Grünanlagen	1951:	79
	1959/60:	220, davon
		87 bis 1 000 qm groß,
		99 zwischen 1 000 und 10 000 qm groß,
		34 größer als 10 000 qm.

Die Grünflächen waren sehr unterschiedlich (abhängig von der Bebauungsdichte) auf die einzelnen Stadtbezirke verteilt (Tab. 28). Im Stadtbezirk Durlach wurden die nach 1945 besonders reichlich angelegten Grünflächen auf bevorzugte Stellen verteilt (Tab. 29).

Bis 1945:	48 025 qm Grünflächen, 2 518 lfd. m Hecken
1954:	80 569 qm Grünflächen, 5 488 lfd. m Hecken
1955:	47 885 qm Grünflächen, 175 lfd. m Heckenneuanlagen.

Der erhebliche Abgang an Bäumen von 1945 bis 1956 war noch Folgeerscheinung des 2. Weltkrieges. Sie wurde durch Neuanpflanzungen ausgeglichen (Tab. 30). Wesentlich ist die umfangreiche Anpflanzung von Gehölzen in Stadtgarten und öffentlichen Anlagen. Damit wurden natürliche Nistgelegenheiten für die in der Stadt zur Erhaltung des biologischen Gleichgewichtes erforderlichen Singvögel geschaffen, an verschiedenen Stellen Maßnahmen zur Herabdrückung des Geräuschpegels und zum Schutz gegen Geruchsbelästigungen eingeleitet sowie ästhetischen Aspekten Rechnung getragen.

Karlsruhe verfügt auf seiner Gemarkung trotz deutlicher struktureller Veränderungen (Tab. 31 u. 32) noch über viele Freiflächen sowie über echte Naherholungsgebiete. Folge der industriellen Entwicklung, des Rheinhafenausbau, der Raffinerieanlagen usw. ist die Ausweitung der Lager- und Ladeplätze von 400 ha (1950) auf 1079 ha (1963).

Setzt man nur die öffentlichen Grünanlagen in Rechnung, so			
waren	1950	4,6 qm/Ew	
	1963	6,4 qm/Ew	vorhanden, unter Einbeziehung von
Lauben- und Kleingartenland			
	1950	17,8 qm/Ew	
	1963	20,1 qm/Ew	
An Waldfläche entfielen			
	1950	201,4 qm/Ew.	
	1963	126,9 qm/Ew.	

Historischer Überblick: Bis zu den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts waren „städtische öffentliche Anlagen“ in Karlsruhe fast unbekannt. Später hat die Stadt, von ästhetischen und gesundheitlichen Gründen bestimmt, eine Reihe von Parkanlagen (Beiertheimer Wäldchen, Sallenwäldchen, Alter Friedhof), Promenaden (Hilda-Promenade, See-Promenade um den Lautersee), Schmuckplätzen (Nymphengarten, Friedrichsplatz, Kaiserplatz u. a.) angelegt, sodaß schließlich rd. 240 000 qm öffentliche Anlagen einschließlich der Gehwege und Parkplätze vorhanden waren, von denen rd. 70 00 qm auf Schmuckplätze entfielen (Ries, 1905).

Jahr	Fläche in ha	Jahr	Fläche in ha
1948	94	1956	132
1949	94	1957	131
1950	94	1958	132
1951	97	1959	135
1952	107	1960	143
1953	124	1961	146
1954	124	1962	159
1955	131	1963	161

Tabelle 27: Grünflächenentwicklung in der Stadt Karlsruhe

Stadtbezirk	Grünfläche in m ²
West	466 937
Ost	231 202
Süd	333 486
Mitte	108 980
Durlach	135 110
Waldstadt	170 000
insgesamt	1 445 715

Tabelle 28: Grünflächen in der Stadt Karlsruhe, Stand 16.3.1960 (rd. 145 ha)

Durlach, Ortsbezeichnung	Grünfläche in m ²	Hecken lfd. m
ASV-Platz	7 300	—
Rennichwiesen	1 420	100
Reichenbach-Hildebrandstr.	2 000	—
Turmbergbad	28 000	—
Parkplatz Grötzingerstr.	600	—
Alte Schule Aue und Vorgärten a. d. Bergstr.	600	—
Jugendheim Weilerhof	200	—
An der Reichhardstr.	3 400	—
Friedrichschule	165	75
Pestalozzischule	ca. 4 200	—
Summe der Zugänge	47 885	175
Am 2. 8. 1954 vorhandene Grünflächen	80 569	5 488
Gesamte Grünflächen am 19. 8. 1955	128 454	5 663

Tabelle 29: Grünflächenverteilung im Stadtteil Durlach

Baumbestand	insgesamt	Stadtgarten	Öffentl. Anlagen	Straßen
	20 000	1 500	3 500	15 000
Entfernt				
1945-1951	450	80	120	250
1952-1956	250	40	30	180
Zusammen	700	120	150	430
Neu gepflanzt				
1945-1951	300	20	80	200
1952-1956	3 000	250	1 650	1 100
Zusammen	3 300	270	1 730	1 300

Tabelle 30: Veränderung des Baumbestandes in Karlsruhe nach 1945

Jahr	1950	1963
Freiflächen	543,7 qm/Ew.	409,8 qm/Ew.
Häuser u. Höfe	68,4 qm/Ew.	80,0 qm/Ew.

Tabelle 31: Ab- und Zunahme von Freiflächen bzw. Gebäude- und Hofflächen. Zu den Freiflächen wurden gezählt: Straßen, Wege, Bahnen, Öfftl. Grünanlagen, Spiel- und Sportplätze, Friedhöfe, Lager- und Ladeplätze, Flugplatz, Lauben- u. Kleingartenland, Landwirtschaftl. genutzte Flächen, Wälder, Gewässer, Ödland.

Jahr	1950	1963
Gebäude u. Hofflächen	11,2 %	16,4 %
Lager- u. Ladeplätze	3,3 %	8,8 %
Gewässer	3,8 %	3,7 %
Wälder	32,9 %	25,9 %
Landw. Nutzflächen	34,4 %	26,7 %
Freiflächen	88,8 %	83,6 %

Tabelle 32: Flächenanteile in % bezogen auf die Gesamtfläche des Stadtkreises und Veränderungen. Zu den Freiflächen S. Erläuterung zu Tab. 41.

Nach den Plänen von Schneider (Generalbebauungsplan, Grünpolitik, Stadterweiterungsprobleme und Heimatschutz, 1928) sollte ein großes, zusammenhängendes Netz von Grünstreifen in Verbindung mit Parkanlagen, Wasserläufen, Wäldern und Wiesen die ganze Stadt durchziehen, Licht und Luft zwischen die Häusermassen führen. Es waren „ununterbrochene Grünverbindungen aus dem Stadtinnern über Durlach nach dem Turmberg, über Ettlingen ins Albthal“ und „eine einzige große Grünanlage entlang dem Albfuß über Grünwinkel und Daxlanden in den Rheinwald und an den Rheinstrom selbst“ geplant. Die eingeleiteten Planungen wurden durch den 2. Weltkrieg und seine Folgeerscheinungen zunichte gemacht, beim Wiederaufbau der Stadt nach 1945 landschaftsökologischen Gesichtspunkten nicht Rechnung getragen.

Folgerungen:

Vor jeder Errichtung einer Grünanlage ist ihr Zweck klarzustellen und zu entscheiden, welche Art von Grünanlage gewählt werden soll oder ob waldartige Anpflanzungen aus städtebaulichen, lufthygienischen oder sonstigen Gründen nützlich wären (Lendholt, 1959). Öffentliches Straßenbegleitgrün sollte als „Grüner Weg“ überall geschaffen werden, damit stadtnahe Erholungsgebiete auch zu Fuß erreichbar werden. Dadurch könnten sozialhygienische Mängel, die als Folge einer überstürzten Industrie- und Siedlungsentwicklung aufgetreten sind, wenigstens z. T. wieder beseitigt werden. Bei allen neuen Industrieanlagen, bei Erweiterung schon vorhandener sowie bei Planung neuer Wohngebiete hat eine der jeweiligen Zweckbestimmung entsprechende Zuordnung der Freiflächen (für Freizeit, Erholung, Spiel und Sport, Schutz gegen Lärm und gegen Luftverunreinigungen u. a.) in Richtung einer landschaftsökologisch sinnvollen Gliederung des Industriegebietes bzw. des Siedlungsgefüges überhaupt zu erfolgen. Dies gilt in gleicher Weise für alle Maßnahmen, die der Verbesserung des Straßenverkehrs dienen. Hier muß von vornherein entsprechendes Straßenbegleitgrün eingeplant werden und darf nicht erst später (— dann meist unzureichend —) angelegt werden.

Die für den Stadtkreis dringlichen grünpolitischen Maßnahmen wurden bereits in Abschn. III, 1.4. begründet.

10. Die Tierwelt

Es können nur für Groß- und Kleinsäuger Angaben gemacht werden. Über Lurche (Amphibia), Kriechtiere (Reptilia), Sechsfüßer (Hexapoda) liegt kein für unsere Zwecke verwertbares Material vor (s. Lauterborn, 1917). Auf Vögel (Aves) und Fische (Pisces) wird in Abschn. V, 2.3 und 2.4 eingegangen.

10.1 GROSSÄUGER

Der Biber (*Castor fiber* L.) gehörte zu den eigentlichen Bewohnern der Rheinlandschaft, dessen Aussterben, wenigstens was Koloniebildungen betraf, am ganzen Oberrhein um 1720 anzusetzen ist. Diese Erscheinung hängt zusammen mit den in jener Zeit, weit vor Tulla, begonnenen Eingriffen in die Flußlandschaft mit Durchstichen, Dammbauten und Uferbepflanzungen. Einzelne Biber sollen noch zu Beginn des 19. Jahrhunderts am Rhein, außerhalb des Karlsruher Raums, vorgekommen sein. Nach 1820 wurde über sein Auftreten nichts mehr bekannt.

Der Dachs (*Meles meles* (L.)) scheint schon früher ebenso selten gewesen zu sein, wie heute. Der Luchs (*Lynx lynx* L.) verschwand Ende des 15. Jahrhunderts aus der Rheinebene und ist um 1750 ausgestorben.

Das Jagdwild, Reh (*Capreolus capreolus* (L.)), Hirsch (*Cervus elaphus* L.) und Wildschwein (*Sus crofa* L.) konnte nur durch sachgemäße Hege vor dem Aussterben bewahrt werden. Über Bär (*Ursus arctos* L.) und Wolf (*Canis lupus* (L.)) ist nichts bekannt. Fast alle Großsäuger wurden durch den Menschen vernichtet oder durch seine Eingriffe in das Landschaftsgefüge aus ihren ursprünglichen Lebensräumen vertrieben.

10.2 KLEINSÄUGER

Der Feldhase (*Lepus europaeus* Pall.), der als Steppentier nach der Eiszeit mit Hamster (*Cricetus circetus* L.) und Feldmaus (*Microtus arvalis* (Pall.)) aus dem Osten einwanderte, hat sich dem Landschaftswandel von der niederschlagsarmen eiszeitlichen Steppe zur Wald- und Wasserlandschaft angepaßt. Das Kaninchen (*Oryctolagus cuniculus* L.), im 16. Jahrhundert im Oberrheingebiet noch unbekannt, dürfte von Westen nach Osten eingewandert sein. Über das heutige Vorkommen von Marder (Edel- und Hausmarder (*Martes martes* L., *Martes foina* Erxl.), Vielfraß (*Gulo gulo* L.), Iltis (*Putorius putorius* L.), Frettchen (*Putorius furo* L.), Wiesel (*Mustela nivalis* L.) in unserem Raum gehen die Angaben von Förstern so weit auseinander, daß keine Schlüsse gezogen werden können. Hermelin (*Mustela erminea* L.) und Nerz (*Putorius lutreola* (L.)), kommen seit Ende des 17. Jahrhunderts nicht mehr vor. Der Siebenschläfer (*Glis glis* (L.)) wanderte im 18. Jahrhundert aus Südosten ein. Der Fischotter (*Lutra lutra* L.) ist seit dem 18. Jahrhundert aus dem Oberrheingebiet fast völlig verschwunden. Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris* L.) und Igel (*Erinaceus europaeus* L.) sind auch heute noch vorhanden, fallen aber in im-

mer größerer Zahl dem Kfz-Verkehr zum Opfer. Der Hamster, in der mittel- und westeuropäischen nachdiluvialen Steppenzeit noch häufig, ist nach der Hamsterplage (1904) im Oberrheingebiet fast völlig ausgestorben. Die Waldmaus (*Apodemus sylvaticus* (L.)) trat erst nach dem Übergang von der spät-eiszeitlichen Steppenlandschaft zur Kiefernwaldsteppe (8000 bis 9000 v. Chr.) auf. Bismurte (*Fiber (Ondatra) zibethicus* L.) und Wanderratte (*Rattus (Epi-mys) norvegicus* Erxl.) tauchten erst vor rd. 60 Jahren am Oberrhein auf.

Der Maulwurf (*Talpa europea* L.) tritt auch heute noch in großer Zahl auf. Über die Stärke des Auftretens der Feldmaus lassen sich wegen des Fehlens spezieller Beobachtungen keine Aussagen machen. Die Fledermäuse (langohrige: *Plecotus auritus* (L.)), (Breitohr: *Barbastella barbastellus* (Schreb.)), (spätfliegende: *Eptesicus serotinus* (Schreb.)) sind besonders in den letzten Jahrzehnten durch zunehmende Vernichtung ihrer Wohnmöglichkeiten in ihrem Bestand zurückgegangen.

V. Zur Ökologie der Rheinlandschaft

1. Landschaftswandel durch Rheinkorrektion

1.1 VORGESCHICHTE

Der Oberrhein zeigte als unkorrigierter Strom zwei ganz verschiedene „Flußbettformen“. Er war „als Wildstrom im Süden abwärts von Basel bis etwa zur Murg- und Lautermündung“ . . . „meist von einem ausgedehnten Auwald begleitet, auf einer Breite von 1 bis 2 oder auch 3 km in eine mehr oder weniger große Zahl unregelmäßig und stark gewundener, durch Inseln und Kiesgründe voneinander getrennte Rinnsale aufgespalten. Abwärts der Murg nahm der Rhein eine mehr geschlossene Form an mit nur noch wenigen Inseln. Im weiteren Verlauf durchzog er allmählich übergehend in weit ausholende Windungen, oft über mehrere Kilometer Breite das Tal“, (Schwarzmann, 1964). Die Tatsache, daß man 1825 von Basel bis zur Hessischen Grenze „2 218 größere und kleinere Inseln“ zählte, von denen aber nur 63 abwärts der Murgmündung lagen (Schwarzmann, a. a. O.), charakterisiert die damaligen Verhältnisse.

Die nach jedem Hochwasser veränderte Lage der „Fahrrinne“ führte zum Verlust von bewaldetem Ufer- und Inselland. Durch größere Hochwasser gingen landwirtschaftlich genutzte Flächen infolge von Kiesüberschüttungen oder Abschwemmung der Kulturschicht verloren. Das durch Kiesüberlagerungen entstandene neue Land konnte erst nach Bedeckung mit Schlick genutzt werden.

Verträge zwischen den Kurfürsten der Pfalz und den Markgrafen von Baden ermöglichten Rheindurchstiche, so z. B. 1652 bei Daxlanden. Trotzdem wurde in dem nach den durch Hochwasser erfolgten Zerstörungen (1651, 1652) binnenwärts wieder aufgebautem Daxlanden die Kirche Ende des 17. Jahrhunderts auch an der neuen Stelle weggeschwemmt. An vielen Orten wurden Faschinenbauwerke (Stromabschlüsse) errichtet.

Alle diese Maßnahmen erwiesen sich weithin als unzulänglich, weil kein systematischer Wasserbau am Rhein wegen der schwierigen Gebietsverhältnisse möglich war. Viele geplante Arbeiten am Rhein blieben im 18. Jahrhundert wegen der Kriegsereignisse unausgeführt. Hinzu kam das durch Versumpfung ungesunde Klima, verbunden mit dem Auftreten von Fieberkrankheiten. Der Verkehr war oft stark behindert.

Nach der Bildung des Großherzogtums Baden begann Johann Gottfried Tulla grundlegende Entscheidungen zur Änderung und Besserung der „trostlosen Verhältnisse des Rheinbaues“ (Honsell, a. a. O.) zu planen. Seine erstmals 1809 vorgeschlagene umfassende Regulierung des Rheins stieß auf heftigen Widerspruch. Daraufhin verfaßte Tulla 1812 eine ausführliche Abhandlung über seine Gedanken einer „planmäßigen Korrektion des Rheins entlang der Badischen Grenze“ mit Begründung und Widerlegung der bisher „erhobenen oder noch zu erwartenden Einwände“. Sie erfolgte in „Form eines Berichtes an das Großherzogliche Ministerium der auswärtigen Angelegenheiten“ und enthält in Abschn. IV folgenden Satz: „Es sollen daher . . . alle Stromarme des Rheins,

welche außerhalb der Rektifikationslinie liegen oder welche die Rektifikationslinie unter einem zu schiefen Winkel schneiden und die daher dem Rhein zu günstige Gelegenheit zur Abweichung von einer vorgeschriebenen Bahn geben, nach und nach geschlossen und zur Verlandung gebracht werden". Nach zahlreichen Verhandlungen mit den beteiligten Ländern nahmen 1817 u. a. mit dem Knielinger Durchstich die Arbeiten ihren Anfang.

1.2 ERGEBNISSE

Die nach Tullas Plänen von 1817 bis 1874 auf der Strecke Basel-Mannheim durchgeführte Rheinkorrektion führte zu einer entscheidenden Wandlung der Rheinlandschaft. Der Talweg wurde verkürzt, die Gefahr von Überschwemmungen gebannt, der Verkehr der Rheinorte untereinander zu Wasser und zu Lande erleichtert, die Gefahr fieberhafter Erkrankungen vermindert. Erhebliche Flächen von fruchtbarem Land konnten gewonnen, ein großer Teil bis dahin versumpften oder häufig überschwemmten Gebietes entsumpft und in Kultur genommen werden.

Durch die Rheinkorrektion wurde die nachteilige Wirkung des Hochwassers eingedämmt. Die in den Jahren 1880 bis 1885 erhobenen Klagen über das Ansteigen des Wassers und die dadurch verursachten Schäden an Feldfrüchten betrafen „junge, erst durch die Rheinkorrektion geschaffene Verlandungen, die zu frühe in Kultur genommen, oder sonst tief gelegenes Gelände, das vorzeitig eingedeicht und als Ackerfeld angebaut worden ist" (Honsell, a. a. O.). Schon damals wurde auf Ausstockungen der Rheinwaldungen und auf ein „weiteres Vorrücken der Schutzdämme gegen den Strom gedrängt".

Neben allen positiven Ergebnissen der Rheinkorrektion trat als negative Folge eine mehr oder weniger deutliche Grundwasserabsenkung — gebietsweise schwankend — ein.¹⁴)

1.3 WANDEL DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN NUTZUNG

Die landwirtschaftliche Nutzung auf dem Gebiet des heutigen Stadtkreises wurde durch die Rheinkorrektion verändert (Abb. 41 u. 42). Im Nordwesten, unmittelbar am Rhein, gingen frühere Trockenwiesen (Honsell, a. a. O.) in Ackerland über. Kleinere, früher versumpfte Flächen, konnten als Ackerwiesen (-weiden) oder Wechselwiesen (-weiden) genutzt werden. Die Breite der Auewaldungen wurde beiderseits des rektifizierten Rheins auch im Karlsruher Raum z. T. erheblich verringert.

¹⁴ Tulla wußte dies und wollte dieser Erscheinung durch 2 seitliche Sammelkanäle entgegenwirken. Diese Pläne gerieten nach seinem Tod (1828) in Vergessenheit (Langen, 1956).

2. Ökologie

2.1 ALLGEMEINES

Die Fläche, auf der sich die Stadt nach dem derzeitigen Stand (letzte Eingemeindung 1938) ausbreitet, stellt ökologisch kein abgeschlossenes Gebiet dar. Weil ausgedehnte Flächen der Rheinniederung zum Stadtkreis gehören und im Westen der Stadt die Gemarkungsgrenze — mit der Landesgrenze zusammenfallend — mitten durch den Rhein verläuft, erfordern der Wandel der Rheinlandschaft und die damit zusammenhängenden Veränderungen ökologischer Faktoren Berücksichtigung.

Tulla hatte in seinem Bericht von 1812 die Verlandung aller „Altrheine“ vorgeschlagen, um möglichst viel Land zu gewinnen und dieses landwirtschaftlich oder als Wald zu nutzen. Damit wäre aber auf Hunderte von Kilometern nicht nur das ursprüngliche Landschaftsbild grundlegend geändert worden, sondern für Pflanze, Tier und Mensch wären einschneidende Veränderungen ihres Lebensraumes, ihrer Umwelt, der Gesamtheit der ökologischen Faktoren verbunden gewesen.

In den durch die Rheinkorrektion geschaffenen Verhältnissen sah man nur ein technisches Meisterwerk zur Bändigung eines wildreißenden Wasserlaufs. der dadurch, eingezwängt in ein künstliches Bett mit fast parallelen Ufern, zur Wasserstraße und Verkehrsader wurde. Lauterborn (a. a. O.) hat nachdrücklich auf die Gefahren solcher Betrachtungsweise hingewiesen, den Rhein als zukünftige „große Kloake, die allen Unrat aus — Städten und Fabriken wegschwemmen soll“ gesehen und die damals überhörte Frage gestellt, „wohin diese brutale Zerstörung und Entseelung der Natur, dieser Raubbau an unersetzbaren idealen Werten noch einmal führen muß“.

Schon Mitte des vorigen Jahrhunderts gab es Überlegungen über die Ursachen des Rückganges verschiedener Vogelarten. Sie brachten diese Erscheinungen mit den indirekten Auswirkungen in Zusammenhang, die die Umgestaltung der Landschaft und der Lebensräume als Folge der Rheinregulierung auf den Bestand vieler Vogelarten hatten. „Seit Anfang dieses Jahrhunderts sind in der Rheinebene ausgedehnte sumpfige Flächen, sogen. Brücher trockengelegt und zu schönen Wiesen umgewandelt worden. Die landwirtschaftliche Kultur ist dicht an die Ufer des Stromes, seiner Altwasser und Nebenflüsse gerückt“ (Kettner. 1849. 1866).

Im Laufe der letzten 100 Jahre sind ökologisch wesentliche Veränderungen im Pflanzen- und Tierbestand des Rheins und der Rheinniederung vorgegangen.

2.2 PLANKTON DES RHEINS UND DER ALTWASSER

2.21 Rhein

Nach Lauterborn (1917) besteht das Plankton des Oberrheins an seiner Eintrittsstelle in die Tiefebene nur aus Seeformen, besonders Diatomeen. Während die dem Bodensee entstammenden Cyclotellen, von denen nur *Cyclotella*

bodamica Eulenst. zahlreich auftritt, *C. melosiroides* ((Kirchner) Lemmerm.) und *C. socialis* Schütt. dagegen stromabwärts rasch abnehmen und nur vereinzelt bis zum Mittelrhein gelangen, läßt sich bei den aus dem Zürich-See stammenden Formen *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides* Grun., *Melosira islandica* var. *helvetica* O. Müller und bei *Oscillatoria rubescens* De Candolle bis hin zur Mündung des Rheins keine Verminderung erkennen. Die Diatomeae

Asterionella gracillima (Hantzsch) Heiberg
Fragilaria crotonesis Kitton
Synedra acus var. *delicatissima* (W. Smith) Grun.;

die Flagellata

Dinobryon cylindricum Imhof
D. sertularia Ehrb.
Ceratium hirundinella Schrank
Peridinium Willei Huitf.-Kaas
P. maeandricum Brehm, und die
Polyarthra platyptera Ehrb.

Rotatoria¹⁵⁾

Hudsonella pygmaea Zacharias
Chromogaster testudo Lauterborn
Anuraea cochlearis Gosse
A. aculeata Ehrb.
Notholca longispina Kell.

entstammen beiden Seen. Lauterborn hat bereits damals das unterschiedliche Verhalten einmal darauf zurückgeführt, daß das Überwiegen des „Zürich-See-Planktons über das Bodensee-Plankton im Rhein“ mit dem Gehalt des Zürich-Sees an gelöster organischer Substanz und damit auch an Plankton selbst zusammenhängen müsse. Zum anderen wies er darauf hin, daß wegen der zunehmenden Verunreinigung des Rheinwassers die dem damals noch wenig verunreinigtem Bodenseeewasser entstammenden Cyclotellen als Organismen des reinsten Wassers stromabwärts im Rhein immer ungünstigere Lebensbedingungen vorfanden und daher verschwanden, während das Zürich-See-Plankton für die zunehmenden Verunreinigungen des Rheinwassers weniger anfällig war. *Oscillatoria rubescens* DC., die Burgunderblutalge, findet sich als typischer Vertreter des Zürichsees auch heute noch im Rhein bei Karlsruhe und gelangt über den Einpumpvorgang von Rheinwasser in das E-Werk auch ohne Schädigung in das Albwasser.

Länger anhaltende niedrige winterliche Pegelstände, bei denen früher der Rhein durch Trockenfallen und Ausfrieren der Altrheinmündungen nicht mehr mit seinen stehenden Seitengewässern verbunden war, führten dazu, daß nur die o. a. Formen den Bestand des Stromplanktons bildeten. Ihre Artenzahl verringerte sich kaum, die Individuenmenge nahm ab. Bei normalen Pegelständen werden dagegen diese Formen in Altwässer und Häfen eingeschwemmt, doch konnte die früher beobachtete Massenvegetation von *Oscillatoria* und *Tabellaria* schon seit mehreren Jahren nicht mehr festgestellt werden. Mit fallendem Wasser wird dann das durch das autochthone Plankton der Altrheine angereicherte Seeplankton wieder in den strömenden Rhein geführt. An Zuwachs wurden die in Tab. 33 zusammengestellten Arten verzeichnet.

15) Autorennamen nach Harring, H.K., 1913.

Diatomeen:	<i>Synedra actinoastroides</i> Lemm. <i>Attheya</i> West. <i>Rhizosolenia</i> Ehrb.
Grünalgen der Gattungen:	<i>Pediastrum</i> Meyen <i>Scenedesmus</i> Meyen <i>Actinastrum</i> Lagerh. <i>Golenkinia</i> Chodat <i>Chodatella</i> Lemm.
Flagellaten:	<i>Eudorina</i> Ehrb. <i>Pandorina</i> Bory <i>Synura</i> Ehrb. <i>Uroglena</i> Ehrb.
Infusorien:	<i>Codonella</i> Häck. <i>Tintinnidium</i> Kent
Rotatorien:	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse <i>Triarthra longiseta</i> Ehrb. <i>Notholca acuminata-striata</i> Huds. et Gosse <i>Anuraea cochlearis</i> Gosse <i>A. aculeata</i> Ehrb. <i>Brachionus pala</i> Ehrb. <i>Br. angularis</i> Gosse
Crustaceen:	<i>Bosmina longirostis</i> f. <i>cornuta</i> Jurine <i>Diaphanosoma spec.</i> Liéven <i>Daphnia cucullata</i> O. Sars <i>Cyclops strenuus</i> S. Fisch. <i>C. oithonoides</i> O. Sars
Larven von	<i>Dreissensia polymorpha</i> Pall.

Tabelle 33: Zusammenstellung nach Lauterborn. Planktonzuwachs im Rhein nach Zufluß aus Altrheinen (Auswahl). Näheres s. im Text.

Diatomeae	<i>Cyclotella bodamica</i> Eulenz. <i>C. Schroeteri</i> Hustedt <i>C. melosiroides</i> (Kirchner) Lemm. <i>Stephanodiscus astraea</i> (Ehrb.) Grun., spärlich <i>Tabellaria fenestrata</i> var. <i>asterionelloides</i> Grun., zeitweise Massenfaltung <i>Synedra actinoastroides</i> Lemm. <i>Asterionella gracillima</i> (Hantsch) Heiberg, reichl. <i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton, reichlich <i>Synedra acus</i> var. <i>delicatissima</i> (W. Smith) Grun., reichlich <i>Attheya Zachariasii</i> J. Brun., einzeln <i>Rhizosolenia longiseta</i> Zach., einzeln selten
Chroococcales	

Cyanophyceae	Oscillatoria rubescens De Candolle
Flagellata	Dinobryon sertularia Ehrb.
	D. cylindricum Imhof
	Mallomonas dubia Lemm.
	Ceratium hirundinella Schrank
	Peridinium tabulatum (Ehrb.) Clap et Lachm.
	P. quadridens Stein
Heliozoa	Raphidiocystis spec. Penard
Rotatoria ¹⁶⁾	Floscularia mutabilis Huds.
	Fl. pelagica Rousselet
	Asplanchna priodonta Gosse
	Synchaeta pectinata Ehrb.
	S. tremula (Müller)
	S. grandis Zach.
	S. stylata Wierzejski
	Polyarthra platyptera Ehrb.
	P. euryptera Wierzejski
	Rattulus capucinus Jennings
	R. pusillus Jennings
	Diurella stylata Eyferth
	Gastroschiza flexilis Jägerskiöld
	Hudsonella pygmaea Zach.
	Brachionus angularis Gosse
	Anuraea cochlearis Gosse
	Anuraeopsis hypolasma Lauterborn
	Notholca longispina Kell.
	N. striata-acuminata Huds. et Gosse
sämtlich mit großen Arten- und Individuenreichtum	
Crustacea	Diaphanosoma brachyurum Liéven
	Daphnia cucullata O. Sars
	Ceriodaphnia spec. Dana
	Bosmina longirostis f. cornuta Jurine
	Moina micrura Kurz
	Cyclops oithonoides O. Sars
	C. strenuus S. Fisch.
	Diaptomus gracilis O. Sars
	Leptodora kindti Focke in tieferen Häfen

Tabelle 34: Planktonzusammenstellung nach Lauterborn (in Auswahl) Erläuterung s. im Text

2.22 Altwasser

Zwischen dem Plankton der offenen Rheintalwasser und Häfen und der abgeschlossenen Altrheine wurden von Lauterborn (a. a. O.) deutliche Unterschiede festgestellt. In den offenen Altrheinen überwiegen die in Tab. 34 zusammengefaßten Formen.

¹⁶⁾ Autorennamen nach Haring, H.K., 1913.

Neue Untersuchungen (Stephan u. Mitarbeiter, noch nicht veröffentlicht) über die heute noch vorkommenden Arten im Plankton des Rheins und der Altrheine im Raum Karlsruhe zeigen, daß infolge der mit zunehmender Verunreinigung erfolgten Veränderung der Lebensbedingungen

- a) Arten- und Individuenzahl gegenüber früher geringer geworden sind und
- b) anspruchslosere Arten in den Vordergrund treten. Auch bei ihnen nehmen Arten- und Individuenzahl ab, Chlamydobacteriales und Zooplankton werden gegenüber dem Phytoplankton vorherrschend.

2.3 VÖGEL DES RHEINS UND DER ALTWASSER¹⁷⁾

Das von dem Straßburger Fischer Leonhard Baldner 1666 veröffentlichte Vogel-, Fisch- und Tierbuch (zit. nach Lauterborn, a. a. O.) enthält ausführliche Angaben, nach denen Ufer, Kiesbänke und die mit Auewald bestockten Inseln des Oberrheingebietes eine reiche und sehr vielgestaltige Vogelwelt beherbergten und deren Bestand bis etwa 1825 keine ins Gewicht fallende oder deutlich erkennbare Abnahme aufwies. V. F. Fischer (zit. nach Lauterborn), v. Kettner (a. a. O.) und L. Fischer (1897) sowie Douglas (1894) haben sich im 19. Jahrhundert verschiedentlich mit den ornithologischen Verhältnissen im damaligen Großherzogtum Baden, wie auch im gesamten Oberrheingebiet befaßt. Durch die Rheinkorrektur verarmte der Strom, für zahlreiche Vogelarten waren keine Brutbiotope mehr vorhanden. Zu ihnen gehören z. B. Nachtreier (*Nycticorax nycticorax* (L.)) und Gänsesäger (*Mergus merganser* L.). V. F. Fischer (a. a. O.) kennt noch den Triel (*Burhinus oedicephalus* (L.)) als Brutvogel der Kiesinseln des Rheins und auch der Schwarzstorch (*Ciconia nigra* (L.)) war brütend im Kastenwört und bei Scheibenhartd unweit Karlsruhe um die Mitte des vorigen Jahrhunderts bekannt.

v. Kettner erkannte bereits 1849, daß durch die vom Standpunkt der Landeskultur aus durchaus notwendige Rheinkorrektur den Sumpf- und Wasservögeln, die vordem in großen Massen vorhanden waren, „beliebte Aufenthaltsorte“ entzogen wurden. „Vogelstellerei und die hier allerwärts in größter Ausdehnung benutzten Jagden zusammen mit der sich weiter ausbreitenden Kultur tragen wesentlich zur Verminderung der Individuenzahl und zum Aussterben mancher sich ohnedies nicht stark vermehrenden Arten bei“. Die Verluste durch direkte Verfolgung treten aber zurück gegenüber jenen, die durch die Maßnahmen der damaligen Landeskultur und ihrer Folgemaßnahmen eintraten, wobei ökologische Faktoren nicht berücksichtigt wurden.

Die Maßnahmen des Wasserbaues haben fortschreitend in den vergangenen 100 Jahren den größten Teil der Biotope der Wasservögel nachhaltig verändert. Die nach der Rheinkorrektur verbliebenen Altrheinarme bildeten häufig nur noch einen kümmerlichen Rest der ehemals optimalen Lebensräume vieler Vogelarten. Das Absinken des Grundwasserspiegels wirkte sich landschaftsverändernd aus. Auch die Regulierung kleinerer Flüsse und Bachläufe bedrohte eine Reihe von Arten, wie z. B. Eisvogel (*Alcedo ispida* L.) und Wasseramsel

17) Aus sachlichen Gründen ist eine Trennung der beiden Gebiete nicht vertretbar.

(*Cinclus aquaticus* (Bechst.)) in ihrem Bestand. Zunehmende Verschmutzung der Gewässer führte zu Beeinträchtigung und Zerstörung der Nahrungsgrundlage der Vögel. Feuchte Standorte wurden durch Meliorationen trockengelegt und damit Schilfbestände als Niststätten vernichtet. Die ehemals extensiv genutzten Flächen (Streuwiesen), bevorzugter Biotop von Brachvogel (*Numenius arquata* (L.)), Kiebitz (*Vanellus cristatus* (L.)), Bekassine (*Capella gallinago* L.), Wachtelkönig (*Crex crex* (L.)) u. a., wurden in Ackerland umgewandelt. Im Zuge der Flurbereinigung verschwanden Heckenzüge an Rainen und Feldwegen. Der Streuobstbau wurde unrentabel, Einzelbäume störten die Feldbestellung. Eine rücksichtslose Ausräumung der Feldflur führte zur Verarmung des Brutvogelbestandes. Die oft wegen des Absinkens des Grundwasserspiegels erforderlich gewordene Umwandlung von Laubwäldungen in Nadelholz-Monokulturen wirkte sich nachteilig auf den Bestand der Höhlenbrüter (Wiedehopf (*Upupa epops* L.), Hohltaube (*Columba oenas* L.), Dohle (*Coloeus monedula* L.), Eulen (*Strigiformes*)) aus. Die Folgen chemischer Schädlingsbekämpfung sind in ihren endgültigen Auswirkungen auf die Tier-, insbesondere die Vogelwelt noch nicht zu übersehen. Für den Stadtkreis gibt die Verlegung des Unterlaufs der Alb ab Knielingen und damit im Zusammenhang die Ausstockung des Unterwaldes (Abb. 33 a, b) ein Beispiel für den Umfang solcher einschneidenden Maßnahmen. Die bis heute noch verbliebenen Streuwiesen und Schilfgebiete zwischen Knielingen und dem Rheinhafen stellen wenigstens noch einige Brutgebiete für die im weiteren Bereich äußerst selten gewordenen Arten, wie Blaukehlchen (*Erithacus cyanecula* (Wolf)), Schilfrohrsänger (*Acrocephalus schoenobaenus* (L.)), Zwergrohrdommel (*Ixobrychus minutus* L.) dar, doch sind auch sie bereits in ihrem Bestand durch Bau der Südtangente, erneute Albverlegung (s. o.) und andere Maßnahmen ernsthaft bedroht. Die arten- und individuenreiche Überfamilie der Singvögel (*Oscines*, Brohmer, 1964) konnte ihren Bestand im wesentlichen halten.

Lauterborn (a. a. O.) berichtet für das gesamte Oberrheingebiet von Basel bis Mainz, daß in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts nur noch wenig Brutvögel am strömenden Rhein vorhanden gewesen seien, so z. B. die Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo* L.), um 1900 noch recht häufig, seit einigen Jahren nur nördlich von Karlsruhe wieder in wenigen Brutten festgestellt. Die Zwergseeschwalbe (*Sterna minuta* (L.)) war damals schon selten geworden. In Lauterborns Aufstellung erscheinen:

Tringoides (*Actitis*) *hypoleucos* (L.), a. Ufer
nist. häufig
Charadrius dubius Scop., spärlicher
Riparia riparia (L.)
Alcedo ispida L.
Motacilla alba L.
M. cinerea Tunst., spärlich
Budytes flavus L., auf Uferwiesen
Acrocephalus streperus (Vieill.)
A. arundinaceus (L.)
A. schoenobaenus (L.)
Emberiza schoeniclus (L.), sämtlich in Rohr-
beständen nistend

	<i>Anas boscas</i> L.
	<i>Gallinula chloropus</i> (L.)
	<i>Colymbus nigricans</i> Scop.
	<i>Ardea cinerea</i> L., ganzjährig
	<i>Phalacrocorax carbo</i> L., selten
Raubvögel: ¹⁸⁾	<i>Milvus korschun</i> Gm., überall
	<i>Pandion haliaetos</i> (L.), selten
Als typische Vögel der Altwasser führt Lauterborn auf:	
Raubvögel:	<i>Circus aeruginosus</i> (L.), im Rohrwald
	<i>Asio flammeus</i> (Pont.), vereinzelt, unbeständig
Rohrsänger:	<i>Acrocephalus arundinaceus</i> (L.)
	<i>A. streperus</i> Vieill.
	<i>A. schoenobaenus</i> (L.)
	<i>Emberiza schoeniclus</i> (L.)
Sumpfvögel:	<i>Fulica atra</i> L.
	<i>Gallinula chloropus</i> (L.)
	<i>Porzana porzana</i> (L.)
	<i>Rallus aquaticus</i> L.
	<i>Ixobrychus minutus</i> (L.)
	<i>Botaurus stellaris</i> (L.), vereinzelt
Schwimmvögel:	<i>Anas boscas</i> L.
	<i>A. crecca</i> L., spärlicher
	<i>Spatula clypeata</i> (L.), selten
	<i>Anas querquedula</i> (L.), spärlicher
	<i>Podiceps cristatus</i> (L.), am Röhrichttrand, schwimmende Nester
	<i>Podiceps ruficollis</i> Pall.
Brutvögel der Sumpfwiesen:	<i>Circus cyaneus</i> (L.)
	<i>Budytes flavus</i> L.
	<i>Vanellus cristatus</i> (L.)
	<i>Capella gallinago</i> L.
Brutvögel der Weidengebüsche:	<i>Acrocephalus palustris</i> (Bechst.)
	<i>Erithacus cyanecula</i> (Wolf)
Brutvögel der Kies- u. Lehmufer:	<i>Alcedo ispida</i> L.
	<i>Riparia riparia</i> (L.)

Im folgenden Abschnitt wird eine kleine Zusammenstellung von Vögeln gegeben, die auf Wasserflächen, Schilfdickichte und Bruchgelände als Brutbiotope angewiesen sind und von Beginn des 19. Jahrhunderts bis 1963/64 entweder eine starke Abnahme zeigten oder gänzlich verschwunden sind.¹⁹⁾

18) Es wurden die von Lauterborn angegebenen deutschen Namen belassen.

19) Die Angaben wurden einer beim Verf. im Wahlfach Biologie gefertigten Arbeit: „Ornithologische Beobachtungen auf der Gemarkung der Stadt Karlsruhe“ entnommen, die als Zulassungsarbeit zur 1. Dienstprüfung für das Lehramt an Volksschulen 1964, Pädagogische Hochschule Karlsruhe, angenommen wurde (mscr.).

Ardeinae und Botaurinae

- Ardea cinerea* L. 1849 (v. Kettner) Brutkolonien mit z. T. 100 Nestern den ganzen Rhein entlang, 1897 (Fischer) ziemlich häufig, dann nur noch wenige Einzelbrüter
1960 erstmals wieder kleine Kolonie entdeckt
- Ardea purpurea* (L.) 1849 einige Brutpaare bei K'he u. Rastatt, 1913 letztes Nest bei Maxau gefunden, seitdem nur gelegentliche Zugbeobachtung
- Ardeola ralloides* (Scop.) 1849 Mai bis Oktober am Altrhein, 1897 vereinzelte Brutvorkommen, seit Jahrzehnten nicht mehr gesichtet
- Nycticorax nycticorax* (L.) 1849 ziemlich häufiger Brutvogel, 1897/1900 selten, bald darauf als Brutvogel völlig verschwunden
- Botaurus stellaris* (L.) 1849 als Charaktervogel der Rohrwälder nicht selten, 1897 noch als Brutvogel vorkommend, seit mehr als 20 Jahren keine gesicherten Nachweise
- Larinae und Sterninae
- Larus ridibundus* L. Koloniebrüter, 1849 ziemlich häufig, 1900 nicht selten, seit 30 Jahren nur Wintergast oder Durchzügler
- Sterna hirundo* L. 1850 sehr häufiger Brutvogel, 1900 ziemlich häufig, später Bestand erloschen, nördl. v. K'he seit einigen Jahren wenige Bruten
- Chlidonias albifrons* Pall. 1850/1900 relativ seltener Brutvogel, seither völlig verschwunden
- Chlidonias nigra* L. 1849 ziemlich häufiger Brutvogel, seit Jahrzehnten als Brutvogel fehlend, dagegen häufiger Sommergast
- Laro-Limicolae
- Tringa ochropus* L. 1849 und 1897 nicht seltener Brutvogel, heute nur Durchzügler
- Calidris alpina* (L.) wie oben
- Burhinus oedicnemus* (L.) um 1820 Brutvogel auf Kiesinseln im Rhein, 1850 verschwunden
- Anatidae
- Zu streichen sind von den früher als Brutvögel vorkommenden Arten *Anas acuta* L., *Anas strepera* L., *Spatula clypeata* (L.)
- Falconiformes (Accipitres)
- Circus aeruginosus* (L.) bis 1900 verbreiteter Brutvogel der früher vorherrschenden Schilfwälder, danach rascher Rückgang des Bestandes, 1950 letztes Brutpaar bei Daxlanden, seither nur Zugbeobachtung

<i>Circus cyaneus</i> (L.)	1849 ziemlich selten, seit 1910 keine Brutvögel mehr
<i>Circaetus gallicus</i> (Gm.)	1849 regelmäßiger Brutvogel, 1893 1 Horst mit Jungen, seit 1900 zu streichen
<i>Pandion haliaetus</i> (L.)	1849 nicht seltener Brutvogel, 1900 selten geworden, heute nur Durchzügler
<i>Aquila pomarina</i> Brehm	1849 seltener Brutvogel, 1896 letztmals im Hardtwald brütend

Im Anschluß wird über Biotope vom Kleinen Bodensee (Abb. 1) als Beispiel für die biologisch-ökologische Vielfalt dieses Gebietes berichtet.

Der Kleine Bodensee, nicht zur Gemarkung der Stadt gehörend, ist ein nicht mit dem fließenden Rhein in Verbindung stehender Altrheinarm. Er liegt im Landschaftsschutzgebiet nordwestlich von Karlsruhe, fast unmittelbar an der Gemarkungsgrenze der Stadt. Die Bedeutung des Kleinen Bodensees als Brut- und Durchzugsgebiet vieler selten gewordener Wasservögel läßt die Forderung, dieses Landschaftsschutzgebiet in ein Naturschutzgebiet umzuwandeln, berechtigt erscheinen.

Biotope am Kleinen Bodensee

Freie Wasserfläche und Uferregion (Zone I und II)

Zone I Tauchbestand (untergetauchte Gewächse)

a) Algenrasen

b) Chara- u. Nitellarasen

c) Großlauchkrautrasen (*Potamogeton*etum):

Myriophyllum spec. L.

Ceratophyllum demersum L.

Potamogeton crispus L.

Ranunculus aquatilis L.

Hottonia palustris L.

Elodea canadensis Michx.

Callitriche vernalis Knetz

Potamogeton fluitans Roth, in langsam fließenden Gewässern

Ranunculus fluitans Lam.

Zone II

Schwimmdecke (Schwimblattgesellschaften, *Nupharetum*)

Gewächse, die mit Blatt und Blüte die Wasserfläche bedecken oder sie überragen:

Frei schwimmend

Lemna spec. L.

Im Boden des Gewässers verankert

Trapa natans L.

Nymphaea alba L.

Nuphar lutea (L.) Sm.

Stratiotes aloides L.

Polygonum amphibium L.

Nahrungsgebiet der brütenden und durchziehenden *Colymbiformes*, *Pedicepedes*, *Ardeidae*, *Rallidae*, *Laridae*, *Sterninae*. Über dem Wasser jagend *Hirundo*

dinidae und Cypselidae. Die bei Niedrigwasser freiwerdenden Schlammflächen sind beliebter Rastplatz der Laro-Limicolae.

Zone III

Die Schilf- und Seggenregion

Röhricht (Röhrichtgesellschaften, Scirpeto-Phragmitetum)

Phragmites communis Trin.

Typha latifolia L.

T. angustifolia L.

Phalaris arundinacea L.

Scirpus lacustris L.

Cladium mariscus (L.) Pohl

Acorus calamus L.

Iris pseudacorus L.

Brutbiotop von Colymbiformes, Rallidae, Botaurinae, Acrocephalini

Zone IV

Die Verlandungszone

Riedgrasflächen mit Kopfweidenbeständen

Wasserschwadenrasen (*Clycerietum aquaticae*)

Verlandungsform der Zone III

Glyceria aquatica Wahlenb.

Sparganium ramosum Huds.

Alisma plantago-aquatica L.

Butomus umbellatus L.

Hippuris vulgaris L.

Brutbiotop von Paridae, Anthinae, Emberizinae und von *Locustella naevia* (Bodd.)

Der Auewald

Bäume

Quercus robur L.

Carpinus betulus L.

Ulmus carpinifolia Gled.

Fraxinus excelsior L.

Acer campestre L.

Alnus incana (L.) Moench.

A. glutinosa (L.) Gaertn.

Populus nigra L.

P. tremula L.

Salix-Arten

Brutbiotop von Falconiformes (Accipitres) und Corvidae, Picinae, Columbi-formes, Turdinae

Sträucher des reichlich vorhandenen Unterholzes

Corylus avellana L.

Rhamnus frangula L.

Viburnum opulus L.

Evonymus europaeus L.

Prunus spinosa L.

P. padus L.

Sambucus nigra L.

Rosaceae

Schlingpflanzen, wie

Convolvulus sepium L.

Solanum dulcamara L.

Galium aparine L.

Clematis vitalba L.

Cuscuta europaea L.

Bodenpflanzen im Frühjahr

Ranunculus Ficaria L.

Glechoma hederacea L.

Pulmonaria officinalis L.

Anemone nemorosa L.

Primula elatior (L.) Hill.

Bodenpflanzen im Sommer

Valeriana officinalis L. s.l. Arznei-B.

Deschampsia caespitosa (L.) P.B.

Festuca gigantea (L.) Vill.

Angelica silvestris L.

Übergang in trockneren Typus mit *Fagus sylvatica* L. und *Pinus silvestris* L.

Brutbiotop von *Silviinae*, *Fringillidae*, *Phylloscopini*, *Erithacus megarhynchus* (Brehm) u. a.

In den vergangenen 18 Jahren waren am Kleinen Bodensee und in seinen Randwäldungen feststellbar:

1. Brutvögel	69 Arten
2. nichtbrütende Vögel, die das Gebiet als Nahrungsrevier benutzen	17 Arten
3. als Durchzügler	23 Arten
4. als Wintergäste	23 Arten

zusammen 132 Arten, die sich auf folgende Ordnungen, Familien und Unterfamilien verteilten (Systemat. Übersicht nach Brohmer, 1964):

Zeichenerklärung:

Brutvogel	000 (sehr häufig)
	00 (verbreitet)
	0 (selten)

nicht brütend, jedoch das Gebiet als Nahrungsrevier benutzend +

Durchzügler

D

Wintergast

W

Colymbi

Colymbus arcticus L.

W

Podicipedes

Podiceps cristatus (L.)

00

P. auritus (L.)

W

P. nigricollis Brehm

WW

P. ruficollis (Pall.)

0

Anatidae

Anas platyrhynchos (L.)

00

A. crecca L.

+ WW

A. querquedula L.

+ WW

	<i>A. strepera</i> L.	W
	<i>A. penelope</i> L.	W
	<i>A. acuta</i> L.	W
	<i>Spatula clypeata</i> (L.)	W
	<i>Aythya marila</i> (L.)	WW
	<i>A. ferina</i> (L.)	W
	<i>A. fuligula</i> (L.)	WW
	<i>Bucephala clangula</i> (L.)	W
Merginae	<i>Mergus serrator</i> L.	W
	<i>M. merganser</i> L.	W
	<i>M. albellus</i> L.	WW
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax carbo</i> L.	D
Ardeidae	<i>Ardea cinerea</i> L.	++
	<i>A. purpurea</i> (L.)	+
Botaurinae	<i>Ixobrychus minutus</i> (L.)	000
	<i>Botaurus stellaris</i> (L.)	D
Falconiformes (Accipitres)	<i>Buteo buteo</i> (L.)	00
	<i>Accipiter nisus</i> (L.)	00
	<i>A. gentilis</i> (L.)	+
	<i>Milvus milvus</i> (L.)	+
	<i>M. migrans</i> (L.)	00
	<i>Circus aeruginosus</i> (L.)	D
	<i>C. pygargus</i> (L.)	D
	<i>Pandion haliaetus</i> (L.)	DD
	<i>Falco subbuteo</i> L.	++
	<i>F. tinnunculus</i> L.	00
Phasianidae	<i>Phasianus colchicus</i> (L.)	00
Columbiformes	<i>Columba palumbus</i> L.	00
	<i>Streptopelia turtur</i> L.	00
Rallidae	<i>Rallus aquaticus</i> L.	00
	<i>Gallinula chloropus</i> (L.)	00
	<i>Fulica atra</i> L.	000
Laro-Limicolae	<i>Vanellus cristatus</i> (L.)	++
	<i>Charadrius dubius</i> Scop.	DD
	<i>Capella gallinago</i> L.	DD
	<i>Limosa limosa</i> (L.)	D
	<i>Tringa ochropus</i> L.	DD
	<i>Tr. glareola</i> L.	D
	<i>Tr. totanus</i> (L.)	DD
	<i>Tr. erythropus</i> (Pall.)	D
	<i>Tr. nebularia</i> (L.)	DD
	<i>Actitis hypoleucos</i> (L.)	DD, 0?
	<i>Calidris minuta</i> (Leisl.)	D
	<i>C. alpina</i> (L.)	D
Laridae	<i>Larus ridibundus</i> L.	WW, DD
Sterninae	<i>Chlidonias nigra</i> L.	+
	<i>Sterna hirundo</i> L.	+
Cuculidae	<i>Cuculus canorus</i> L.	00

Striges	<i>Strix aluco</i> (L.)	0
Cypselidae	<i>Apus apus</i> L.	++
Alcedinidae	<i>Alcedo ispida</i> L.	0
Picinae	<i>Jynx torquilla</i> L.	0
	<i>Picus viridis</i> L.	00
	<i>P. canus</i> Gm.	00
	<i>Dendrocopus major</i> (L.)	0
	<i>D. minor</i> (L.)	0
	<i>Picus nartius</i> (L.)	++
Passeriformes	<i>Passer montanus</i> (L.)	00
Motacillinae	<i>Motacilla alba</i> L.	0++
	<i>M. cinerea</i> Tunst.	D
	<i>M. flava</i> (L.)	D
Anthinae	<i>Anthus trivialis</i> (L.)	00
	<i>A. pratensis</i> (L.)	D
	<i>A. spinoletta</i> L.	D
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i> L.	++
	<i>Delichon urbica</i> (L.)	+
	<i>Riparia riparia</i> (L.)	++
Laniidae	<i>Lanius senator</i> (L.)	0
	<i>L. collurio</i> L.	00
Muscicapidae	<i>Muscicapa striata</i> (Pall.)	0
	<i>Ficedula hypoleuca</i> (Pall.)	++
Turdinae	<i>Turdus viscivorus</i> (L.)	WW
	<i>T. pilaris</i> (L.)	WW
	<i>T. philomelos</i> Brehm	00
	<i>T. merula</i> (L.)	00
	<i>Erithacus phoenicurus</i> (L.)	00
	<i>E. megarhynchus</i> (Brehm)	000
	<i>E. cyanecula</i> (Wolf)	0
	<i>E. rubecula</i> (L.)	00
Troglodytidae	<i>Troglodytes troglodytes</i> L.	00
Sylviidae	<i>Sylvia atricapilla</i> (L.)	00
	<i>S. borin</i> (Bodd.)	0
	<i>S. communis</i> Lat.	00
	<i>Locustella naevia</i> (Bodd.)	000
	<i>Acrocephalus arundinaceus</i> (L.)	00
	<i>A. scirpaeus</i> (Herm.)	00
	<i>A. palustris</i> (Bechst.)	0
	<i>A. schoenobaenus</i> (L.)	DD 0?
	<i>Hypolais icterina</i> (Vieill.)	00
	<i>Phylloscopus trochilus</i> (L.)	00
	<i>Ph. collybita</i> (Vieill.)	00
	<i>Ph. sibilatrix</i> (Bechst.)	00
Certhiidae	<i>Certhia brachydactyla</i> Brehm	00
Sittidae	<i>Sitta europaea</i> (L.)	00
Paridae	<i>Parus major</i> L.	00
	<i>P. caeruleus</i> L.	0

	<i>P. cristatus</i> L.	WW
	<i>P. palustris</i> L.	00
	<i>P. atricapillus</i> L.	0
	<i>Aegithalus caudatus</i> (L.)	00
	<i>Remiz pendulinus</i> (L.)	D
Prunellidae	<i>Accentor modularis</i> (L.)	0
Fringillidae	<i>Fringilla coelebs</i> (L.)	00
	<i>Carduelis chloris</i> (L.)	00
	<i>C. spinus</i> (L.)	WW
	<i>Serinus canaria serinus</i> (L.)	0
	<i>Fringilla montifringilla</i> L.	WW
	<i>Carduelis carduelis</i> (L.)	0
	<i>C. cannabina</i> (L.)	WW
	<i>Coccothraustes coccothraustes</i> (L.)	00
	<i>Pyrrhula pyrrhula</i> (L.)	0
Emberizinae	<i>Emberiza citrinella</i> L.	00
	<i>E. schoeniclus</i> (L.)	00
Sturnidae	<i>Sturnus vulgaris</i> L.	00
Oriolidae	<i>Oriolus galbula</i> L.	00
Corvidae	<i>Corvus corone pulchrior</i> O. Kl.	0
	<i>Pica pica</i> (L.)	00
	<i>Garrulus glanarius</i> (L.)	00

Es muß noch auf den Weißen Storch (*Ciconia alba* (L.)) als Brutvogel in Baden hingewiesen werden. Nach L. Fischer (a. a. O.) brütete er um 1900 in allen Orten der Rheinebene. 1870 wurden in Baden 413 besetzte Horste, 1931 nur noch 136 Horste mit Brutpaaren gezählt. Abnahme in 60 Jahren rd. 67 %. Nach Angaben der Vogelwarte Radolfzell wurden in Baden-Württemberg gezählt:

1944	114 Brutpaare
1948	203 Brutpaare
1953	104 Brutpaare
1958	120 Brutpaare
1962	79 Brutpaare

Ab 1963 weitere Abnahmen.

Im Stadtkreis befand sich letztmalig 1941 ein Nest (Knielingen). Aber auch in früheren Jahren war *Ciconia alba* (L.) nur seltener Gast auf dem Gebiet des heutigen Stadtkreises:

1890	in Durlach (Rathaus)
1900	im Wald bei Knielingen
1906	in Daxlanden (Ziegelei)
1916	in Rüppurr (keine Angabe)
1924	in Rintheim (keine Angabe)
1925	in Durlach-Aue (Rathaus)

je ein Nest.

Im Landkreis wurde nach 1945 je ein Nest festgestellt:

1947	in Friedrichstal u. Stutensee
1948	in Flehingen, Mörsch u. Neuburgweier
1949	in Grötzingen
1952	in Berghausen

1957	in Eggenstein
1959	in Weingarten
1960	in Liedolsheim
1961	in Blankenloch
1962	in Graben u. Staffort

In den dazwischen liegenden Jahren brütete *Ciconia alba* (L.) nicht im Landkreis. Von 1880 bis 1945 handelte es sich nur um 14 Einzelvorkommen. 1965 befand sich nur ein Nest in Spöck, ca. 18 km nordostwärts von Karlsruhe.²⁰⁾

Diese Tatsache ist nicht allein durch den immer weiter fortschreitenden Wandel der Rheinlandschaft zu erklären. Geringer werdende natürliche Nistgelegenheiten und Vernichtung zahlreicher Vögel auf dem Zug nach dem Süden (Aufnahme vergifteter Heuschrecken u.a.) sind beteiligt.

Bestehen bleibt: eine Verarmung der Rheinlandschaft an Vögeln verschiedener Arten, bedingt durch landeskulturelle Maßnahmen und die damit verbundene Änderung von Ökotope und Biotopen (s. a. Szijj, I., 1963, für den Bodensee).

2.4 FISCHE DES RHEINS UND DER ALTWASSER

Seit ältester Zeit gelten die Fische nicht nur als „kostbarste Bewohner“ der Gewässer. Sie sind zugleich „die besten und zuverlässigsten Indikatoren für die Reinheit und Gesundheit des Wasserlaufs“ (Koch, 1965).

Mit dem Übergang des rasch fließenden, geschiebeerfüllten Alpenflusses in einen Niederungsstrom, Sand und Schlick ablagernd, erfolgte eine deutliche Wandlung des biologischen Charakters der Fischfauna. Während im oberen Teil der Strecke ebenso wie im Hochrhein nach Lauterborn (a. a. O.) noch zu Beginn des 20. Jahrhunderts Salmoniden Stand- und Laichfische waren, traten weiter stromabwärts die Formen des ruhigeren Wassers, vor allem aus den Cypriniden hervor.

Die in Tab. 35 aufgeführte Liste wurde nach der aus dem Jahre 1917 stammenden Aufzählung Lauterborns zusammengestellt und durch neueste Angaben des Karlsruher Anglervereins ergänzt. Manche Arten verschwanden, andere wurden in ihrem Bestand stark geschmälert. Lachse wurden schon seit langer Zeit im Gebiet des Stadtkreises nicht mehr gefangen. Die Verminderung der Nasen und Haseln, seit mehr als 10 Jahren beobachtet, ist Folge der zunehmenden Verschmutzung des Rheins. Schleien sind im offenen Rhein sehr selten, in Altwässern und Baggerseen häufig. Seit 1960 ist in den Altwässern der Sonnenbarsch (*Lepomis gibbosus* (L.)), auch im Rhein vorkommend, aufgetaucht.

Über das Vorkommen von *Clupea finta* Cuv. fehlen neuere Beobachtungen. *Acipenser sturio* L. wurde im Sommer vereinzelt gefangen, ebenso *Petromyzon marinus* L., an Lachse und Maifische angesaugt (Tab. 35). *Petromyzon fluviatilis* (L.), *P. Planeri* (Bloch) sind Lauterborn (a. a. O.) als Laichfische in den schllickerfüllten Tümpeln der Sand- und Kiesgründe bekannt, die bei

²⁰⁾ Die Angaben über *Ciconia alba* (L.) verdanke ich Herrn Haupt-Konservator Müller von den Landessammlungen für Naturkunde, Karlsruhe.

Niedrigwasser reichlich Ammocoetes-Larven enthalten. Als seltene Irrgäste wurden *Pleuronectes flesus* (L.), im Mittelalter häufiger nach dem Oberrhein ziehend, bezeichnet, ebenso *Silurus glanis* L., der damals vereinzelt aus dem Bodensee in den Rhein gelangte. Neben *Lucioperca lucioperca* L. (Zander) wurden einige nicht näher genannte nordamerikanische Fische künstlich eingebracht, ohne daß diese — im Gegensatz zum Zander — eine wirkliche Bereicherung der Fauna darstellten.

Bei Meldungen über plötzliches Fischsterben in Altrheinen und Albentlastungskanal (1957 u. später) wurden nur die folgenden 7 Arten gefunden:

<i>Cyprinus carpio</i> L.	<i>Leuciscus rutilus</i> (L.)
<i>Esox lucius</i> L.	<i>Perca fluviatilis</i> L.
<i>Tinca tinca</i> (L.)	<i>Lepomis gibbosus</i> (L.)
<i>Anguilla anguilla</i> (L.)	

Fische im Rhein

Salmonidae:

Bachforelle	<i>Trutta fario</i> = <i>Salmo trutta</i> forma <i>fario</i> (L.)	—
Aesche	<i>Thymallus vulgaris</i> = <i>Th. thymallus</i> (L.)	—
Seeforelle	<i>Trutta lacustris</i> = <i>S. trutta</i> forma <i>lacustris</i> L.	—
Renke	<i>Coregonus fera</i> Jurine	—

Cyprinidae:

Barbe	<i>Barbus barbus</i> (L.), wird selten	+
Nase	<i>Chondostroma nasus</i> (L.)	+
Milbe-Döbel	<i>Squalius cephalus</i> (L.)	+
Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i> (L.), sehr selten	+
Schneider	<i>Alburnus lucidus</i> Heckel	+
Uklei	<i>A. bipunctatus</i> (L.)	+
Gresse-Gründling	<i>Gobio fluviatilis</i> = <i>Gobio gobio</i> (L.)	±
Strömer	<i>Telestes agassizi</i> Heckel	—
Rotfeder	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L.)	+
Rotauge-Plötze	<i>Leuciscus rutilus</i> (L.)	+
Brachse, Brasseln	<i>Abramis brama</i> (L.)	+
Güster	<i>Blicca björkna</i> (L.)	+
Schleie	<i>Tinca vulgaris</i> = <i>T. tinca</i> (L.) nur noch in Altarmen	—
Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i> L.	+
Hecht	<i>Esox lucius</i> L.	+

Gadidae:

Rutte	<i>Lota vulgaris</i> = <i>L. lota</i> (L.), sehr selten	+
-------	---	---

Percidae:

Barsch	<i>Perca fluviatilis</i> L.	+
Kaulbarsch	<i>Acerina cernua</i> (L.), wird aber selten	+

Centrarchidae:

Sonnenbarsch	<i>Eupomotis aureis</i> = <i>Lepomis gibbosus</i> (L.)	+
--------------	--	---

Acanthopidae:

Schmerle	<i>Nematochilus barbatula</i> = <i>Nemachilus barbatulus</i> (L.), nicht bekannt	—
Steinbeißer	<i>Cobitis taenia</i> L., nicht bekannt	—

Aal	<i>Anguilla vulgaris</i> = <i>A. anguilla</i> (L.)	+
Maifisch, Alose	<i>Clupea alosa</i> = <i>Alosa alosa</i> (L.), seit 1910	-
Finte	<i>Clupea finta</i> = <i>Alosa finta</i> Cuv.	-
Stör	<i>Acipenser sturio</i> L.	-
Meerneunaige	<i>Petromyzon marinus</i> L.	-
Flußneunaige	<i>P. fluviatilis</i> (L.)	+
Bachneunaige	<i>P. Planeri</i> (Bloch), nicht bekannt	-
Flunder	<i>Pleuronectes flesus</i> (L.), nicht bekannt	-
Wels	<i>Silurus glanis</i> L.	-
Zander	<i>Lucioperca lucioperca</i> (L.)	+
Erlitze	<i>Phoxinus lasvis</i> Agass = <i>Ph. phoxinus</i> (L.) in der Alb	+

Fische der Altwasser

Standfische:

Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i> L.	+
Schleie	<i>Tinca vulgaris</i> = <i>T. tinca</i> (L.)	+
Brachse	<i>Abramis brama</i> (L.)	+
Güster	<i>Blicca björkna</i> (L.)	+
Rotfeder	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L.)	+
Rotauge, Plötze	<i>Leuciscus rutilus</i> (L.)	+
Rußnase, Zährte	<i>Abramidopsis Leuckarti</i> Heckel = <i>Abramis</i> <i>Leuckarti</i> Heckel (Bastard)	-
Blicke	<i>Bliccopsis abramo-rutilus</i> Hol. (Bastard)	-
Bitterling	<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch)	+
Gresse, Gründling	<i>Gobio fluviatilis</i> = <i>G. gobio</i> (L.)	+
Schneider	<i>Alburnus lucidus</i> Heckel	+
Uklei	<i>A. bipunctatus</i> (L.)	+
Hecht	<i>Esox lucius</i> L.	+
Barsch	<i>Perca fluviatilis</i> L.	+
Aal	<i>Anguilla vulgaris</i> = <i>A. anguilla</i> (L.)	+
Rutte	<i>Lota vulgaris</i> = <i>L. lota</i> (L.)	-
Karassche	<i>Carassius vulgaris</i> = <i>C. carassius</i> (L.), sehr selten	+
Schlammpeitzker	<i>Misgurnus fossilis</i> (L.)	+
Stichling	<i>Gasterosteus aculeatus</i> L. (var. <i>leiurus</i> ?) in der Alb	-
Sonnenbarsch	<i>Eupomotis aureis</i> = <i>Lepomis gibbosus</i> (L.)	+

Fische der Giessen

Lachs, Salm	<i>Trutta salar</i> = <i>Salmo salar</i> L.	-
Bachforelle	<i>Trutta fario</i> = <i>Salmo trutta</i> f. <i>fario</i> (L.)	-
Aesche	<i>Thymallus vulgaris</i> = <i>Th. thymallus</i> (L.)	-
Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i> (L.), sehr selten	+

Tabelle 35: Zusammenstellung der Fische in Rhein, Altwassern und Giessen nach der Liste von Lauterborn. Vorkommen 1964. Erläuterungen s. im Text.

- = nicht vorkommend bzw. nicht bekannt

+ = vorkommend (mit den entsprechenden Zusätzen)

2.5 SÄUGETIERE

Weit weniger als die Vögel treten die Säugetiere im Gesamtbild unserer Tierwelt in Erscheinung. Versuche, zu einer Klärung des heutigen Vorkommens von Säugetieren an Rhein und Altrhein zu gelangen, insbesondere sichere Bestandsveränderungen zu erfassen, schlugen fehl. Einzelergebnisse, die an verschiedenen Stellen im Stadtkreis gewonnen wurden und z. B. Wasserspitzmaus (*Neomys vidiens* Schreb.) und Wasserratte (*Schermaus, Arvicola terrestris* (L.) betreffen, werden deshalb nicht diskutiert. Verlandungen, Nutzungsänderungen weiter Flächen und eine durch Gesetze bestimmte Bekämpfung schädlicher Kleinsäuger haben zu einer Verringerung des Bestandes geführt, die m. E. nicht als ökologisch oder biologisch bedingte Verarmung der Landschaft gewertet werden darf.

2.6 VEGETATION

Auf die Veränderungen der Vegetation in den Rheinauwäldern wurde in den Abschnitten IV, 2. 2, 3. 2 eingegangen. Die Vergleiche mancher Standorte bestimmter Pflanzen oder Pflanzengesellschaften mit der Flora von Karlsruhe und Umgebung (Kneucker, 1885) führten zu keinen befriedigenden (ökologischen) Ergebnissen. Auf die Weiterverfolgung dieses Themenkreises wurde daher verzichtet.

VI. Biologisch-ökologischer Landschaftswandel

Es wird versucht, aus den durchgeführten Untersuchungen und gesammelten Daten zu konkreten Aussagen über die Veränderungen des Landschaftspotentials im untersuchten Raum zu gelangen.

1. Zur Frage der biologisch-ökologischen Bereicherung und Verarmung

Westhoff (1968) warnt im Blick auf „die heutige, mehr oder weniger ausgeräumte Kulturlandschaft West- und Mitteleuropas“ vor der die Tatsachen simplifizierenden Annahme, in erster Linie habe der Mensch nur zu Verarmung der Natur beigetragen, wobei er den umfassenden Einfluß von technischen Entwicklungsprozessen und anderen Erscheinungen (Herbizide, Insektizide) auf Nivellierung von Flora und Vegetation hervorhebt. Freilich: Entwicklung und Anwendung chemischer Schädlingsbekämpfungsmittel sowie Strukturwandel der Landschaft durch technische Maßnahmen wurden erst durch den Menschen veranlaßt.

Daneben darf aber die Bereicherung der Natur durch Prozesse, an denen der Mensch entscheidend beteiligt ist (z. B. Zunahme des Weltverkehrs, beabsichtigte oder zufällige Einführung von Pflanzen fremder Siedlungsgebiete mit erfolgreicher Einfügung in die heimische Vegetation) nicht übersehen werden. Eingriffe in die Landschaftsstruktur durch Anlage von Sand- und Kiesgruben, Baggerseen u. a. m. führen zur Schaffung völlig neuer Umwelten mit verändertem Pflanzen- und Tierbestand.

Tischler (1968) sieht eine Verarmung der Lebewelt vor allem in einer intensivierteren „Nutzbarmachung der Natur“ begründet, weist andererseits auf die Einflüsse der Wandlungen des Landschaftsbildes auch i. S. biologischer Bereicherung und des Faunenaustausches hin und bemängelt die vorhandene Unsicherheit in der Beurteilung der biologischen „Bedeutung der Landschaftsstruktur“.

Die fortschreitende Kultivierung unserer Landschaftsräume hat viele Pflanzen und Tiere in ihren Lebensräumen eingeschränkt oder sie auf engstem Raum zusammengedrängt. Manche Tiere wurden durch Vernichtung oder weitgehende Veränderung ihres Biotops gezwungen, einen ähnlichen aufzusuchen oder fanden die Möglichkeit, sich einer ihnen von Natur aus fremden Biozönose einzugliedern. Auf das Problem der Kulturflüchter und -folger sei hier ebenso wie auf die Bedeutung sekundärer Biotope nur kurz hingewiesen.

Das Verschwinden bestimmter Ökotope und damit von Biozönosen sowie die Vernichtung von Biotopen führen zu einer biologisch-ökologischen Verarmung, während umgekehrt Schaffung neuer Ökotope und damit neuer Biozönosen, d. h. Erhöhung der ökologischen und biologischen Vielfalt einer Landschaft, eine echte biologisch-ökologische Bereicherung (sekundäre Naturlandschaften, Kroy-

mann (1968) darstellt. Entstehen oder Verschwinden von Ökotoxen, damit von Biozöosen und Biotopen, Änderungen des Potentiellen Biotops bzw. der Potentiellen Biochore in einer Landschaft beinhalten aber wesentliche Veränderungen des Landschaftshaushaltes. Sie sind erkennbar an Änderungen des Wasserhaushaltes, von stadtklimatisch bedeutsamen Faktoren (z. B. Luftverschmutzung, vom Freiland in Stadtbereiche einfließende strahlungsgekühlte Luftmassen u. a.), des Pflanzen- und Tierbestandes usw. Dabei sind in ihrem Bestand bedrohte wie auch sich in den ursprünglichen Bestand einfügende Pflanzen- und Tierarten nur erste Anzeichen für eine Änderung des Gesamthaushaltes und der Belastbarkeit der Biosphäre. Sie werden leider häufig nicht erfaßt, in ihrer Bedeutung oft unterschätzt.

Für den Karlsruher Raum, insbesondere für den Stadtkreis, kann bezüglich der Avifauna in der Rheinlandschaft und des Fischbestandes in Rhein, Altwassern und Alb auf die in den Abschnitten III 2. 218, V 2. 3 u. 2. 4 gemachten Ausführungen verwiesen werden. Bei Vögeln ist eindeutig eine Verarmung feststellbar durch Veränderungen und vor allem Vernichtung wichtiger Brutbiotope, Folge einschneidender Wandlungen des Landschaftsbildes. Die Verarmung des Fischbestandes der Gewässer ist durch zunehmende Minderung der Wasserqualität (Verschmutzung) und deren Folgeerscheinungen sowie vielseitige Regulierungsmaßnahmen bedingt.

Einige Spezialfälle seien noch angeführt:

Die durch ihre roten Beine gekennzeichnete Kleinlibelle *Ceriagrion tenellum* (de Villers), dem westlichen Mittelmeer angehörend, „in Mitteleuropa etwa bis Bremen“ vorkommend (Jurzitza, 1964), im Oberrheingebiet bisher nur im Raum von Basel (Portmann, 1921) und Bodensee (Rosenbohm, 1921) bekannt, wurde „in einem Wassergraben in der Nähe des Karlsruher Bahnhofs“ zufällig gefunden. Jurzitza (a. a. O.) sieht in ihrem Vorkommen eine weitere „Bereicherung der Odonatenfauna“, ohne auf die Ursachen des Auftretens dieser Art in unserem Raum einzugehen. Weil die Wassertemperatur im Graben infolge Einleitung von Kühlwasser eines Wasserwerkes nicht unter + 8 °C absinkt und selbst im strengen Winter 1962/63 keine Eisbildung aufwies, sind die klimatischen Bedingungen dieses Biotops für die Larvenentwicklung dieser Art recht günstig.

Bei einigen aquatilen Einwanderern ins Stromgebiet des Rheins führten rein äußere Umstände zum Auftreten in unserem Raum. Für die Wandermuschel (*Dreissensia polymorpha* (Pall.)), Bestandteil der quartären Fauna (Ložek, 1964), kann mit Sicherheit gesagt werden, daß sie „an Schiffsplanken und Floßhölzern angeheftet“ (Hauer, J., 1950) vor rund-100 Jahren „den Weg zu uns wiedergefunden“ hat. 1826 wurde sie an der Rheinmündung, 10 Jahre später im Mannheimer Hafen entdeckt. „Im Karlsruher Rheinhafen dürfte sie heimisch sein, seit er dem Verkehr übergeben wurde“ (Hauer, J., a. a. O.).

Auch der Keulenpolyp (*Cordylophora caspica* (Pallas), Syn. *Cordylophora lacustris* Allmann) ist durch Schiffe eingeschleppt worden. 1947 wurde erstmals der aus Nordamerika stammende Strudelwurm *Euplanaria tigrina* (Girard) (Syn. *Planaria maculata* Leidy) „in einem vegetationsreichen Teich (mit Grundwasser angefüllte Lehmgrube einer abgegangenen Ziegelei) in der Rheinniederung bei Karlsruhe-Daxlanden“ (Hauer, J., a. a. O.) gefunden, daneben im Rhein zwischen Rappenwört und Maxau, vergesellschaftet mit *Planaria gono-*

cephala Dugès und *Dendrocoelum lacteum* (M.). In den letzten Jahren konnte das Vorkommen der genannten Vertreter der Strudelwürmer (Turbellaria) an vielen voneinander völlig unabhängigen Stellen im Karlsruher Raum bestätigt werden.

Der im warmen Nordamerika beheimatete Schwimmpfarn *Azolla caroliniana* Willd. hat sich seit etwa 40 Jahren, eingeschleppt, in den stillen Altwässern des Karlsruher Raumes stark verbreitet.

Für die Bereicherung der Avifauna des Stadtkreises ist die Türkentaube (*Streptopelia decaocto* (Friv.)), vor rund 50 Jahren eingewandert, das instruktivste Beispiel.

Einer Verarmung bestimmter Ökotope steht eine Bereicherung anderer durch verschiedene Faunen- und Florenelemente gegenüber. Dabei kann für die „Bereicherung“ zunächst keine Aussage darüber gemacht werden, ob sie zur Förderung oder Störung biologischen Gleichgewichtes in den einzelnen Ökotypen beiträgt bzw. beigetragen hat. Eine Verarmung beinhaltet dagegen immer eine Störung des biologischen Gleichgewichtes und damit eine sich mehr oder weniger rasch bemerkbar machende bzw. auswirkende Veränderung des Landschaftshaushaltes.

2. *Verschwundene und neu entstandene Ökotope (Beispiele)*

2.1 VERSCHWUNDENE ÖKOTOPE

Nach den Angaben über das Vorkommen bestimmter Pflanzen in der Flora von Karlsruhe und Umgebung (Kneucker, 1885), in denen Namen der Gewanne zur Kennzeichnung der Fundorte verwendet wurden, sind zahlreiche Biotope und Ökotope infolge Überbauung, Schaffung von Verkehrsanlagen, Nutzungsänderung (Übergang landwirtschaftlich genutzter Flächen in Bauland) usw. im Stadtkreis verschwunden. Vielfache Ausstockungen im Wald von Karlsruhe (Abb. 40 a) führten sowohl zur Beschneidung als auch zur Vernichtung von Potentialen Blochoren (s. Abschn. VII).

1930 hat die Stadt im Nordwesten (Knielingen) einen Kahlschlag mit Forlen aufgeforstet, der 1945/46 trotz großen Brennholzbedarfes der Abholzung entging. Erst für den Bau der Werner v. Siemens-Schule und des Sportplatzes (1960) wurden Flächen ausgestockt.

Vorher war dieses Waldstück wertvolles Erholungsgebiet. Neben einer reichen Avifauna kamen Hasen (*Leporidae*), teilweise auch der Fuchs (*Vulpes vulpes* (L.)) vor. Heute stellt der Rest (1,5 ha) eine Kiefermonokultur dar, nur im Westen begrenzt von einer 15 m breiten, mit Buschwerk von Rotbuche, Eichen, Heckenrose (*Rosa canina* L.) und Besenginster (*Sarothamnus scoparius* (L.) Wimm.) bestockten Zone (Abb. 43). Im Sommer ist dieser „Holzgarten“ außerhalb der Wege nicht zu begehen, weil er von sehr dichtem Gestrüpp von Brombeere (*Rubus fruticosus* L.) durchzogen wird. Wegen des Fehlens von Unterholz wurde die Avifauna stark reduziert, mangelndes Zurückschneiden des Brombeergestrüpps hat zu starker Vermehrung von Mäusen (*Murinae*),

Ratten (*Rattus (Epimys)*) und Hexapoden (reichhaltige Coleopterenfauna) geführt.

An dieser Stelle des Stadtkreises verschwand ein Ökotopt mit einer reichhaltigen Biozönose. Der noch vorhandene Rest dieses Ökotopts stellt eine veränderte Potentielle Biochore dar. Die verbliebene Forsten-Monokultur wurde zum Biotop für eine gegen früher anders zusammengesetzte Biozönose, damit für ein völlig verändertes funktionales System des Holocön.

Mit der geplanten Ausstockung dieses Restes erfolgt sowohl ein weiterer Wandel des Landschaftsbildes als auch eine Veränderung des Landschaftshaushaltes. Auch die Ausstockung des Unterwaldes im Zusammenhang mit der Anlage des Raffineriegeländes und der Begradigung der Alb (Abb. 33 a, b; 34) führte zur Vernichtung eines das Landschaftsbild prägenden, für den Gesamt-haushalt bedeutsamen Ökotopts.

2.2 NEU ENTSTANDENE ÖKOTOPE

Neue Ökotope entstehen durch Eingriffe des Menschen in das Landschaftsgefüge, so z. B. durch Überführung von bislang land- oder forstwirtschaftlich genutzten Flächen in Wohnsiedlungen oder Industriegebiete, besonders dann, wenn sie eine in sich geschlossene Einheit darstellen. Das heutige Raffineriegelände ist z. B. so ein neuer Ökotopt. Auch durch die in den Hardtwald nach Norden immer weiter hineingreifenden Neubauten von Universität (TH) und Staatl. Ingenieurschule wurden und werden ebenfalls neue Ökotope geschaffen.²¹⁾ Dabei sind Waldrandzonen, Übergangsgebiete verschiedener Ökotope, in ihrer Zusammensetzung und ihrem Haushalt weitgehend gestört.

Instruktivste Beispiele für neu entstandene Ökotope sind 2 Baggerseen und zwar der Knielinger See im Westen des Stadtkreises sowie der Jägerhaussee am Ostrand der Waldstadt.

2.21 *Der Knielinger See (Abb. 44 u. 1)*

Er liegt in einem unter Landschaftsschutz stehenden Gebiet. Die Ausbeutegrenzen wurden mehrmals geändert. Nach Beendigung der Kiesgewinnung soll der See eine Länge von 1,9 km und eine Breite von 550 m, evt. von 1 000 m erreichen, entweder der geplanten „RheinStadt“ vorgelagert sein, oder als Bade- und Wassersportzentrum ausgebaut werden. Im Norden befindet sich unterhalb des Bahndammes ein unberührtes Altwassergebiet, im Westen durch das Hofgut Maxau, im Osten durch ein Stück Auwald mit nach Süden anschließendem Trockenrasen begrenzt. Anträge, dieses Gebiet zum Naturschutzgebiet zu erklären, blieben bisher erfolglos.

21) An die Möglichkeit der Entstehung neuer Ökotope innerhalb der Kulturlandschaft dadurch, daß ein bestimmter, genau abgegrenzter Landschaftsraum menschlicher Eingriffe entzogen und sich wieder selbst überlassen, sich in den Zustand der Naturlandschaft zurückverwandelt, sei noch erinnert.

Folgerungen:

Dem Plan, ein Wassersport- und Badezentrum zu errichten, stehen landschafts-ökologische und hygienische Gründe (Belastung des Federbachs) entgegen. Er muß deshalb abgelehnt werden. Abgesehen von den Kosten würde der erst wegen der z. T. steil abfallenden und oft unterspülten Ufer zu schaffende Badestrand Eingriffe in Landschaftsbild (Rodungen) und Gesamthaushalt verursachen und damit die noch naturnahe Landschaft zerstören. Überdies stehen der Nutzung als Badensee gesetzliche Bestimmungen entgegen. Weil der Uferwald kein Wirtschaftswald ist, kann hier die Waldrandsituation für Erholungszwecke in Verbindung mit dem Randeffect an Gewässern i. S. landschaftlicher Leitlinien hervorragend genutzt werden (Kiemstedt, 1967). Zudem weist das gesamte Gebiet des Knielinger Sees, besonders auch die Insel Katersgrund eine reiche Avifauna auf, die als biologisch-ökologische Bereicherung zu werten und zur Sicherung des biologischen Gleichgewichtes in See und umgebender Landschaft zu erhalten ist.

2.22 Der Jägerhaussee (Abb. 45 u. 47)

Mit seiner Ausbaggerung auf früherem Ackerland wurde 1910 im Südosten begonnen, diese in nordwestlicher Richtung fortgesetzt, dabei der Platz der ersten Ausbaggerung nach einigen Jahren wieder zugeschüttet. Dort befindet sich die am weitesten fortgeschrittene Verlandungszone. Der Schilfgürtel rückt von Südosten nach Nordwesten von Jahr zu Jahr nach. 1937 wurden die Baggerarbeiten eingestellt, der See sich selbst überlassen. Der Pflanzenwuchs: Schilfgürtel, Seggenzone, Anflugweiden (*Salix*) und Waldwuchs (*Pinus*, *Betula*) entstand ohne jede menschliche Beeinflussung.

Fläche des Sees: 2 ha, Wassertiefe zwischen 2 bis 3 m schwankend. Die flachen Ufer tragen zur schnelleren Verlandung bei. Die Zonen der *Nymphaea alba* L. und der „Über- und Unterwasserblüher“ sind deutlich ausgeprägt. Als Vertreter der Avifauna konnten *Fulica atra* L., *Colymbiformes*, *Larinae* beobachtet werden. Neben *Anax imperator* Leach. sind Wasserkäfer (*Hydrophilidae*) und Wasserwanzen (*Hydrocorisae*) reichlich vorhanden. Der Besatz mit Fischen (*Pisces*) ist infolge der ungestörten Entwicklung sehr hoch. Wegen der Begrenzung ihres Jagdgebietes und nur seltener Beangelung müssen sie laufend gefüttert werden.

Seit mehr als 3 Jahren wird der Abfluß eines Klärwerks eingeleitet. Dadurch erfolgten Minderungen des Fischbesatzes, Störungen der Wuchsdichte bei Über- und Unterwasserblühern, weniger bei *Nymphaea alba* L. Auch die Avifauna ist ärmer an Arten und Individuen geworden, Wasserkäfer und Wasserwanzen zeigen keine Bestandsänderung.

Folgerungen:

Mit dem Jägerhaussee ist mitten im Ackerland ein völlig neuer Ökotyp mit Biotopen für verschiedene Pflanzen- und Tiergesellschaften entstanden. Er muß als sekundäre Naturlandschaft am Ostrand der Waldstadt und wegen des Wachstums des Stadtteils Hagsfeld nach Westen in das noch vorhandene unbebaute Ackerland zur Sicherung der ökologischen Vielfalt erhalten werden. Der Abfluß des Klärwerks muß verlegt werden.

2.3 ÖKOLOGISCHE AUSWIRKUNGEN VERSCHIEDENER INDUSTRIEZWEIGE

Entstehen und Verschwinden von Ökotoxen und andere ökologische Erscheinungen stehen im Zusammenhang mit den Einwirkungen verschiedener Industriezweige (Industriegruppen) auf den Landschaftshaushalt. Die Industriegruppe Steine und Erden ist als landschaftsverändernde Industrie zu bezeichnen. Durch Anlage von Baggerseen führt sie sowohl zum Verschwinden als auch zur Neuentstehung von Ökotoxen.

Auch abwasserintensive Industrien führen durch Gewässerverschmutzung zu grundlegenden Änderungen der Biologie und Ökologie sowie des Chemismus des Wassers. Es kann hier auf die ökologischen Auswirkungen abwasserintensiver Industrien auf die Alb (Abschn. III 2) verwiesen werden, die auch dann nicht völlig ausgeschaltet sind, wenn sich die Biozöosen bestimmter Gewässerabschnitte auf dem Weg über eine teil- und zeitweise biologische Selbstreinigung auf ein günstiges, den jeweiligen Verhältnissen angepaßtes biologisches Gleichgewicht einstellen.

Für den Epiphyten-(Flechten-)bewuchs an Straßen-, Allee- und Gartenbäumen konnten im Untersuchungsgebiet ökologische Auswirkungen von Emittentenindustrien im Sinne phytotoxischer Immissionen (Berge, 1963) festgestellt werden.²²⁾ Dabei dürfen aber die physiologischen Zusammenhänge (Strahlung, Wasserhaushalt, Ernährung, Substrat) in ihrer Bedeutung für Wachstum und Entwicklung von Flechten unter Hinweis auf eine reiche epilithische Flechtenflora in unmittelbarer Nähe von Emittenten bzw. in Zugrichtung bestimmter Emissionen nicht unterschätzt bzw. in Zugrichtung bestimmter Emissionen nicht unterschätzt werden.

22) Über die Ergebnisse wird an anderer Stelle berichtet.

VII. Wandlungen im Landschaftsbild

Bereits mit der Anlage des Schlosses im Hardtwald erfolgte eine einschneidende Wandlung des Landschaftsbildes. Die mit dem Schloßbau einhergehende Stadtgründung führte zur Teilung des vorher geschlossenen Waldgebietes in die untere und obere Hardt.

Bedeutsam und in ihren Auswirkungen weitreichend war die Wandlung des Landschaftsbildes durch die Tulla'sche Rheinkorrektion. Ihr folgte der durch die Industrialisierung erzwungene Gestaltwandel vieler Gebiete, so der Rheinauelandschaft durch Anlage des Rheinhafens, von Knielingen, Mühlburg, Durlach, des früheren Unterwaldes nach Albbegradigung und Bau der Raffinerien, von Teilen des unteren Hardtwaldes durch Bau der Waldstadt u. a.. Wohnsiedlungen, die weit nach Süden in Richtung Albtal vordrangen, schnitten geschlossene Waldflächen an und zerstörten den ländlichen Charakter dieser Gebiete. Im Norden der Stadt veränderte die schon Mitte des 18. Jahrhunderts beginnende Abholzung des Eichen-Hainbuchenwaldes im unteren Hardtwald und die ihr folgende Aufforstung mit Forlen mit dem Übergang vom Laub- zum Nadelwald das Landschaftsbild, wobei anfangs wenigstens der Charakter eines zusammenhängenden und ausgedehnteren Waldgebietes in Stadtnähe erhalten blieb, später aber durch die nach dem 2. Weltkrieg erfolgenden Eingriffe für Siedlungen und öffentliche Bauten (einschl. Forschung) gestört wurde.

Auch die verschiedenen Eingemeindungen mit ihren wirtschaftlichen, verkehrstechnischen und soziologischen Folgen griffen verändernd in das Landschaftsbild unseres Raumes ein. Dieser Prozeß wurde noch dadurch verstärkt, daß einzelnen „Stadtteilen“ besondere Funktionen zugewiesen wurden, wie z. B. der „Gartenstadt“ in Rüppurr, der „Waldstadt“ als Wohngebieten, Knielingen, Mühlburg und Teilen von Durlach als Industrieballungsgebieten. Dies alles waren Eingriffe in die Landschaftsstruktur, die zunächst sehr deutlich im Verhältnis von bebauter Fläche zur Gesamtfreifläche, bezogen auf das Gebiet des heutigen Stadtkreises, die 1938 erreichte Gesamtfäche von rund 12 282 ha und die damit gezogenen Grenzen des Stadtkreises zum Ausdruck kommen.

1850 bebaute Fläche: Gesamtfreifläche = 1 : 39,9

1900 bebaute Fläche: Gesamtfreifläche = 1 : 28,8

1938 bebaute Fläche: Gesamtfreifläche = 1 : 8,5

1940 bebaute Fläche: Gesamtfreifläche = 1 : 5,1

Von der Gesamtfreifläche entfielen 1850 auf

Wälder	rd. 4 850 ha
Sumpfgelände u. Gewässer	rd. 650 ha
Landw. genutzte Fläche	rd. 5 250 ha
Straßen, Wege, Friedhöfe, Ödland, Lagerplätze	rd. 1 280 ha

Bei einer 1850 in den Grenzen des heutigen Stadtkreises wohnenden Einwohnerzahl von rd. 28 00 standen damit 4 278,5 m²/Ew Freifläche zur Verfügung, 1963 aber weniger als ein Zehntel (!) bei hoher Belastung der Biosphäre durch Kfz-Verkehr, Emittentenindustrien usw.

VIII. Die Eingriffe in das Landschaftspotential

1. Allgemeines

Das natürliche Landschaftspotential des Stadtkreises ist nach der Flächenstruktur (1963) nicht nur verhältnismäßig groß, sondern auch sehr vielfältig aufgeteilt (Abb. 48). 52,7 % der Gesamtfläche sind als landwirtschaftliche Nutzfläche und Wald ausgewiesen ohne Einbeziehung sonstiger Freiflächen wie Ödland, Flugplatz, Lager- und Ladeplätze, Friedhöfe, Spiel- und Sportplätze, öffentliche Grünanlagen, Straßen, Wege, Bahnen (zusammen 23,2 %). Unter diesen Aspekten erscheint es verständlich, daß bei allen Planungen offenbar „Bestandaufnahme und Diagnose“ (Ehlers, 1963) zur Feststellung der „Tragfähigkeit“ der Landschaft bei der Aufarbeitung des natürlichen Landschaftspotentials unberücksichtigt blieben. Dabei wurde übersehen, daß nicht die Fläche als solche allein maßgebend ist, sondern neben ihrer (biologischen und ökologischen) Zusammensetzung vor allem die Verteilung der einzelnen Landschaftselemente auf den gesamten Stadtkreis (s. Abb. 1 u. 14).

Von 1950 bis 1963 haben Flächenstruktur und Belastung des Naturhaushalts deutliche Veränderungen dadurch erfahren, daß die Fläche der Häuser und Höfe von 11,1 % auf 16,3 %, die der Lager- und Ladeplätze („technisches Ödland“, Wobst, 1963) von 3,2 % auf 8,8 % zunahm, im gleichen Zeitraum die Waldfläche um 21,4 %, die landwirtschaftliche Nutzfläche um 22,5 % abnahm. Auf die Gesamtfläche des Stadtkreises bezogen, liegen die Werte mit 7,1 % (Wald) bzw. 7,5 % (landw. Nutzfl.) relativ hoch. Die im Zuge wirtschaftspolitischer Maßnahmen erfolgten Eingriffe in die formale Struktur der Naturausstattung ließen unberücksichtigt das Wirkungsgefüge der verschiedenen Landschaftsfaktoren und die Erkenntnis, daß die vorhandene Landschaft „von Natur aus mit einem bestimmten begrenzten Inhalt ausgestattet ist“ (Kragh, 1963). Auch für die landschaftliche Entwicklung des Stadtkreises hätten zukünftige Flächennutzung und Möglichkeiten bzw. Grenzen verschiedener Nutzungen vorausbedacht werden sollen unter Markierung jener Gebiete, „in die keine Stadt hineinwachsen darf“ (Schneider, 1960).²³)

1.1 ÖKOTOP WALD

Der Wald, flächenmäßig fast so ausgedehnt wie die landwirtschaftliche Nutzfläche, ist in Karlsruhe das ökologisch bedeutsamste Landschaftselement.

23) Diese Forderung ist vor allem für die im Besitz einer Gemeinde befindlichen Flächen zu erheben, weil Planungsentwürfe bis dicht an die Grenzen landschaftsgeschützter Gebiete gehen oder sogar in diese hineinreichen, damit Einbrüche in geschützte Landschaft manifestiert, ihre Folgen meist unabwendbar werden (s. Bergwaldsiedlung).

Die Flächenveränderungen wurden in Abschnitt IV 7.1 (Abb. 40 a) dargestellt.

1.11 Waldentwicklung und Baugebiete

In Abb. 49 sind die Ausstockungen in Beziehung gesetzt zu den Zwecken, für die sie erfolgten. So wurden erhebliche Anteile für Wohngebiete und öffentliche Bauten sowie für Gewerbe- und Industrieanlagen, jeweils nur kleinere und nicht zusammenhängende Flächen zur Gewinnung von Ackerland und Wiesen (vornehmlich vor 1900), Kleingärten, Sportanlagen und Friedhöfe ausgestockt.

Die in den westlichen Gebieten des unteren Hardtwaldes in den verschiedenen Jahren erfolgten Ausstockungen dienten im wesentlichen der Gewinnung von Wohngebieten westlich und nordwestlich der Stadtmitte und standen in Zusammenhang mit den verkehrstechnisch am Hafen orientierten Industrieanlagen sowie dem Raffineriegelände. Durch die am Südostrand des unteren Hardtwaldes vorgenommenen Ausstockungen wurde Gelände für öffentliche Bauten (Universität (TH), Forschung und Lehre) gewonnen, am Ostrand schließlich die „Waldstadt“ als profiliertes Wohngebiet in den Hardtwald hineingebaut. Südostwärts der Stadtmitte entstanden im Zusammenhang mit Gewerbe- und Industrieanlagen Wohnsiedlungen.

Für die südlich der Stadtmitte in Richtung Rüppurr vorgenommenen Ausstockungen dürfen klimatische Gründe angenommen werden.

Die im Südwesten von der Stadtmitte erfolgten Ausstockungen für Wohnsiedlungen standen ebenfalls im Zusammenhang mit den bereits damals für die geplante Ansiedlung von Gewerbe- und Industrieanlagen freigehaltenen Flächen, die schließlich nach Errichtung der Industrieanlagen die Verbindung zum Hafen herstellten.

1.12 Waldentwicklung und Stadtklima

Stellt man Ausstockungen sowie Errichtung von Wohngebieten und Gewerbe- und Industrieansiedlungen den spezifischen Gegebenheiten des Karlsruher Stadtklimas gegenüber, so ergibt sich zunächst, daß sich die meisten Emissionenindustrien im Westen fast halbkreisförmig um die Stadt legen und deren Emissionen unter Berücksichtigung der Hauptwindrichtung (SW-WSW) in die Wohngebiete der Stadt, die der Raffinerien in außerhalb des Stadtkreises liegende Ortschaften getrieben werden und dort zur Luftverschmutzung führen. Dies trifft besonders für die in den westlichen Teilen des unteren Hardtwaldes nach Ausstockung errichteten Wohngebiete zu.

Bei anders gestalteter Planung unter Beachtung landschaftsökologischer Fakten hätte ein breiterer Waldstreifen am Westrand des Hardtwaldes mit ökologischer Wirksamkeit erhalten werden können, wenn schon vor der Durchführung der Planungsmaßnahmen die bereits vorhandene Belastung der Biosphäre und die zu erwartenden zunehmenden Belastungen des Naturhaushaltes in Rechnung gesetzt worden wären. Durch einen solchen Waldstreifen hätte eine Abschirmung gegen Industrieemissionen erreicht werden können. Ökologisch ist allerdings die „Tendenz zur Artenarmut“ in „waldartigen Grüngürteln der Städte“ (Tischler, a. a. O.) zu berücksichtigen. Durch die auch im Südwesten

der City entstandenen, den Halbkreis schließenden Emittentenindustrien wird die Luftverunreinigung aber noch verstärkt.

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, daß sich aus der verkehrsgeographischen Lage die Errichtung bedeutsamer Industrieanlagen im Westen der Stadt (Rhein als Verkehrsader) anbot. Karlsruhe ist ein Schulbeispiel für die nach stadtklimatischen Gesichtspunkten ungünstig gestaltete Verteilung von Industrie- und Wohngebieten. Was für den Westen des Stadtkreises gilt, ist auch für den Südosten und Osten von Bedeutung. Die dort errichteten Gewerbe- und Industrieanlagen²⁴⁾ lassen ihre Emissionen mit den vorherrschenden Südwestwinden nach Durlach treiben und verstärken die durch die dort angesiedelte Industrie vorhandene Belastung der Biosphäre. Das in früherer Zeit bevorzugte Wohngebiet am Turmberg hat damit seine Vorzüge weitgehend eingebüßt.

Das zwischen Rüppurr und City nach Ausstockung entsprechender Waldflächen entstandene Wohngebiet lag in der Ventilationsbahn des „Abtalwindes“, durch den die nächtlichen Abkühlungsgrößen der Luftmassen erhöht, ihre Stagnierung verhindert wurde. Auf die Vernichtung dieser stadtklimatisch wertvollen Einflüsse durch Neubauten mit spezifischer architektonischer Note wurde bereits in Abschn. III 1.22 hingewiesen.

In jüngster Zeit wurde in dem seit 19.1.1962 unter Landschaftsschutz stehenden Bergwald im Südosten der Stadt unter Mißachtung bestehender gesetzlicher Vorschriften die „Bergwaldsiedlung“ gebaut mit Hochhäusern an den höchsten Punkten, Bungalows und Zweifamilienhäusern südwestlich und südlich davor bzw. darunter. Aus Gründen der Luftreinhaltung wurde in dieser Wohnsiedlung nur Gasheizung zugelassen. Bedacht wurde jedoch nicht, daß sich bei der vorherrschenden Windrichtung Abgase und andere Schmutzstoffe der im Südwesten vorbeiführenden, stark frequentierten Autobahn Stuttgart-Mannheim an den Bergwaldhöhen mit ihren von Nordwest nach Südost orientierten Hochhäusern und den davor liegenden Bungalows und Zweifamilienhäusern stauen und so zur Luftverunreinigung führen, die erst bei Änderung der Windrichtung und nur z. T. beseitigt wird.

Die Beeinträchtigung „humanen“ Wohnens durch den Lärm des fließenden Verkehrs auf der Autobahn sei kurz angeführt (s. a. Gagfah-Siedlung Rüppurr und deren erst nach Bebauung des Gebietes und nach Bezug der Wohneinheiten eingeleiteten Maßnahmen zur Verbesserung des Lärmklimas). Siehe Beck (a. a. O.).

Planung und Anlage der „Waldstadt“ enthielt zunächst Fehler insofern, weil Hochhäuser, Häuserblocks für Kinderreiche und Einfamilienhäuser für Ruhe und Stille suchende Menschen in so enger Kombination soziologisch nicht tragbar sind. Dazu kam die Schnakenplage auch in diesem Gebiet und endlich das Eingehen der sehr schmalen, lückenhaft bestockten und nicht mit der erforderlichen ökologischen und biologischen Vielfalt ausgestatteten Wald-(Forle-)streifen zwischen den einzelnen Häuserblocks. Die wegen Freistellung und Herauslösung aus dem natürlichen Waldverband eingehenden Forlen werden jetzt unter großen Vorsichtsmaßnahmen gefällt und die schmalen Freiflächen

24) Die südlich davon errichtete Wohnsiedlung liegt hinsichtlich der Luftverschmutzung außerordentlich günstig.

mit nicht standortgemäßen Gehölzen aufgeforstet. Der Erfolg dieser (nicht billigen) Maßnahmen bleibt abzuwarten.

In allen diesen Fällen hätte rechtzeitige Einschaltung landschaftsökologischer Aspekte negative Auswirkungen verhindern können, der Stadt Kosten gespart und die Schaffung dauerhaft wirksamer Schutzmaßnahmen ermöglicht.

1.13 Waldentwicklung und Erholungs- und Freizeitwert

Die Waldentwicklung muß aber auch in Beziehung zur Wohlfahrtswirkung des Waldes und damit zum Erholungs- und Freizeitwert gesehen werden. Für die Bewohner der im Westen und Nordwesten von der City entstandenen Wohnsiedlungen wurden keine Grünzüge eingeplant, die die Erreichung des unteren Hardtwaldes auf einem vom Kfz-Verkehr freigehaltenen oder gegen Beeinträchtigungen durch ihn abgeschirmten, nur dem Fußgängerverkehr dienenden „Grünen Weg“ ermöglicht hätte. Der untere Hardtwald ist für Spaziergänger nur auf verkehrsmäßig stark frequentierten Straßen zu erreichen, die keinen Schutz gegen luftverunreinigende Schmutzstoffe oder Lärm bieten und zusätzlich erhebliche Gefahren für Leib und Leben aus dem Verkehrsablauf beinhalten. Die Erreichung der Rheinauwälder zu Fuß als Erholungsgebiete ist nur durch Gewerbe- und Industrieansiedlung auf verkehrsreichen Straßenzügen möglich, wegen der großen Entfernungen zudem problematisch. Die Anlage innerstädtischer, der Erholung dienenden, leicht erreichbaren Grünflächen, in diesen Wohngebieten hätte mit Baubeginn zu sinnvollerem strukturellen Aufbau unter Berücksichtigung der veränderten Naturlandschaft und erhöhten Belastung der Biosphäre veranlassen sollen.

1.2 FOLGEN DER EINGRIFFE

Mehrfach sind die Eingriffe und damit die auf dem wirtschaftlichen Sektor erreichten Fortschritte zu Lasten des biologischen Potentials und „des biologischen Gehaltes unseres Lebensraumes“ (Hoffmann, 1963) gegangen. Beim Bau des Karlsruher Hafens mit allen erforderlichen Industrie- und Verkehrsanlagen waren wegen der reichhaltigen Naturlandschaft des Karlsruher Raumes noch keine bedrohlichen Eingriffe in den Landschaftshaushalt zu befürchten, abgesehen davon, daß landschaftsökologische Problemstellungen um die Jahrhundertwende unbekannt waren.

Die heute markantesten Fälle sind:

- a) Ausstockung der westlich und nordwestlich der Stadtmitte liegenden Waldflächen des unteren Hardtwaldes
- b) Ausstockung des Unterwaldes im Nordwesten der Stadt für das Raffineriegelände

Hier wäre vor den Ausstockungen gezielte landschaftsökologische Grundlagenforschung nötig gewesen, um die Folgen dieser Eingriffe auf biologisches Potential und Gesamthaushalt untersuchen und Möglichkeiten zur Vermeidung oder wenigstens Reduzierung derselben aufzeigen zu können.

zu a) Wertvoller stadtnaher Erholungswald mit seinem Freizeitwert, unersetzbarer Ökotope mit reich gegliederten Biozönosen und zahlreichen

Biotopen wurde vernichtet. Die Filterwirkung für die mit der vorherrschenden Windrichtung herangeführten Schmutzstoffe ging verloren. Lufthygienisch und lärmklimatisch war dieses Gebiet, in dem auch die Städt. Krankenanstalten liegen, von Anfang an starken, laufend zunehmenden Belastungen ausgesetzt. Die Belastungsgrenze der Biosphäre ist längst überschritten. Maßnahmen zur Entlastung der Biosphäre (z. B. nächtliche Straßensperrungen für den Kfz-Verkehr u. a.) brachten bisher nur wenig Erfolg. Aus landschaftsökologischen Aspekten notwendige und mögliche Maßnahmen zur Verbesserung des Landschaftshaushaltes wurden bisher nicht mit der nötigen Intensität in Angriff genommen.

- zu b) Verlust von wertvollen und unersetzbaren Brutbiotopen für Vögel (besonders begünstigte Lage zum Vogelparadies des Kleinen Bodensees mit seinen Biotopen, s. S. 109), verstärkt durch Begradigung und Kanalisierung der Alb, Zerstörung naturnaher Auwaldlandschaft mit stadtklimatisch wirksamen Luftströmungssystemen, Vernichtung von Erholungswald.

Die historische Entwicklung Karlsruhes als ehemalige Fürstengründung über die Residenzstadt bis hin zu der aus der Not der Zeit gewordenen und aus den Fakten der politischen Entwicklung geschaffenen „Stadt der vielen Möglichkeiten“ zeigt, daß dabei weder die Landschaft, in der diese Stadt liegt, noch das vorhandene Landschaftspotential als entscheidend betrachtet wurde, sondern wirtschaftliche und kulturelle Einflüsse, die eine sich immer weiter ausdehnende Stadt würde ausüben können. Daher erfolgten auf engstem Raum Eingriffe in Landschaftsgefüge und Landschaftshaushalt, die heute nur schwer zu verstehen, später aber unverstündlich erscheinen werden. Hierzu gehören:

- a) Die Gagfah-(Baumgarten-)Siedlung in Rüppurr, die unter Mißachtung bekannter stadtklimatisch wirksamer Faktoren Ventilationsbahnen für das Einfließen strahlungsgekühlter Luftmassen in bislang aus klimatischen Gründen bevorzugte Wohngebiete abschnitt.
- b) Das Wasserwerk Hardtwald, im stadtnahen Erholungswald angelegt. Der entstandene Absenkungstrichter des Grundwassers hat zu erheblichen Schäden im Ökotoyp Wald geführt, für die in absehbarer Zeit keine Sanierungsmaßnahmen gegeben sind.
- c) Die ins Landschaftsschutzgebiet hineingebaute Bergwaldsiedlung. Der Distrikt Bergwald ist das einzige für das stark besiedelte Industrie- und Wohngebiet Durlach und für das, außerhalb der Stadtkreisgrenzen liegende, noch weitgehend dörflichen Charakter aufweisende Hohenwettersbach, auch zu Fuß erreichbare Wald-Naherholungsgebiet. Es erhält seine Bedeutung noch durch den von Durlach nach Hohenwettersbach nordostwärts der Bergwaldsiedlung verlaufenden, mit lehrreichen Hinweistafeln versehenen, vor allem mit Wegen gut ausgestatteten und daher für Mütter mit Kindern und Kinderwagen sowie für Alte und Gebrechliche und Körperbehinderte gut begehbaren Waldlehrpfad. Zahlreiche Ruhebänke dienen dem erholsamen Verweilen. —

Wenn allerdings mit Erweiterung der Bergwaldsiedlung die Kreisstraße 185 erreicht wird, die jetzt noch Grenze zwischen südwestlichem bebauten Teil des Distriktes Bergwald und nordöstlichem, unbebauten Teil darstellt, werden Gesamthaushalt, biologisches Gleichgewicht und damit Landschafts-

struktur in diesem Bereich so weitgehend gestört, daß mit einer Vernichtung des gesamten Bergwaldes in absehbarer Zeit zu rechnen ist.

In diesem Fall muß aber bereits heute von „Raubbau“ am an sich biologisch vielfältigen Landschaftspotential im Karlsruher Raum gesprochen werden.

Die Anlage des Wasserwerks Hardtwald im stadtnahen Erholungswald mit seinen, für Wasserhaushalt, Vegetation und Klima negativen Folgen muß ebenfalls als „Raubbau“ bezeichnet werden. Mit der Aufarbeitung (Ausstockung und Zersiedlung) des westlich der Stadtmitte gelegenen Teiles des unteren Hardtwaldes (s. Abschn. VIII 1.2 a) wurde der Anfang zum „Raubbau“ an der Naturausstattung des Untersuchungsgebietes vor 20 Jahren gemacht.

Bereits eingangs wurde darauf verwiesen, daß im landschaftsökologischen Bereich Kausalitäten nur schwer zu erfassen sind, weil sich Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit der Landschaft und deren Grenzen wegen der unterschiedlichen Wertigkeit einzelner Standortfaktoren im Landschaftsgefüge sowie im Gesamthaushalt der Landschaft zunächst nicht anhand mathematisch faßbarer Größen quantifizieren lassen. Für den mit einem sehr reichhaltigen Landschaftspotential ausgestatteten Karlsruher Raum konnten noch keine, auch auf andere Landschaftsräume übertragbare Kennziffern oder Bewertungsskalen (s. Kiemstedt, a. a. O.) wegen der auf engstem Raum sehr rasch wechselnden Landschaftsstruktur erarbeitet werden. Trotzdem kann festgestellt werden, daß die Grenze der Leistungsfähigkeit erreicht ist, weitere Eingriffe in die Naturausstattung des Untersuchungsgebietes biologische Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit der Biosphäre überschreiten, das biologische Gleichgewicht zunehmend empfindlich stören werden.

In diesem Zusammenhang muß noch kurz ein Vergleich der mit Wald bestandenen Ökotope mit anders gearteten Ökotonen vorgenommen werden. Der Wald ist in unserem Untersuchungsgebiet ökologisch wertvollstes Landschaftselement (s. Abschn. VIII 1.1)

- a) wegen seiner Filterwirkung gegenüber festen und gasförmigen Schmutzstoffen der Atmosphäre
- b) wegen seines Freizeitwertes
- c) wegen seiner zunehmenden Bedeutung für Wasserhaushalt und Wasserversorgung.

Diese Funktionen üben weder landwirtschaftliche Nutzfläche noch sonstige vorhandene Freiflächen (Abb. 48) aus.

Folgerungen:

Der heute auf der Gemarkung Karlsruhe noch vorhandene Ökotyp Wald ist ohne erneute Eingriffe zur Vermeidung weiterer Störungen von Landschaftshaushalt und -struktur zu erhalten. Das betrifft nicht nur geplante Ausstockungen für Wohnsiedlungen und Industriegebiete, sondern in gleicher Weise Anlage von Wasserwerken oder Freizeit-(Sport-)zentren — gleich welcher Funktionen — in wie auch immer gearteten Waldgebieten des Untersuchungsraumes. Es gilt dies für alle im Besitz der Stadt befindlichen Nicht-Wirtschaftswälder, die zwar keine Einnahmen im Haushalt ergeben, für die Erhaltung des natürlichen Landschaftspotentials und seiner Wirkung auf den Gesamt-Landschaftshaushalt aber unbezahlbare Werte darstellen. Besonderen Schutz erfordern die Rheinauwälder wegen ihrer Bedeutung für die Anreicherung des Grund-

wassers und seiner Reinhaltung. Dabei sind bei den stark divergierenden Interessen und Gesichtspunkten (Ausbau von Verkehrslinien, Industriean siedlung u. a.) die vielschichtigen Funktionen scharf gegeneinander abzugrenzen.

1.3 ZU ERWARTENDE WEITERE VERÄNDERUNGEN DER LANDSCHAFTSSTRUKTUR

Bau von Staustufen im Rheinstrom, Fernwasserversorgung Nordbaden, „Rhein stadt“ sind nur einige der Projekte, die zu Änderungen im Landschaftshaushalt des Untersuchungsgebietes führen werden. Der Bau einer Staustufe auf deutschem Gebiet zwischen Straßburg und Karlsruhe, die „auf Kosten der Wirtschaftlichkeit“ (Räber, 1965) mit Rücksicht auf Karlsruher Rheinhafen und Erholungsgebiete auf „Rheinkilometer 356 Neuburg/Neuburgweier“ vorverlegt werden soll, wird auch den Landschaftshaushalt der Karlsruher Rheinauwälder verändern, wenn der Rheinausbau zwischen Straßburg und Iffezheim bei Baden-Baden nicht landschaftsschonend und nachteilige Auswirkungen auf die Rheinauwälder selbst sowie der Grundwasserabsenkungen auf die Kieferwälder der rheinnahen Wälder vermeidend, durchgeführt wird.

Die Rheinniederung ist neben Bodensee und Donauried das letzte große Wasserreservoir im Südwestdeutschen Raum. Die Fernwasserversorgung Nordbaden, zur Sicherstellung des ständig steigenden Wasserverbrauchs (bis zum Jahre 2000 Verdopplung des Wasserbedarfs in der Bundesrepublik) und wegen zunehmender Verschmutzung der Oberflächengewässer nötig, wird als Folge der Grundwasserabsenkung zu einer Verödung des Landschaftsbildes führen. Landwirtschaftliche Nutzung vieler Flächen und wirtschaftliche Aufwärtsentwicklung betroffener Gemeinden müssen zukünftig unter Bevorzugung von nicht abwasserintensiven Industrien funktional gegeneinander abgegrenzt werden, damit die Grenzen der Tragfähigkeit der Biosphäre nicht überschritten werden.

Die „Rhein stadt“, auch „Lagunen stadt“ genannt, als großes Siedlungsprojekt einmal nicht in landschaftsgeschütztes Gebiet geplant, ca. 100 ha groß, aufgeteilt in 3 kreisförmige Stadtteile, getrennt durch einzelne Wasserarme, freigehalten von jedem Kfz-Verkehr, 27 000 Menschen Wohnraum bietend, wird, falls zu verwirklichen, zu grundsätzlicher Wandlung von Landschaftsbild und -struktur im Westen der Stadt und noch nicht übersehbaren Veränderungen im landschaftsökologischen Bereich führen.

Hinzu kommen die vielen Pläne für Bau von Südtangente, neue Verlegungen der Alb, Erholungsgebiet Albgrün, Errichtung eines „Volksparks“ mit Wassersportzentrum zwischen Rappenwört und Neuburgweier mit erheblichen Eingriffen in die unter Landschaftsschutz stehenden Rheinauwälder u. v. m. Keiner der bisher bekannt gewordenen Pläne enthält jedoch Hinweise auf Berücksichtigung landschaftsökologischer Fakten und Zusammenhänge.

Schluß

Es wurde gezeigt, daß durch ungeordnete Eingriffe in ein reichhaltiges natürliches Landschaftspotential ohne Beachtung der „ökologischen und formalen Struktur“ der Naturausstattung (Langer, 1969) die Tragfähigkeit der Landschaft empfindlich gestört ist. Die Biosphäre ist bis an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit belastet. In Extremfällen hat dies zur Überschreitung der von der Natur gezogenen Grenzen und damit zu nicht reversiblen Störungen in Landschaftsgefüge und Gesamthaushalt geführt.

Das trifft in unserem Untersuchungsgebiet für das Stadtklima (Verbauung von Ventilationsbahnen, III 1. 22, Überschreiten der Immissionsgrenzwerte für Gase, III 1. 331, Belastung durch Zunahme des Kfz-Verkehrs, III 1. 34) genauso zu wie für die Veränderungen der Grundwasserverhältnisse (Absenkungstrichter, III 3) und deren Folgen für die Vegetation (IV 6). Dies wird noch unterstrichen durch die nicht vorausbedachten negativen Folgen im ökologischen Bereich beim Hineinbauen von Wohnsiedlungen in landschaftsgeschützte Gebiete (Bergwadsiedlung, VIII 1. 2).

Als besonders beweiskräftig können die heute schon unverständlichen Folgen ungeordneter Eingriffe (s. o.) anhand der Ausstockungen im unteren Hardtwald wie im Ökotoip Wald überhaupt unter Einbeziehung der Gründe, aus denen diese Ausstockungen erfolgten, dargelegt werden (IV 3. 2; 4; 8; VIII 1-1. 2 und Abb. 33 a, b; 34; 40 a, b; 48; 49).

Der durch die Tulla'sche Rheinkorrektion bewirkte Landschaftswandel der Rheinlandschaft (V) führte zu wesentlichen Änderungen im Faunen- und Vegetationsbestand dieses Naturraumes. Sie wurden durch wirtschaftspolitisch bestimmte, in die sozio-ökonomische Struktur eingreifende Maßnahmen weiter nach der negativen Seite verschoben und verschärft.

Die Untersuchungen des biologisch-ökologischen Landschaftswandels (VI), der Wandlungen des Landschaftsbildes (VII) und der Folgen solcher Eingriffe (VIII 1. 2) lassen erkennen, daß im landschaftsökologischen Bereich Kausalitäten nur schwer zu erfassen und durch mathematische Größen zu quantifizieren sind. Dies gilt besonders bei auf eng begrenztem Raum rasch wechselnder Landschaftsstruktur.

Die notwendigen Folgerungen aus den gefundenen Untersuchungsergebnissen werden diskutiert. Damit wird ein Beitrag (Modelluntersuchung) geleistet zu landschaftsökologischen Grundlagenforschungen, die vor allen wie auch immer gearteten und zielgerichteten Planungsmaßnahmen zur Beurteilung ihrer möglichen Folgen für den Gesamthaushalt der Landschaft durchgeführt werden sollten.

Es werden die Stellen aufgezeigt, an denen im Karlsruher Raum „Raubbau“ am natürlichen Landschaftspotential vorliegt. Naturhaushalt und Landschaft wurden nicht geschont, die Grenzen von Tragfähigkeit der Landschaft und Belastungsmöglichkeit der Biosphäre oft weit überschritten. Dies alles sind Folgen mangelnder Koordinierung der an der Gesamtplanung beteiligten Disziplinen, wobei die Landschaftsökologie ausgespart wurde.

Literatur

- Altherr, E. u. R. Zundel, 1966: Das Karlsruher Wasserwerk „Hardtwald“ aus forstlicher Sicht, in „Allg. Forst- u. Jagdztg. 137. Jg. Nr. 10/11“
- Arnold, F. 1891/92/97: Zur Lichenflora von München, 3 Teile
- Baum, F. 1961: Messungen der Staubbiederschläge in einer industriellen Mittelstadt, Fraunhofer-Ges., 111, München
- Beck, G. 1968: Pflanzen als Mittel zur Lärmbekämpfung, Techn. Universität Berlin, 12
- Benisch, J. 1954: Das augenblickliche biologische Bild des Rheins auf der Strecke von Honnef bis Emmerich, dargestellt auf Grund einer Rheinuntersuchung im Oktober 1954, Vom Wasser, Nr. 21
- Berg, H. 1957: Das Stadtklima in „Medizin u. Städtebau“, Bd 2, München
- Berge, H. 1960: Schädliche Einwirkungen der verunreinigten Luft auf Pflanzen, Luftverunreinigung, Dt. Kommunal-Vlg, Düsseldorf
- ders. 1963: Phytotoxische Immissionen, Parey
- Bergstraesser, A. u. Mitarbeiter, 1965: Soziale Verflechtung u. Gliederung im Raum Karlsruhe. Grundlagen zur Neuordnung eines Großstadtbereichs, Schriftenreihe d. Industrie- u. Handelskammer Karlsruhe, Bd 2
- Besch, W. 1968: Zur Verbreitung der Arten des Genus Rivulogammarus in Fließgewässern Nordbadens u. Südwürttembergs in „Beitr. naturk. Forsch. SW-Dtschl.“ XXVII H. 1
- Bider, M. u. J. C. Thams 1950: Die Schwüle, meteorologisch betrachtet, Verh. Schweiz. Naturf. Ges. Davos, 130
- Blüthgen, J. 1964: Lehrb. d. Allg. Geographie, Bd II Allg. Klimageogr., Berlin
- Brauer, A. 1961: Die Süßwasserfauna Deutschlands
- Brezina, E. u. W. Schmidt, 1937: Das künstliche Klima in der Umgebung des Menschen, Stuttgart
- Britzelmayr, M. 1875/79: in „Ber. naturk. Ver. Augsburg“, 23, 25, zit. nach: Steiner, M. 1957
- Brohmer, P. 1927: Die Tierwelt Mitteleuropas
- ders. 1964: Fauna von Deutschland, Heidelberg
- Buchwald, K. 1958: Naturschutz, Landschaftspflege, Landesplanung in „Natur u. Landschaft“, 33
- ders. 1961: Der Mensch in der Industriegesellschaft und die Landschaft in „Natur u. Landschaft“, 36
- ders. 1961: Die Stadt in der Natur, Schrift. d. Dtsch. Gartenbau-Ges., H. 10

- ders. 1964: Die Zukunft des Menschen in der industriellen Gesellschaft u. Landschaft, Braunschweig
- Buchwald, K. u. H. Langer 1969: Ökologische Landschaftsforschung als Grundlage und Voraussetzung der Landschaftspflege und des Naturschutzes in „Natur u. Landschaft“ 44, H. 1
- Buhtz, G. 1929: In „Veröffentl. Med. Verw. Berlin“, H. 2
- Cloos, H. 1937: Ergebnisse regionaler Schweremessungen im Oberrheintal mit Bemerkungen zur gravimetrischen Struktur Süddeutschland in „Öl und Kohle“, 13
- Curry, M. 1951: Klimaunterschiede und wetterbedingte Reaktionstypen in „Med.-meteorolog. Hefte“, 5 Hamburg
- Davenport, S.J. u. G. Morgis, 1954: Air Pollution, a Bibliography, Washington
- Dengel, H.W. 1956: Karlsruhe und seine Entwicklung von der Residenz zur Industriestadt, Diss. Univ. Freiburg
- Geogr. Rundschau 15, 1963, S.237
- ders. 1963: Lehrbuch der Protozoenkunde
- Dorflein, F. u. E. Reichenow 1952: Contributions to an Avifauna of Baden, The Zoologist, Vol. XVIII
- Douglas, G.N. 1894: Unsere alte Markgrafenstadt Durlach mit ihrem Turmberg, Durlach
- Eberle, Fr. u. E. Strobel 1951: Methodik der Landschaftsplanung im Ballungsraum Hamburg, Beitr. z. Landespflege, 1
- Ehlers, M. 1963: Zur Aerologie des Berg- und Talwindes, Beitr. Phys. d. fr. Atm. 18
- Ekhart, E. 1932: Weitere Beiträge zum Problem des Berg- und Talwindes, Beitr. Phys. d. fr. Atm. 18
- ders. 1932: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen, Stuttgart
- Ellenberg, H. 1963: Stadtklimauntersuchungen am Beispiel Bonn in „Medizin u. Städtebau“, Bd 2
- Emonds, H. 1957: Fumifugium or the Inconvenience of the Air and Smoke of London
- Evelyn, J. 1661: Zur Frage der Berg- und Talwinde, Beitr. Phys. d. fr. Atm., 19
- Everdingen, E. v. 1932: Von der Vogelwelt der Karlsruher Landschaft, Bad. Heimat, 15. Jg.
- Fehringer, O. 1928: Ornithologische Beobachtungen und Katalog der Vögel Badens, „Mittlg. d. Bad. Zoolog. Ver.“
- Fischer, L. 1897: Heiße Sommer für Amerikas Flüsse in „Kosmos“ 64, H. 8
- Follmann, H. 1968: Einführung in die Biogeographie von Mitteleuropa, Stuttgart
- Freitag, H. 1962: Karlsruhe in Baden, Diss. Univ. Freiburg
- Froehlich, H. 1931: Karlsruhe, Wirtschaftszentrum am Oberrhein, Festschr. Karlsruhe
- Gerrads, W. 1953: Heizung, Staub und Dunst, Schweiz. Bl. Heizung u. Lüftung, 1
- Gonzenbach, W. v. 1951:

- Göhringer, A. 1925: Geologische Exkursionen in der näheren und weiteren Umgebung von Karlsruhe, Karlsruhe Süddeutschland, 2 Bde
- Gradmann, R. 1956: Grünplanung Darmstadt
- Grzimek, G. 1965: Industrieller Staubauswurf in „Staub“, H. 24
- Guthmann, K. 1951: Gesunde und kranke Landschaft, Ergebn. a. d. Arbeit d. niedersächs. Lehrerfortbildung, 2, Hannover
- Grupe, H. 1964: Gesundheitsgefahren, in „Medizin u. Städtebau“, Bd 2
- Habenicht, G. 1957: Synopsis of the Rotatoria
- Harring, H.K. 1913: Stat. Gemälde der Residenzstadt Karlsruhe und ihrer Umgebung, K'he
- Hartleben, Th. 1815: Die badische Hardt, Karlsruhe
- Hauer, A. 1936: Der nordamerikanische Strudelwurm, Euplanaria tigrina (Girard) am Oberrhein, Beitr. z. naturkdl. Forsch. in SW-Deutschl. IX
- Hauer, J. 1950: Zum Vordringen der Kiefer und Rückgang der Eiche in den Waldungen der Rheinebene, Verh. Naturwiss. Ver., K'he, 13
- Hausrath, H. 1899: Zur natürlichen Verbreitung der Kiefer, Allg. Forst- u. Jagdzeitung
- ders. 1933: Struktur und Dynmaik von Auewäldern, Beitr. z. geobotan. Landesaufn. d. Schweiz, H. 42
- Heller, H. 1963: Geopsyche, 7. Aufl. Stuttgart
- Hellpach, W. 1965: Zur Sperr- und Filterwirkung der Vegetation gegenüber flüchtigem Radiojod, in „Strahlentherapie“, Bd 116
- Herbst, W. 1961: Der Einfluß des Waldes auf die Feinverteilung radioaktiver atmosphärischer Beimengungen, in „Schweiz. Ztschr. f. Forstwesen“, Nr. 10/11
- ders. 1964: Schutzwirkung des Waldes gegen Radioaktivität in „Allg. Forstztg“, Jg 15/16
- Hirsch, L. 1950: Erdbeben und Landschaftsgestaltung am Oberrhein, Monographie einer Landschaft, H. 3
- ders. 1951: Zur geologischen Geschichte der Kinzig-Murg-Rinne, Mittlglbl. d. Bad. geolog. Landesanst., Freiburg
- ders. 1951: Die Grundwasservorräte der nordbadischen Rheinebene in „Wasser u. Boden“, Nr. 8
- Höschele, K. 1965: Ergebnisse von Messungen des Schwefeldioxidgehaltes der Luft in Karlsruhe und ihre statistische Bearbeitung in „Staub“, Bd 25, H. 3
- ders. 1966: Der zeitliche Verlauf und die örtliche Verteilung der SO₂-Konzentrationen in einem Stadtgebiet mit einer Analyse der Einflußgrößen in „Meteorolog. Rundschau“, 19
- Hoffmann, W. 1963: Naturschutz und Landschaftspflege, Teilaufgaben

- d. Landespflege. Erfahrungen aus dem Ballungsraum Hamburg, Beitr. z. Landespflege 1
- Honsell, M. 1885: Die Korrektio n des Oberrheins von der Schweizer Grenze unterhalb Basel bis zur Großherzogl. - Hessischen Grenze unterhalb Mannheim insbesondere d. Bad. Antheil an dem Unternehmen in „Beitr. z. Hydrogr. d. Großherzogthums Baden“ 3. H.
- Howard, E. 1898: Garden cities of tomorrow, London
- Huhn, E. 1843: Karlsruhe und seine Umgebung, K'he
- Huttenlocher, F. 1960: Kleine geographische Landeskunde, Schriftenreihe d. Komm. f. geschichtl. Landeskunde, 2
- Hügin, G. 1963: Wesen und Wandlung der Landschaft am Oberrhein, Beitr. z. Landespflege 1
- Hüttermann, A. 1964: Bemerkungen zum nachfolgenden Antrag auf Erklärung des Knielinger Sees zum Naturschutzgebiet, Jahrb. d. Dtsch. Jugendbundes f. Naturbeobachtung
- Illies, H. 1962: Prinzipien der Entwicklung des Rheingrabens, dargestellt am Grabenabschnitt von Karlsruhe, Mittlg. a. d. Geolog. Staatsinstitut Hamburg, 31
- Isenberg, G. 1962: Gutachten zur wirtschaftlichen Entwicklung des Stadt- u. Landkreises Karlsruhe
- Jansen, G. 1961: Beurteilung von Lärmwirkungen in „Luftverunreinigung“
- Jätzold, R. 1963: Die Neuaufforstung in Südwestdeutschland als kulturgeographisches Problem, Ber. z. Dtsch. Landeskunde Bd 31, H. 2
- Jurzitzka, G. 1964: Libellenbeobachtungen in der Umgebung von Karlsruhe, Beitr. z. naturkdl. Forschung. i. SW-Deutschland, XXIII
- Karplus, H. B. 1957: Lärmmessungen in Chikago u. Folgerungen in „Medizin u. Städtebau“ Bd 2
- Kettner, F. v. 1849: Darstellung der ornitholog. Verhältnisse des Großherzogthums Baden, Beitr. z. rhein. Naturgesch., 1. Jg
- ders. 1866: Ornithologisches vom Großherzogthum Baden, Verh. d. Naturwiss. Ver. in Carlsruhe, H. 2
- Kiemstedt, H. 1967: Zur Bewertung der Landschaft für die Erholung, Beitr. z. Landespflege, Sonderheft 1, Stuttgart
- Kimmig, W. 1961: Die Vorzeit in „Schriftenreihe d. Komm. f. geschichtl. Landeskunde 1
- Kirwald, E. 1962: Der Wald in „Handb. f. Landschaftspflege u. Naturschutz“ Herausgeb. Buchwald, K. u. W. Engelhardt, BLV München
- Kneucker, G. 1885: Führer durch die Flora von Karlsruhe und Umgebung, Karlsruhe

- Knöpp, H. 1965: Neue Erkenntnisse zum Sauerstoffhaushalt von Fließgewässern, Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen, Sonderheft Koblenz
- Koch, W. 1965: Nahrung aus dem Wasser in „Wasser, bedrohtes Lebensselement“, Montana-Verlag, Zürich
- Kohler, A. 1964: Das Auftreten und die Bekämpfung der Robinie in Naturschutzgebieten, Veröff. d. Landesst. f. Naturschutz u. Landschaftspflege Baden-Württemberg, H. 32
- Kohler, A. u. H. Sukopp 1964: Über die soziologische Struktur einiger Robinienbestände im Stadtgebiet von Berlin, Sitzber. Ges. Naturforsch. Freunde Berlin, 4
- Kragh, G. 1963: Naturschutz und Landschaftspflege in unserer Zeit, Beitr. z. Landespf. 1
- Kratzer, A. 1956: Das Stadtklima, Braunschweig
- Kreutz, W. 1952: Der Windschutz, Dortmund
- Kroymann, B. 1968: Die Erhaltungswürdigkeit von Kiesgruben als sekundäre Naturlandschaften in „Intern. Rat f. Vogelschutz, Deutsche Sektion Bericht Nr. 8 Der Landschaftspflegeplan — Rahmenplan für das Härtsfeld, Veröff. d. Landesst. f. Naturschutz u. Landschaftspflege Baden-Württemberg, H. 29
- Kuder, G. 1961: Hygiene und Klima in der Stadt in „Medizin u. Städtebau“ Bd 2
- Kühn, E. 1957: Zur ökologischen Kennzeichnung einer Großstadt in „Natur u. Landschaft“, 36
- Kühnelt, W. 1961: Kunstdenkmäler Badens, Amt Ettlingen, Karlsruhe
- Lacroix, E., P. Hirschfeld u. W. Paeseler 1936: Die Kunstdenkmäler des Amtsbezirks Karlsruhe Land, Kreis Karlsruhe, K'he
- dieselben 1937: Meteorolog. Monogr. 1, Nr. 4, 7
- Landsberg, H. E. 1951: Das Problem des Rheinseitenkanals in „Badische Heimat“ 36. Jg
- Langen, G. 1956: Systemtheoretische Probleme der Landschaftspflege, Landschaft u. Stadt, 1. Jg, H. 3
- Langer, H. 1969: Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstromes, II. Teil, Sitzber. d. Heidelb. Akad. d. Wiss., Math.-naturw. Kl. Abt. B, 5
- Lauterborn, R. 1917: Der Rhein. Naturgeschichte eines deutschen Stromes, 1. Bd. 2. Hälfte, Die Zeit von 1800-1930, Abt. II, Der Oberrhein mit den schwäb. Neckarländern, Ludwigshafen/Rh.
- ders. 1938: Der Albtalwind, Beitr. z. naturkd. Forsch. in SW-Deutschland XXI
- Layer, H. G. 1962: Das Karlsruher Stadtrecht 1715-1722 in „Ztschr. f. d. Geschichte d. Oberrheins“, 114, N. F. 75
- Leiser, W. 1966: Sinn und Bedeutung von Grünflächen in der modernen Stadt in „Das Gartenamt“
- Lendholt, W. 1959:

- ders. 1963: Stadtgrün und Repräsentation. Ein Beitrag zur Wertung des repräsentativen Stadtgrüns im Dienste einer umfassenden Stadtbaukunst, Beitr. z. Landespflege 1
- Lejeune, W. 1957: Verkehr in „Medizin u. Städtebau“, Bd 2
- Loebner, A. 1935: Horizontale und vertikale Staubverteilung in einer Großstadt, Veröff. Geophys. Inst. d. Univ. Leipzig
- ders. 1950: Verstaubungskurven von Berlin, 1949-1950, Raumforschung u. Raumordnung Nr. 10
- Loebner, A. u. K. Pfaff 1937: Staubverteilung in einer Großstadt, Veröff. Geophys. Inst. d. Univ. Leipzig
- Ložek, V. 1964: Quartärmollusken, Rozpravy, UUG, 31
- Lutz, J. L. 1959: Landschaftsökologie, ihr Wesen und ihre Aufgabe, Bayr. Landw. Jahrb. 36 Sonderheft 2
- Malkowski, G. 1964: Analyse des Stadteinflusses auf die Niederschlags-tätigkeit nach mehrjährigen Wetterradarbeobachtungen in Berlin in „Wetter u. Leben“, Ztschr. f. angew. Meteorologie, Jg 16
- Malsch, W. 1947: Plötzliche Temperaturanstiege in der oberrheinischen Tiefebene, Met. Rdsch. 1
- ders. 1952: Luftlawinen aus der freien Atmosphäre, Met. Rdsch. 5
- ders. 1953: Messungen der atmosphärischen Extinktion und ihre Beeinflussung durch meteorologische Faktoren, Met. Rdsch. 6
- Mägdefrau, K. 1960: Flechtenvegetation und Stadtklima in „Naturw. Rundschau“, 13. Jg
- Mees, A. 1900-1907: Nachtrag zu Reuttis Lepidopterenfauna des Großherzogtums Baden, Mittlg. d. Bad. Zoolog. Ver. Nr. 9-18
- Meetham, A. R. 1952: Atmospheric pollution, its origin and prevention, London
- Meister, F. J. 1957: Städtebauliche Abhilfen in „Medizin u. Städtebau“ Bd 2
- Meister, F. J. u. W. Ruhrberg 1955: Der Einfluß von Grünanlagen auf den Verkehrsgeräusch-Pegel in „VDI-Ztschr.“ 97
- Mertins, G. 1965: Die Kulturlandschaftliche Entwicklung im westlichen Ruhrgebiet, Gießener Geogr. Schriften, H. 4
- Metz, F. 1925: Die Oberrheinlande, Breslau
- ders. 1927: Karlsruhe. Ein Beitrag zur Stadtgeographie, in „Beitr. z. oberrhein. Landeskunde“, Festschr. z. 22. Dtsch. Geographentag, Breslau
- Miller, M. 1961: Zwischen Einheit und Zersplitterung in geschichtlicher Zeit in „Schriftenreihe d. Komm. f. geschichtl. Landeskunde“ 1
- Mitscherlich, A. 1955: Untersuchungen über das Wachstum der Kiefer in Baden, Allg. Forst- u. Jagdzeitung

- Neef, E. G., G. Schmidt
u. M. Lauckner 1961: Landschaftsökologische Untersuchungen an verschiedenen Physioto-
pen in Nordwestsachsen, Abh. Sächs. Akad. d. Wissenschaften, Leipzig, Math.-
naturw. Kl. 47
- Neuwirth, R. 1964: Die Bedeutung der Luftreinheit in Kurorten in
„Heilbad u. Kurort“, 16. Jg
- Oberdorfer, E. 1937: Pflanzensoziologische Probleme des Oberrhein-
gebietes, Ber. D. Bot. Ges., Jg 55, Gen. Vers.
Heft
- ders. 1943: Zur Geschichte der Sümpfe und Wälder zwischen
Karlsruhe u. Mannheim, Festschr. Jahrdtf.
Ver. f. Naturkunde, Mannheim
- ders. 1953: Der europäische Auenwald, Beitr. z. naturkundl.
Forsch. i. SW-Dtschld, XII
- ders. 1957: Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Jena
- ders. 1962: Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süd-
deutschland, Stuttgart
- Oberdorfer, E. u.
G. Lang 1952: Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte d.
Oberrheingebietes bei Ettlingen
- Olschowy, G. 1961: Rauch-Abgas- u. Staubimmissionen u. Gegen-
maßnahmen d. Raumordnung, Landschaftspflege
u. Grünplanung, Mitt. Serie B d. Bundesmin. f.
Land- u. Forstwirtschaft Wien, H. 2
- ders. 1969: Zur Belastung der Biosphäre in „Natur u. Land-
schaft“, 44, H. 1
- Pascher, A. 1930: Die Süßwasserflora Mitteleuropas
- Peppler, J. 1929: Die Temperaturverhältnisse von Karlsruhe an
heißeren Sommertagen, Dtsch. Meteorolog. Jb.,
Bd Baden
- Portmann, A. 1921: Die Odonaten der Umgebung von Basel, Diss.
Univ. Basel
- Rainer, R. 1965: 9. Mainauer Rundgespräch
- — — 1966: Raumordnungsbericht der Landesregierung von
Baden-Württemberg, Stuttgart
- Räger, R. 1965: Der geplante Ausbau des Oberrheins von Straß-
burg bis Karlsruhe aus der Sicht der Landschafts-
pflege (mscpt)
- Reich, H. 1952: Erdmagnetische Untersuchungen in Rheinhessen
und ihre geologische Bedeutung, Notizbl. Hess.
Landesamt f. Bodenforschung Wiesbaden, VI
- Reid, L. 1956: Proc. roy. Soc. Med., 49
- Reutti, C. 1853: Übersicht der Lepidopteren-Fauna des Groß-
herzogthums Baden, Beitr. z. rhein. Naturgesch.
1. Jg
- Riehl, W.H. 1853: Land und Leute, III Stadt u. Land
- Ries, Fr. 1905: Die städtischen öffentlichen Anlagen in Karls-
ruhe, Möllers Dtsch. Gärtner-Zeitung Jg 20,
Nr. 46

- Rommel, G. 1933: Der Karlsruher Hardtwald mit Wildpark, Fasangarten u. Stutensee, K'he
- Rosenbohm, A. 1921: Beiträge zur Libellenfauna des Oberrheins u. Bodensees, Mitt. Bad. Landesv. Naturkde. u. Naturschutz Freiburg, 1
- Rösch, E. 1950: Denkschrift über die künstliche Beregnung der nordbadischen Rheinebene, herausgegeben v. Präs. d. Landesbez. Baden
- Rötschke, M. 1937: Untersuchungen über die Meteorologie der Staubatmosphäre, Veröff. Geophys. Inst. d. Univ. Leipzig
- Schad, A. 1953: Die Bedeutung der Bohrungen in Karlsruhe für die Beurteilung des Tertiärs im Rheingraben, Neues Jahrb. f. Geol. u. Paläontologie Abh. 97
- Scharlau, K. 1943: Die Schwüle als meßbare Größe, Biokl. Beibl. 10
- Schirmer, H. 1955: Die räumliche Struktur der Niederschlagsverteilung in Mittelfranken. Ein Beitrag zur Frage der örtlichen Unterschiede in den Niederschlagssummen, Forsch. z. Dtsch. Landeskunde, Bd 81
- Schneider, H. 1928: Stadterweiterungspläne und Heimatschutz in Karlsruhe, Bad. Heimat 15. Jg
- ders. 1928: Die Grünpolitik im Karlsruher Bebauungsplan, Karlsruhe
- Schneider, W. 1960: Überall ist Babylon, Düsseldorf
- Schmid, A. 1956: Die epixyle Flechtenvegetation von München, Diss. Univ. München
- Schmithüsen, J. 1957: In: Handbuch der naturräumlichen Gliederung
- ders. 1963: Der wissenschaftliche Landschaftsbegriff, Mitt. flor.-soz. AG Stolzenau/Weser, NF 10
- Schrepfer, H. 1923: Das phänologische Jahr der deutschen Landschaft, Geogr. Zeitschr.
- Schwabe, G.H. 1962: Anmerkungen zur Landschaftsökologie, Mitt. d. Verb. Dt. Biologen, Beil. z. „Naturwiss. Rdsch.“
- Schwarzmann, H. 1964: War die Tulla'sche Oberrheinkorrektion eine Fehlleistung im Hinblick auf ihre Auswirkungen? in „Die Wasserwirtschaft“, Jg 54
- Schwalb, K. 1965: Schmutz und Staub über Stuttgart, Bad. Neust. Nachr. Nr. 51
- Schwegler, H. 1963: Das Problem der Luftverunreinigung. Eine Zusammenfassung aus Literatur u. Praxis, bezogen auf die Besonderheiten des Münchner Raumes, München, Ref. f. Kreisverw. u. öffentl. Ordnung
- ders. 1966: Luftreinhaltung München 2. Ber. Meßergebnisse 1963-1966 ebendort
- ders. 1969: Luftreinhaltung und Lärmbekämpfung in München, Ref. f. Kreisverw. u. öffentl. Ordnung, Techn. Abt.

- Schultz, H. 1927: Über Klimaeigentümlichkeiten im unteren Rheingau unter besonderer Berücksichtigung des Winterwindes, Frankf. Geogr. H. 1
- Siebert, A. 1958: Landschaft und Großstadt, Hannover
- Speer, J. 1960: Wald und Forstwirtschaft in der Industriegesellschaft, Münchner Univ.-Reden, NF H. 29
- Spranger, E. 1951: Zehn Thesen für die Landschaft in „Christ und Welt“, 1. 9. 1951
- — — 1955: Geschichte der Stadt Karlsruhe und ihrer Vororte in Daten. Rückblick auf 240 Jahre Karlsruhe, Karlsruhe
- Stams, M. 1955: Die stadtnahen Waldflächen um einige deutsche Großstädte in „Wiss. Ztschr. d. K.-M-Univ. Leipzig
- Steiner, M. 1957: Rindenepiphyten als Indikatoren des Stadtklimas in „Medizin u. Städtebau“, Bd 2
- Stephan, J. 1964: Naturschutz und Schule in „Amtsblatt f. Kultus u. Unterricht“, Nr. 12, Stgt
- ders. 1967: Müll im Wald in „Natur u. Landschaft“, Jg 42, H. 5
- Stephan, J. u. G. Schoolmann 1968: Biologisch-ökologische Untersuchungen an einem vor 50 Jahren stillgelegten Baggersee, (mscpt)
- Szijj, J. 1963: Bestand der durchziehenden und überwinterten Enten am Bodensee i. d. letzten 10 Jahren in „Die Vogelwarte“, 22
- Taylor, O. C. u. Mitarbeiter 1957: Calif. Agric. 11
- ders. 1960: American. hort. Sci. 75
- Theis, K. u. H. Baumhauer 1960: Der Kreis Karlsruhe, Aalen, Stuttgart
- Thienemann, A. F. 1928: Die nordamerikanische Planaria maculate Leidy in Deutschland, Arch. f. Hydrobiologie
- ders. 1956: Leben und Umwelt, Hamburg
- Thürach, H. 1929: Geolog. Spezialkarte d. Großherzogt. Baden, herausgeb. Großherzogl. Bad. Geol. Landesanstalt
- Tischendorf, F. v. 1957: Gesundheitsgefährdung durch Lärm in „Medizin u. Städtebau“, Bd 2
- Tischler, W. 1968: Veränderung der Pflanzen- und Tierwelt durch Entstehung der Kulturlandschaft in „Handb. f. Landschaftspflege u. Naturschutz, Herausg. Buchwald, K. u. W. Engelhardt, BLV München
- Trappenberg, R. 1956: Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Staubverteilung einer Rauchfahne, Diss. TH Karlsruhe
- Wagner, A. 1932: Hangwind-Ausgleichsströmungen, Berg- und Talwinde, Met. Ztschr. 5

- ders. 1938: Theorie und Beobachtung der periodischen Gebirgswinde, Gerlands Beitr. Geophys. 52
- Wagner, G. 1950: Einführung in die Erd- und Landschaftsgeschichte mit besonderer Berücksichtigung Süddeutschlands, Öhringen
- Walter, H. u. H. Lieth 1960: Atlas der Klimadiagramme, Jena
- Walter, M. 1928: Landschaft und Siedlungsbild der Rheinebene zwischen Murg und Pfalz im Wechsel geschichtlicher Zeiten, Badische Heimat, 15
- Weech, Fr. v. 1895: Karlsruhe, Geschichte der Stadt und ihrer Verwaltung, Bd I
- Wegner, R. 1923: Die Klimaprovinzen in Deutschland, Geogr. Ztschr.
- ders. 1923: Das phänologische Jahr der deutschen Landschaften, Geogr. Ztschr.
- Went, F.W. 1955: Proc. 3d national air pollution symposium, Los Angeles
- Wesenburg-Lund, C. 1943: Biologie der Süßwasserinsekten
- Westhoff, V. 1968: Die „ausgeräumte“ Landschaft, Biologische Verarmung und Bereicherung der Kulturlandschaften in „Handb. f. Landschaftspflege u. Naturschutz, Herausg. Buchwald, K. u. W. Engelhardt, BLV München
- Wobst, W. 1963: Der Wald in der Kulturlandschaft, Beitr. z. Landespflege 1
- World Health Organization 1964: Die Verunreinigung der Luft, Verlag Chemie, Weinheim/Bergstraße
- Wortmann, W. 1961: Die Natur in der Stadt, Schriftenr. d. Dtsch. Gartenbau-Ges. H. 10
- Wüstenberg, J. 1959: Der gegenwärtige ärztliche Standpunkt zum Problem der Beeinflussung der Gesundheit durch Luftverunreinigung in „Forsch. Nordrhein-West“, H. 81, Köln
- Zander, R., F. Encke, G. Buchheim 1964: Handwörterbuch der Pflanzennamen, Stgt
- Zimmermann, G. 1952: Die Komponenten der Schwülehäufigkeit in Südwestdeutschland, Ber. d. Dtsch. Wetterdienstes i. d. US-Zone, 38
- — — 1885: Das Großherzogthum Baden in geographischer, naturwissenschaftlicher, geschichtlicher, wirtschaftlicher und staatlicher Hinsicht, Karlsruhe

	Häufigkeit*)	Art d. Vorkommens
USt 1		
Pflanzen		
Fontinalis sp.	+	an Steinen, keine größeren Rasen
Tiere		
Planaria alpina Dana	0	in leeren Köchern v. Köcherfliegen u. unter Steinen
Herpobdella		
octoculata L.	+	unter Steinen in Ufernähe
Gammarus sp.	+++	zwischen Quellmoos, unter Steinen u. Blättern
Ancyclus fluviatilis		
Müll.	++	an d. Oberfläche v. Steinen
Baetis sp.	+++	nur Larven, zwischen Quellmoos u. unter Steinen
Epeorus sp.	++	nur Larven, meist unter Steinen
Ecdyonurus sp.	+	nur Larven, zwischen Quellmoos u. unter Steinen
Perlodes sp.	+	nur Larven, unter Steinen
Perla sp.	0	Larven unter Steinen
Simulium sp.	+	Larven u. Puppen, an Steinen
Synagapetus sp.	+	Larven u. Puppen, an Steinen
Agapetus sp.	++	nur Larven an Steinen
Sericostoma sp.	+	Larven u. Puppen
Rhyacophila sp.	+	nur Larven
Salmo trutta forma fario L.	0	zwischen Steinen u. in Wasser einhängenden Wurzeln
USt 2		
Pflanzen		
Fontinalis sp.	0	an Steinen, keine Rasen
Callitriche stagnalis Scop.	+	in Ufernähe
Tiere		
Tubifex tubifex Müll.	0	im Schlamm an Stellen m. geringer Strömung
Glossosiphonia complanata L.	++	an u. unter Steinen u. an Wasserstern
Herpobdella		
octoculata L.	++	an Steinen
Ancyclus fluviatilis Müll.	++	an Steinen
Gammarus sp.	++	zwischen Quellmoos u. Wasserstern

*) Häufigkeitsskala s. am Ende von Anhang 1

(Anhang 1) (Forts.)

Baetis sp.	++	unter Steinen u. zwischen Quellmoos u. Wasserstern
Rhitrogena sp.	+	unter Steinen u. zwischen Quellmoos u. Wasserstern
Chironomus sp.	0	nur Larven, im Schlamm
Simulium sp.	++	Larven u. Puppen, an Wasserstern
Agapetus sp.	+	nur Larven an u. unter Steinen
Rhyacophila sp.	+	nur Larven zwischen Quellmoos u. Wasserstern
Salmo trutta forma fario L.	+	im freien Wasser u. unter überhängenden Steinen
USt 3		
Pflanzen		
Fontinalis sp.	++	größere dichte Rasen, Ufermauer überziehend
Tiere		
Ancylus fluviatilis Müll.	+	an Steinen
Pisidium sp.	0	nur Gehäusefunde
Gammarus sp.	+++	in Quellmoosrasen
Baetis sp.	++	nur Larven zwischen Quellmoos
Rhitrogena sp.	+	nur Larven zwischen Quellmoos
Perlodes sp.	0	nur Larven zwischen Quellmoos
Simulium sp.	+	Larven u. Puppen an Steinen u. Quellmoos
Tipula sp.	0	Larven zwischen Quellmoos, meist in Ufernähe
Agapetus sp.	+	Larven u. Puppen an Ufersteinen
Rhyacophila sp.	++	nur Larven zwischen Quellmoos
Salmo trutta forma fario L.	+++	im freien Wasser
USt 4		
Pflanzen		
Fontinalis sp.	+	an Steinen, keine groß. Rasen
Callitriche stagnalis Scop.	+	kleinere Tuffs, nicht i. d. Hauptströmung
Ranunculus		
fluitans LAM.	+	im ruhigen Wasser u. z. T. in der Hauptströmung
Tiere		
Tubifex tubifex Müll.	+++	im Schlamm d. Ruhigwasserzonen
Glossosiphonia complanata L.	++	an Steinen u. Pflanzen in Schlammzone

<i>Herpobdella octoculata</i> L.	++	an Steinen, unter Blättern
<i>Ancylus fluviatilis</i> Müll.	+	an Steinen, i. d. Hauptströmung unter Steinen, Laub, an Pflanzen
<i>Gammarus</i> sp.	+++	nur Larven, an Steinen u. zwischen Quellmoos
<i>Baetis</i> sp.	++	wie <i>Baetis</i> sp.
<i>Rhitrogena</i> sp.	+	nur Larven unter Steinen in rascher Strömung
<i>Ecdyonurus</i> sp.	++	zwischen Quellmoos
<i>Perla</i> sp.	+	Larven, Puppen, Imagines im Stillwasser
<i>Culex pipiens</i> L.	+	Larven, Puppen i. Schlamm des Stillwassers
<i>Chironomus plumosus</i> L.	+++	nur Larven, i. Schlamm zwischen Steinen
<i>Chironomus</i> sp.	+	Larven u. Puppen, an Steinen u. Pflanzen
<i>Simulium</i> sp.	++	Larven zwischen Quellmoos in Ufernähe
<i>Tipula</i> sp.	0	
<i>Agriotypus armatus</i> Walk.	+	Larven i. Köcher von Silo
<i>Agapetus</i> sp.	+	Larven u. Puppen an Steinen
<i>Silo</i> sp.	+	Larven u. Puppen an Steinen
<i>Sericostoma</i> sp.	+	Larven an Steinen u. zwischen Quellmoos
<i>Rhyacophila</i> sp.	+	Larven unter Steinen u. zwischen Quellmoos
<i>Salmo trutta forma fario</i> L.	0	in der Hauptströmung
<i>Phoxinus laevis</i> Ag.	0	Jungtiere, i. d. Hauptströmung
<i>Cottus gobio</i> L.	0	in Ufernähe
USt 5 Pflanzen		
<i>Fontinalis</i> sp.	0	an Steinen, keine Rasenbildung
<i>Callitriche stagnalis</i> Scop.	+	in Ufernähe, keine größ. Polster
<i>Elodea canadensis</i> Rich.	0	in Ufernähe
Tiere		
<i>Tubifex tubifex</i> Müll.	+	in Sand u. Schlamm, nur im Stillwasser
<i>Glossosiphonia complanata</i> L.	+++	auf allen Substraten

(Anhang 1) (Forts.)

<i>Herpobdella octoculata</i> L.	+++	unter Steinen, i. ruhigeren Wasser
<i>Ancylus fluviatilis</i> Müll.	0	an Steinen, i. d. Hauptströmung
<i>Gammarus</i> sp.	+++	unter Steinen, zwischen Pflanzen
<i>Baetis</i> sp.	+	unter Steinen, zwischen Pflanzen
<i>Rhitrogena</i> sp.	+	an Steinen, zwischen Pflanzen
<i>Chironomus</i> sp.	++	nur Larven, i. Sand u. Schlamm d. Stillwasserbereiche
<i>Simulium</i> sp.	++	Larven u. Puppen, an Steinen u. Pflanzen
<i>Phoxinus laevis</i> Ag.	0	an d. Grenze zw. Hauptströmung u. ruhigerem Wasser
USt 6		
Pflanzen		
<i>Fontinalis</i> sp.	0	an Steinen u. Ufermauer
Tiere		
<i>Glossosiphonia complanata</i> L.	+	unter Steinen
<i>Herpobdella octoculata</i> L.	0	unter Steinen
<i>Ancylus fluviatilis</i> Müll.	0	an Steinen
<i>Gammarus</i> sp.	+++	unter Steinen, i. Spalten der Uferbefestigung
<i>Baetis</i> sp.	+	unter Steinen
<i>Simulium</i> sp.	+++	Larven u. Puppen, an Steinen
<i>Gobio fluviatilis</i> Cuv.	0	in Ufernähe
<i>Phoxinus laevis</i> Ag.	0	in Ufernähe
USt 7		
Pflanzen		
<i>Ranunculus fluitans</i> LAM.	0	i. d. Hauptströmung
<i>Callitriche stagnalis</i> Scop.	++	Polster u. Rasen i. Ufernähe u. Hauptströmung
<i>Elodea canadensis</i> Rich.	+	in Ufernähe
<i>Potamogeton crispus</i> L.	++	in Ufernähe u. Hauptströmung, größere Polster
Tiere		
<i>Glossosiphonia complanata</i> L.	+	unter Steinen u. an Pflanzen
<i>Herpobdella octoculata</i> L.	+	unter Steinen u. an Pflanzen

(Anhang 1) (Forts.)

<i>Asellus aquaticus</i> L.	+++	in Pflanzenrasen
<i>Gammarus</i> sp.	++	zwischen Pflanzen
<i>Baetis</i> sp.	++	nur Larven, unter Steinen, an Wasserpflanzen
<i>Rhitrogena</i> sp.	++	nur Larven, an Pflanzen
<i>Chironomus</i> sp.	+	Larven in Schlamm u. zwischen angetriebenen Pflanzen
<i>Simulium</i> sp.	+++	Larven, Puppengehäuse sehr dicht an Steinen u. Pflanzen
<i>Gobio fluviatilis</i> Cuv.	++	zwischen Steinen u. Pflanzen
<i>Gasterosteus aculeatus</i> L.	+	in Ufernähe zwischen Pflanzen
USt 8		
Pflanzen		
<i>Callitriche stagnalis</i> Scop.	+	in Ufernähe
<i>Elodea canadensis</i>		
Rich.	0	in Ufernähe u. Flußmitte
<i>Potamogeton crispus</i> L.	+	in Ufernähe, kleinere Gruppen
Tiere		
<i>Hydra</i> sp.	++	an Pflanzen
<i>Glossosiphonia complanata</i> L.	+	unter Steinen, zwischen Pflanzen
<i>Asellus aquaticus</i> L.	+++	an Steinen, zwischen Pflanzen
<i>Gammarus</i> sp.	+	zwischen Pflanzen
<i>Baetis</i> sp.	+	zwischen Pflanzen
<i>Rhitrogena</i> sp.	+	an Steinen u. Pflanzen
<i>Nepa rubra</i> L.	0	an ufernahen Pflanzen
<i>Chironomus</i> sp.	+	nur Larven, in Schlamm, Ufernähe
<i>Simulium</i> sp.	+++	Larven u. Puppen, an Steinen und Pflanzen
<i>Gobio fluviatilis</i> Cuv.	+	zwischen Steinen u. Pflanzen in Ufernähe
<i>Gasterosteus aculeatus</i> L.	++	zwischen Pflanzen oder i. Ufernähe
USt 9		
Pflanzen		
<i>Callitriche stagnalis</i> Scop.	+++	in Ufernähe u. Flußmitte, große dichte Büschel u. Rasen
<i>Elodea canadensis</i>		
Rich.	+++	in Ufernähe, große dichte Rasen
<i>Potamogeton crispus</i> L.	++	kleinere Büschel u. Tuffs

Tiere		
Hydra sp.	+++	an Pflanzen
Tubifex tubifex Müll.	+	im Schlamm in Ufernähe
Glossosiphonia complanata L.	0-+	an Steinen in Ufernähe
Asellus aquaticus L.	+++	in Pflanzenrasen, Steinen
Gammarus sp.	+	zwischen Pflanzen
Baetis sp.	++	nur Larven, an Steinen u. Pflanzen
Nepa rubra L.	0	in Ufernähe in Pflanzenrasen
Chironomus sp.	+	nur Larven, im Uferschlamm
Simulium sp.	+++	Larven u. Puppen an Steinen u. Pflanzen
Gobio fluviatilis Cuv.	++	im freien Wasser zwischen Pflanzenrasen
Gasterosteus aculeatus L.	++	in Ufernähe u. zwischen Pflanzen
USt 10 Pflanzen		
Ranunculus fluitans LAM.	+++	ausgedehnte Rasen i. ganz. Flußbett
Elodea canadensis Rich.	++	in Ufernähe u. Flußmitte
Potamogeton crispus L.	++	über das ganze Flußbett verteilt
Tiere		
Tubifex tubifex Müll.	++	im Uferschlamm
Glossosiphonia complanata L.	+	an Steinen u. Pflanzen
Lymnaea peregra Müll.	0	in Ufernähe an Pflanzen
Asellus aquaticus L.	+++	an Steinen u. Pflanzenrasen
Calopteryx virgo L.	++	Larven in Pflanzenrasen in Ufernähe
Nepa rubra L.	+	an Pflanzen in Ufernähe
Chironomus sp.	++	nur Larven im Uferschlamm
Simulium sp.	0	Larven u. Puppen an Pflanzen
Gobio fluviatilis Cuv.	0	zwischen Steinen u. Pflanzen in Ufernähe
Leuciscus rutilus L.	+	zwischen Pflanzen in Ufernähe
Scardinius erythrophthalmus (L.)	+	Jungfische in Ufernähe
Gasterosteus aculeatus L.	0	zwischen ufernahen Pflanzen

USt 11

Pflanzen

Ranunculus fluitans

LAM. +++

ausgedehnte dichte Rasen

Elodea canadensis

Rich. ++

über das ganze Flußbett verteilt
in Ufernähe

Potamogeton crispus L. +

Sagittaria

sagittifolia L. ++

bis 50 cm ins Wasser hineinwach-
send

Lemna trisulca L. +

am Ufer im stillen Wasser

Tiere

Tubifex tubifex Müll. ++

im ufernahen Schlamm

Glossosiphonia

complanata L. +

an Ufersteinen u. an angetriebe-
nem Holz

Lymnaea peregra Müll. +

an Steinen in Ufernähe u. an ange-
triebenem Holz

Planorbis corneus L. 0

einziger Fundort, am Ufer zwi-
schen Pflanzen, wahrscheinlich
aus in d. Nähe mündenden Gräben
eingewandert

Tropidiscus plan-

orbis L. 0

wie Planorbis

Asellus aquaticus L. ++

in Pflanzenrasen u. an Angetriebe-
nem

Calopteryx virgo L. +

Larven an Pflanzen, ♂ u. ♀ Ima-
gines

Agrion puella L. +

Larven in Pflanzenbüscheln, keine
Imagines

Nepa rubra L. ++

in Ufernähe zwischen Pflanzen

Notonecta glauca L. 0

in Ufernähe zwischen Pflanzen

Gerris sp. ++

am Ufer in Stillwasser

Culex pipiens L. +

Larven u. Puppen im Stillwasser
am Ufer

Chironomus plumosus

L. +++

Larven u. Puppen im Uferschlamm

Chironomus sp. +

Larven im Uferschlamm

Simulium sp. +

Larven u. Puppen an Pflanzen

Gobio fluviatilis Cuv. 0

am Boden zwischen Pflanzen

Leuciscus rutilus L. +

Jungfische in Ufernähe u. zwi-
schen Pflanzen

Scardinius

erythrophthalmus (L.) +

Jungfische in Ufernähe

Gasterosteus

aculeatus L. 0

zwischen ufernahen Pflanzen

USt 12

Keine höheren Wasserpflanzen, aber größere Büschel u. Rasen von *Sphaerotilus natans* Kütz

Tiere

<i>Tubifex tubifex</i> Müll.	+++	im ufernahen Schlamm
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> Clap.	+++	im ufernahen Schlamm
<i>Glossosiphonia</i> sp.	++	an Uferbefestigung u. im Wasser liegenden Gegenständen
<i>Haemopsis sanguisuga</i> L.	0	am Ufer
<i>Lymnaea peregra</i> Müll.	0	am Ufer
<i>Asellus aquaticus</i> L.	+	in Ufernähe an Angetriebenem
<i>Gerris</i> sp.	+	am Ufer in Stillwasser
<i>Culex pipiens</i> L.	+	Larven u. Puppen in Stillwasser am Ufer, 0 Imagines
<i>Chironomus plumosus</i> L.	+++	Larven u. Puppen im Schlamm
<i>Chironomus</i> sp.	+	nur Larven, im Uferschlamm
<i>Gobio fluviatilis</i> Cuv.	0	in Ufernähe zwischen Steinen u. an Stellen mit geringer Schlamm- dicke
<i>Leuciscus rutilus</i> L.	+	Jungfische u. ausgewachsene Exemplare im ganzen Flußbett
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L.)	+	Jungfischschwärme mit <i>Leuciscus</i> vergesellschaftet

USt 13

Keine Höheren Wasserpflanzen, *Sphaerotilus natans* Kütz in kleinen Büscheln im Schlamm des gesamten Flußbettes

Tiere

<i>Tubifex tubifex</i> Müll.	++	im Schlamm des gesamten Fluß- bettes
<i>Limno drilus hoffmeisteri</i> Clap.	++	im Schlamm des gesamten Fluß- bettes
<i>Glossosiphonia</i> sp.	0	an Angetriebenem
<i>Lymnaea stagnalis</i> L.	0	in Ufernähe
<i>Lymnaea peregra</i> Müll.	0+	in Ufernähe
<i>Tropidiscus planorbis</i> L.	+	an Angetriebenem u. Pflanzenre- sten s. USt 11
<i>Gerris</i> sp.	++	in Ufernähe an Angetriebenem
<i>Culex pipiens</i> L.	++	Larven, Puppen, Imagines, Lar- ven u. Puppen im ufernahen Still- wasser

Chironomus		
plumosus L.	++	im Schlamm
Chironomus sp.	+	im Uferschlamm
Gobio fluviatilis Cuv.	0	in Ufernähe zwischen Steinen
Leuciscus rutilus L.	+	Jungfischschwärme in Ufernähe
Scardinius		
erythrophthalmus (L.)	+	Jungfischschwärme in Ufernähe
Fulica atra L.	+++	im ganzen Flußbett

Skala für die Häufigkeit:

0	= sehr selten, nur ganz vereinzelt
+	= vereinzelt, mehrere Exemplare
++	= häufig, ziemlich verbreitet
+++	= sehr häufig, sehr starke Verbreitung

USt 1 (Herrenalb)

Alb: oligosaprob mit Vertretern der β - und α -mesosaprobe Zonen.

Vertreter f. d. oligosaprobe Zone: Larven d. Eintagsfliegen

Ecdyonurus u. Rhitrogena, Larve d. Steinfliege Perla u. d. Köcherfliege Agapetus, Planaria alpina Dana.

Vertreter d. β -mesosaprobe Zone: Ancylus fluviatilis Müll.

Vertreter d. α -mesosaprobe Zone: Herpobdella

Keine Vertreter d. polysaprobe Zone.

USt 2 (Frauenalb)

Alb: noch oligosaprob mit Vertretern d. β - u. α -mesosaprobe Zonen u. ersten Vertretern d. polysaprobe Zone.

Vertreter d. oligosaprobe Zone: Larven von Rhitrogena u. Agapetus

Vertreter d. β -mesosaprobe Zone: Ancylus fluviatilis Müll.

Vertreter d. α -mesosaprobe Zone: Herpobdella u. Glossosiphonia

Vertreter d. polysaprobe Zone: Tubifex u. Chironomus

USt 3 (Marxzell)

Alb: noch oligosaprob, α -mesosaprobe u. polysaprobe Vertreter fehlen.

Vertreter d. oligosaprobe Zone: Larven von Rhitrogena, Perlodes u. Agapetus

Vertreter d. β -mesosaprobe Zone: Ancylus

USt 4 (Busenbach)

Alb: noch oligosaprob mit einigen Vertretern d. übrigen Saprobienstufen

Vertreter d. oligosaprobe Zone: Larven von Rhitrogena, Ecdyonurus, Perla, Agapetus

Vertreter d. β -mesosaprobe Zone: Ancylus

Vertreter d. α -mesosaprobe Zone: Herpobdella

Vertreter d. polysaprobe Zone: Tubifex u. Chironomus

USt 5 (Ettlingen)

Alb: β -mesosaprob mit einzelnen Vertretern d. übrigen Saprobienstufen

Vertreter d. oligosaprogen Zone: Rhitrogena

Vertreter d. β -mesosaprogen Zone: Ancyclus

Vertreter d. α -mesosaprogen Zone: Herpobdella

Vertreter d. polysaprogen Zone: Tubifex u. Chironomus häufiger

USt 6 (Ettlingen Rathaus)

Alb: Übergang v. d. β - zur α -mesosaprogen Zone

Vertreter d. β -mesosaprogen Zone: Ancyclus

Vertreter d. α -mesosaprogen Zone: Herpobdella u. Glossosiphonia

USt 7 (Rüppurr)

Alb: α -mesosaprobe Zone mit einzelnen Vertretern der übrigen Zonen

Vertreter d. oligosaprogen Zone: vereinzelt Rhitrogena

Vertreter d. α -mesosaprogen Zone: Herpobdella, Glossosiphonia, Asellus

Vertreter d. polysaprogen Zone: Chironomus

USt 8 (Dammerstock)

Alb: α -mesosaprobe Zone mit einzelnen Vertretern der übrigen Zonen

Vertreter d. oligosaprogen Zone: vereinzelt Rhitrogena

Vertreter d. α -mesosaprogen Zone: Glossosiphonia, Asellus

Vertreter d. polysaprogen Zone: Chironomus

USt 9 (Kühler Krug)

Alb: noch α -mesosaprobe Zone mit einzelnen Vertretern der polysaprogen Zone

Vertreter d. oligosaprogen Zone: fehlen

Vertreter d. α -mesosaprogen Zone: Glossosiphonia, Asellus

Vertreter d. polysaprogen Zone: Tubifex, Chironomus

USt 10 (Rheinhafen)

Alb: noch α -mesosaprobe Zone mit Vertretern d. polysaprogen Zone

Vertreter d. oligo- u. β -mesosaprogen Zone: fehlen

Vertreter d. α -mesosaprogen Zone: Glossosiphonia, Asellus

Vertreter d. polysaprogen Zone: Tubifex, Chironomus

USt 11 (Knielingen)

Alb: Übergang von der α -mesosaprogen zur polysaprogen Zone

Vertreter d. α -mesosaprogen Zone: Glossosiphonia, Asellus

Vertreter d. polysaprogen Zone: Tubifex, Chironomiden

USt 12 (Neureut)

Alb: polysaprobe Zone mit einzelnen Vertretern d. α -mesosaprogen Zone

Vertreter d. α -mesosaprogen Zone: Glossosiphonia stark vermindert, Asellus

Vertreter d. polysaprogen Zone: Tubifex, Limnodrilus, Chironomiden

USt 13 (Eggenstein)

Alb: polysaprobe Zone, Vertreter d. übrigen Zonen bedeutungslos

Vertreter d. polysaprogen Zone: Tubifex, Limnodrilus, Chironomiden

Einzeller-Untersuchungen (Auswahl einiger Stationen), 1968/69

- USt 2 *Cyclotella bodamica* Eul., oligosaprober (o-s) Vertreter
Synedra ulna (Nitzsch) Ehr. β - α -mesosaprober (β - α -m) Vertr.
Nitzschia palea Kütz α -mesosaprober (α -m) Vertr.
- USt 3 *Cyclotella bodamica* Eul. o-s Vertr.
Nostoc Linckia (Roth) Born. β -mesosaprober (β -m) Vertr.
Scenedesmus quadricauda (Turp.) Bréb. β -m-Vertr.
Melosira varians Ag. β -m-Vertr.
 Übergang zur β -m-Stufe
- USt 4 *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehr. β - α -m-Vertr.
Nostoc Linckia (Roth) Born. β -m-Vertr.
Fragilaria crotonensis (Edw.) Kitton β -m-Vertr.
Melosira varians Ag. β -m-Vertr.
Actinastrum hantzschii Lagerheim
 var. *fluviatile* β -m-Vertr.
 Übergang zur β -m-Stufe
- USt 5 *Fragilaria crotonensis* (Edw.) Kitton β -m-Vertr.
Nostoc Linckia (Roth) Born. β -m-Vertr.
Synedra ulna (Nitzsch) Ehr. β - α -m-Vertr.
Melosira varians Ag. β -m-Vertr.
Closterium acerosum (Schrank) Ehr. α -m-Vertr.
Scenedesmus quadricauda (Turp.) Bréb. β -m-Vertr.
Actinastrum hantzschii Lagerheim
 var. *fluviatile* β -m-Vertr.
 β -m-Stufe
- USt 6 *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb. β -m-Vertr.
Nostoc Linckia (Roth) Born. β -m-Vertr.
Synedra ulna (Nitzsch) Ehr. β - α -m-Vertr.
Clastidium rivulare Hansg. β - α -m-Vertr.
Oscillatoria chalybea Mert. α -m-Vertr.
Nitzschia palea Kütz α -m-Vertr.
Hantzschia amphioxys Kütz α -m-Vertr.
Closterium acerosum (Schrank) Ehr. α -m-Vertr.
 Übergang von der β - zur α -m-Stufe (s. Anhang 2)
- USt 8 *Nitzschia palea* Kütz α -m-Vertr.
Hantzschia amphioxys Kütz α -m-Vertr.
Closterium acerosum (Schrank) Ehr. α -m-Vertr.
Oscillatoria chalybea Mert. α -m-Vertr.
Synedra ulna (Nitzsch) Ehr. β - α -m-Vertr.
Clastidium rivulare Hansg. β - α -m-Vertr.
 α -m-Stufe

Abbildungen

Abb. 1: Stadtplan von Karlsruhe mit den wichtigsten fließenden und stehenden Oberflächengewässern (siehe Beilage 1)

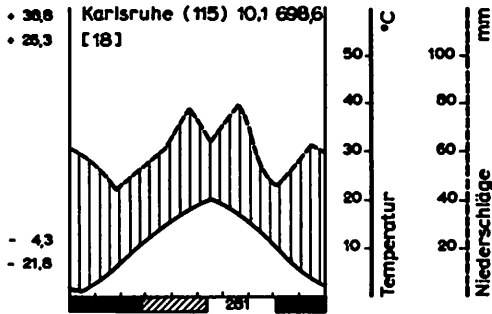


Abb. 2: Klimadiagramm nach der Methode von H. Walter und H. Lieth aufgestellt vom Verfasser (verändert und erweitert)

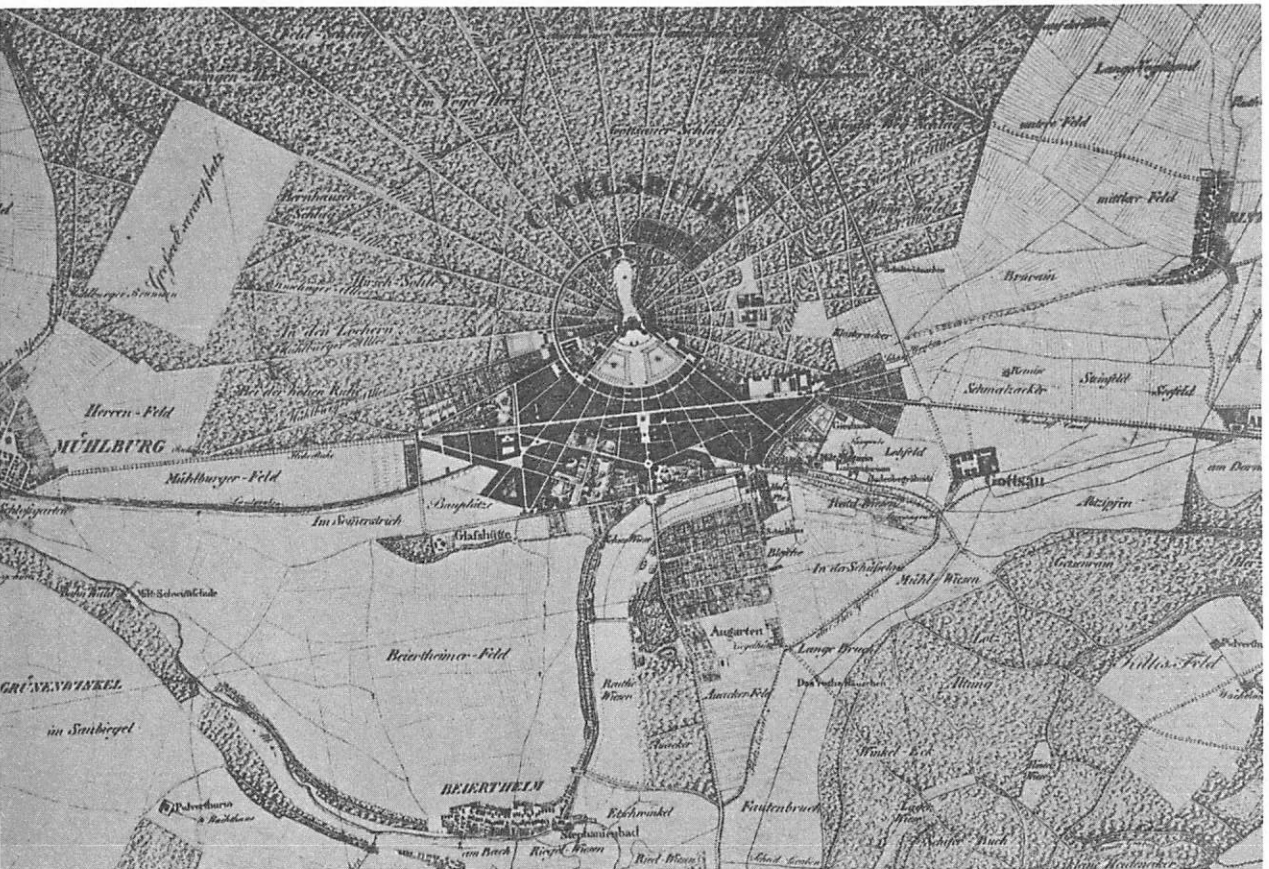


Abb. 3: Topographische Karte von der Großherzoglichen Haupt- und Residenzstadt Karlsruhe mit ihren Umgebungen

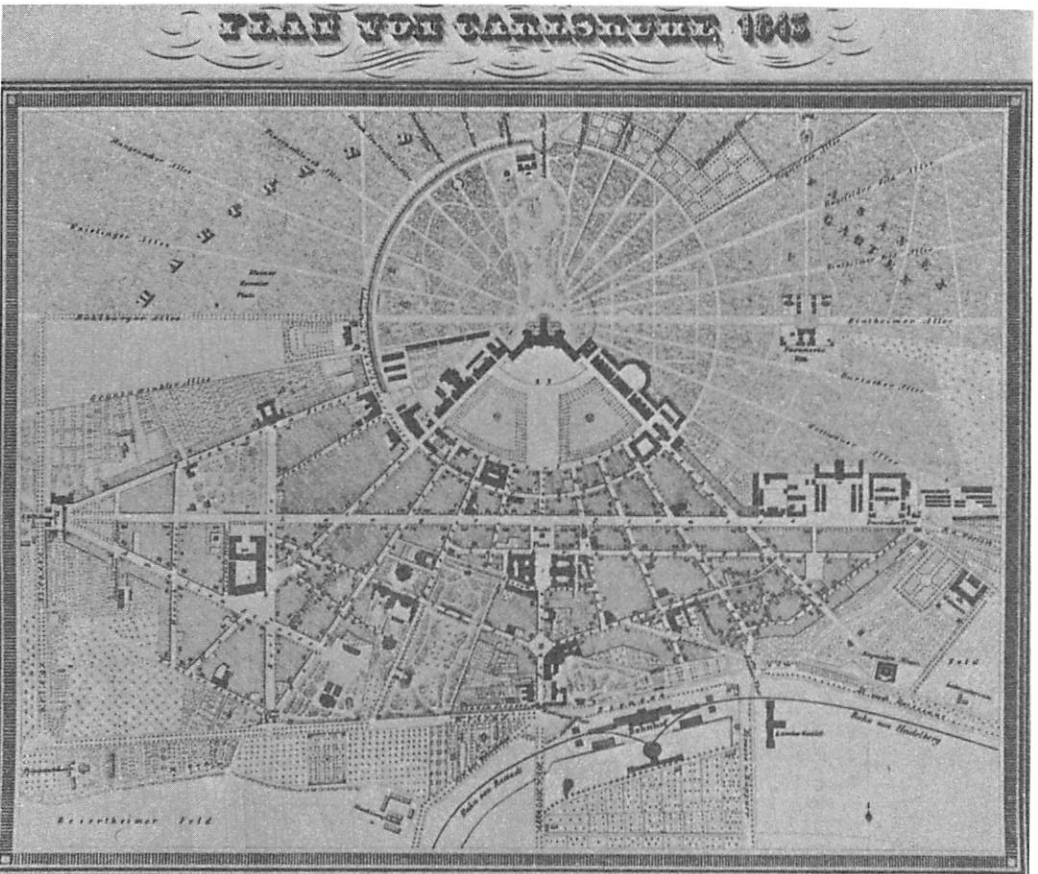


Abb. 4: Stadtplan von Karlsruhe aus dem Jahre 1843 (Vom Badischen Generallandesarchiv zur Verfügung gestellt, Sign. H/Karlsruhe Nr. 19)

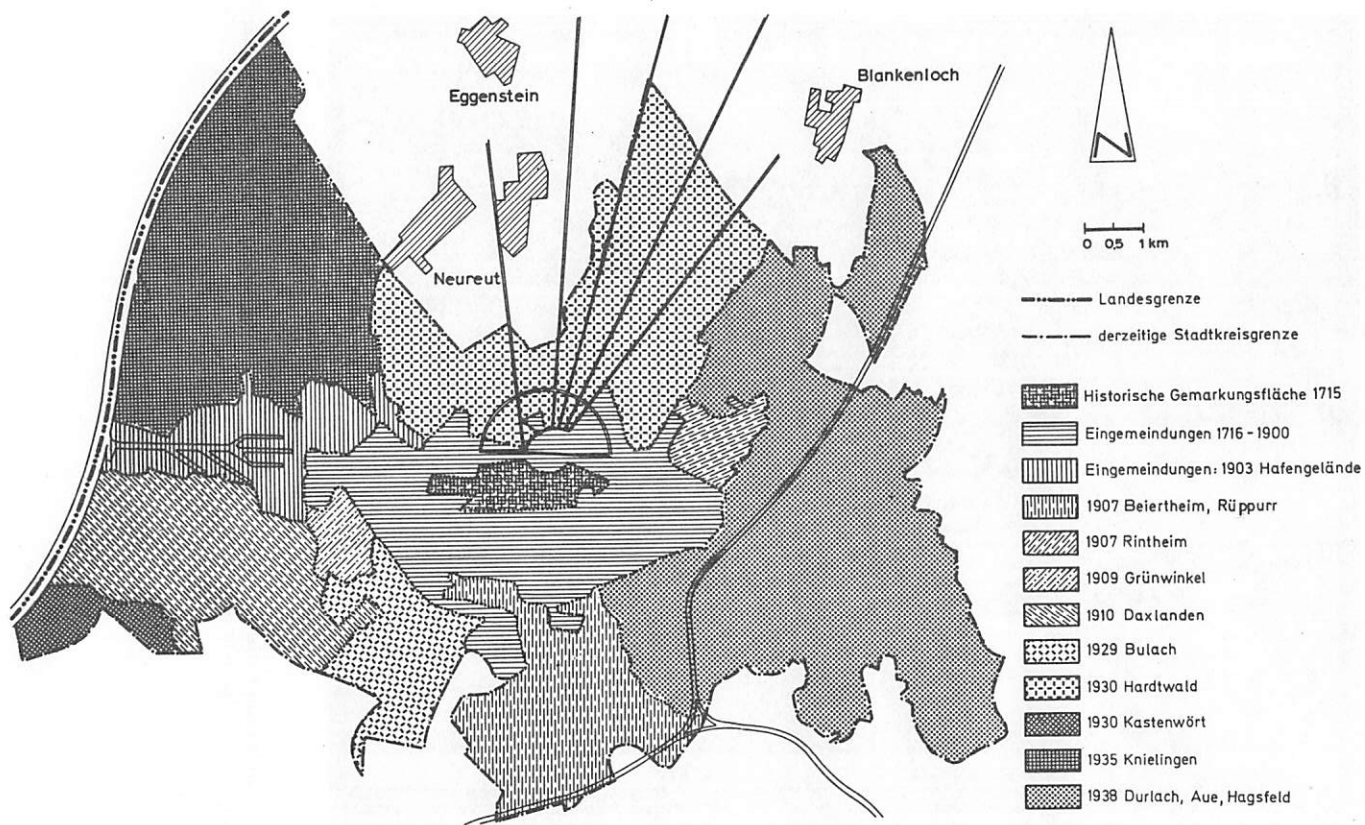


Abb. 5: Gemarkungsentwicklung und Eingemeindungen

..... Grenzen der Stadtteile

- | | |
|---------------------|-----------------------------|
| 1 Innenstadt - Ost | 10 Knielingen |
| 2 Innenstadt - West | 11 Beiertheim - Bulach |
| 3 Südstadt | 12 Weiherfeld - Dammerstock |
| 4 Südweststadt | 13 Rüppurr |
| 5 Weststadt | 14 Rintheim |
| 6 Mühlbürg | 15 Hagsfeld |
| 7 Oststadt | 16 Waldstadt |
| 8 Grünwinkel | 17 Durlach - Aue |
| 9 Daxlanden | |

■ = 1 Betrieb (mit mehr als 10 Beschäftigten)

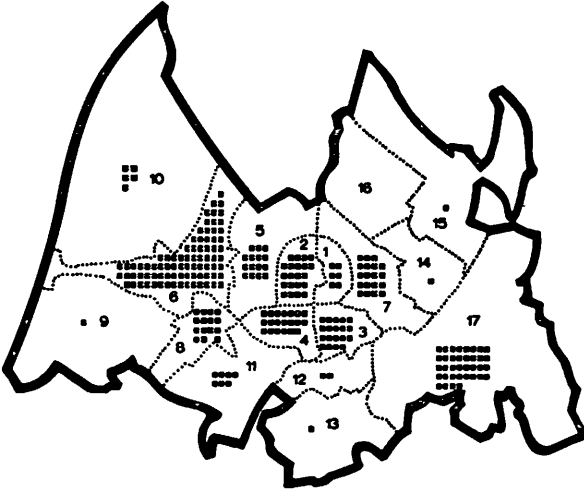


Abb. 6: Standorte der Industriebetriebe im Stadtkreis Karlsruhe (Quelle: Isenberg, G. 1962, Schaubild 3)

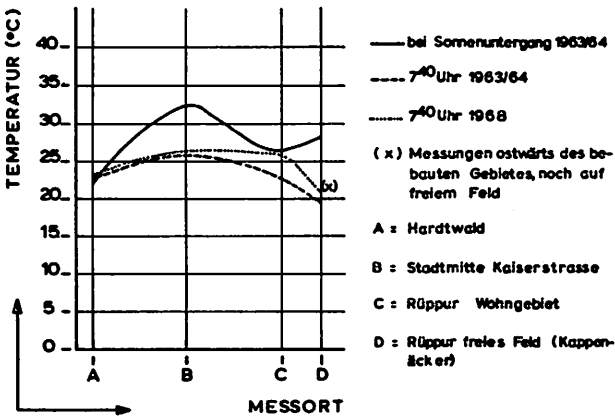


Abb. 7: Temperaturen an heißen Julitagen (Erläuterung im Text)

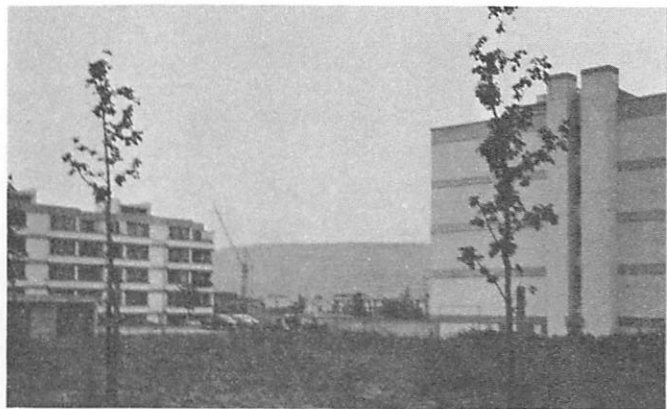


Abb. 8a



Abb. 8b

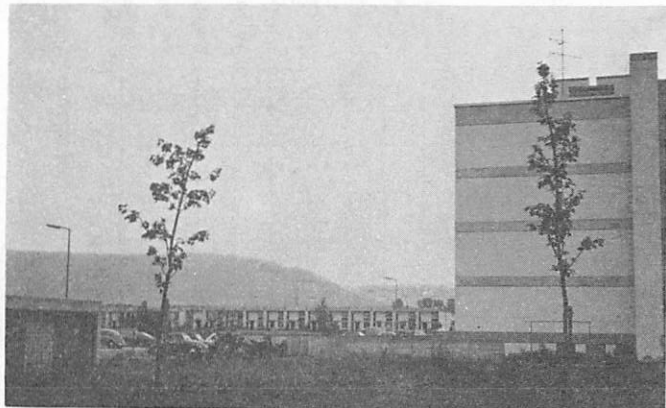


Abb. 9a



Abb. 9b

Abb. 8a/b und Abb. 9a/b: Gagah-Siedlung (Baumgartensiedlung) in Ruppurt zwischen Battstraße und Autobahn, Blick nach Süden. Im Mittelgrund geschlossene Reihen-Wohnungslawas, im Hintergrund Schwarzwalddhöhen (Auf. Vert.)

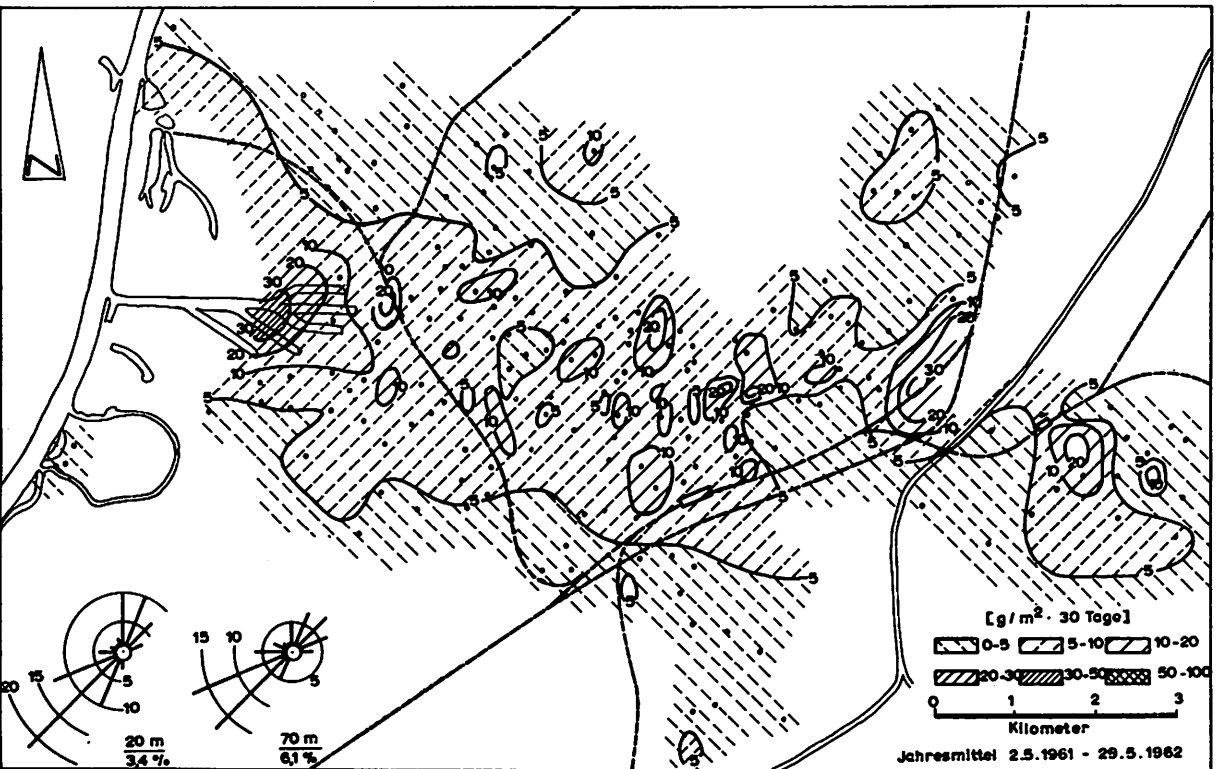


Abb. 10: Jahresmittel der Straubniederschläge vom 2.5.1961–29.5.1962 (nach Gutachten Diem, 10.10.1962)

Abb. 11: Verteilung der Staub-, SO₂- und Lärmpegel-Meßstellen, der Gießereien, Raffinerien, Chemischen Fabriken im Stadtkreis Karlsruhe (nach Angaben des Landesinstituts für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Karlsruhe) (siehe Beilage 2)

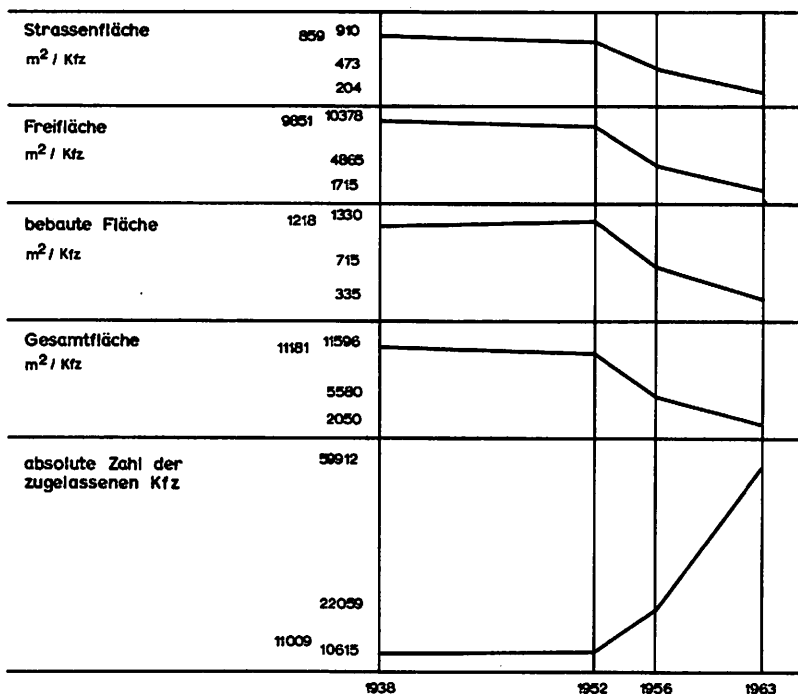


Abb. 12: Belastung der Landschaft durch Kraftfahrzeuge. Erläuterung im Text

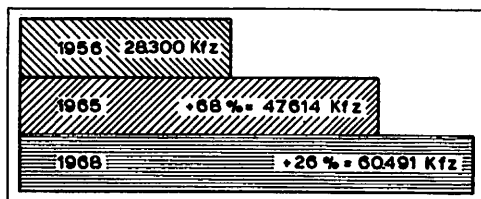


Abb. 13: Veränderung des nach Karlsruhe einströmenden Kfz-Verkehrs (Quelle: Material des Statistischen Amtes der Stadt Karlsruhe)

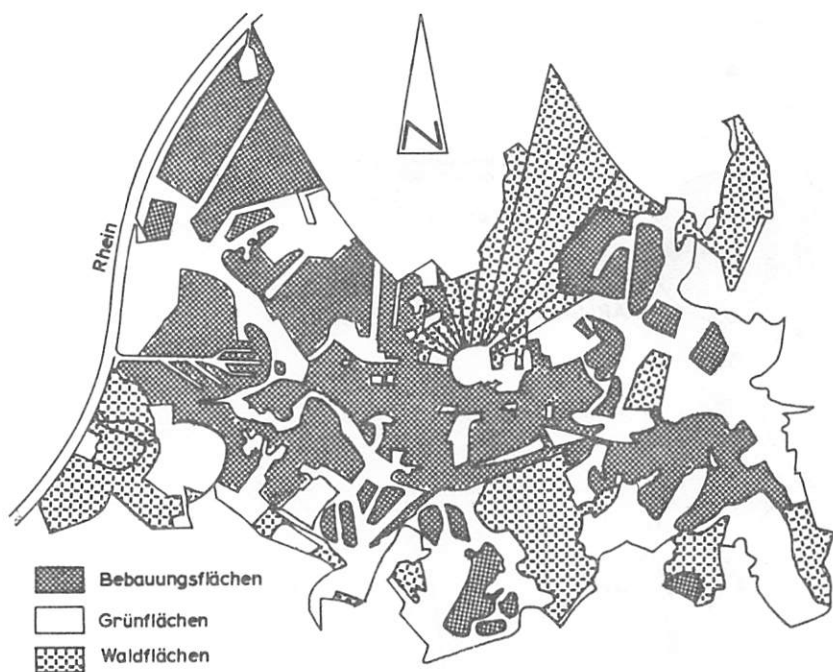


Abb. 14: Wald-, Grün- und bebaute Flächen im Stadtkreis Karlsruhe (Quelle: Karlsruher Gartenbuch 1967)

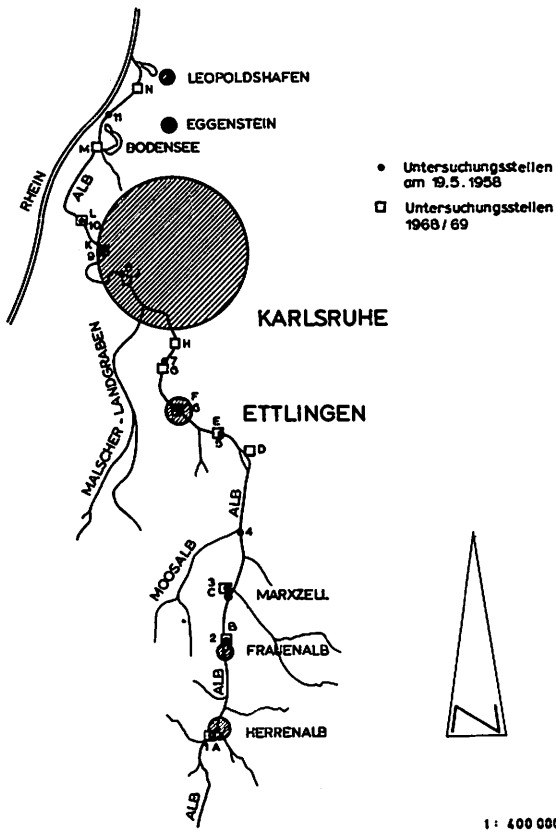


Abb. 15: Untersuchungsstellen an der Alb am 19.5.1958 und 1968/69

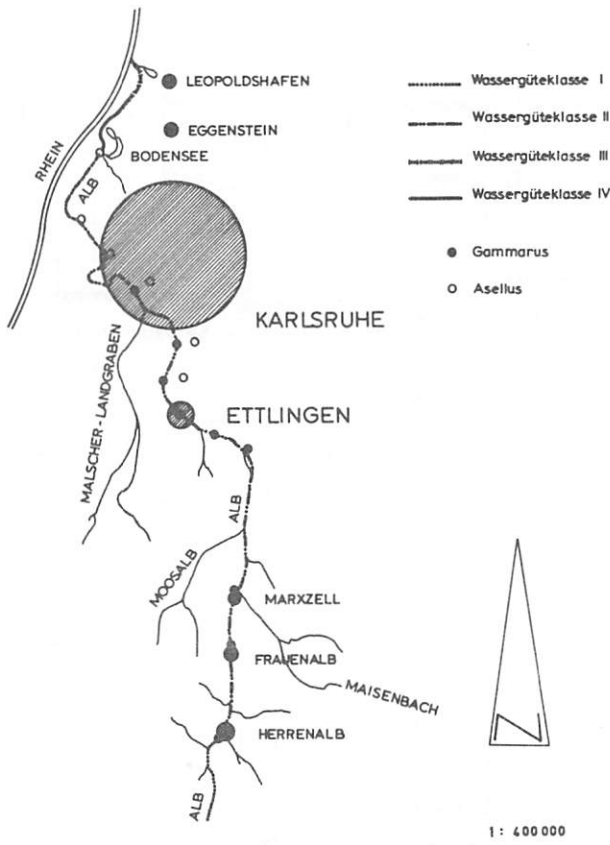


Abb. 16: Vorkommen von Gammarus und Asellus und Einteilung der Alb in Wassergüteklassen

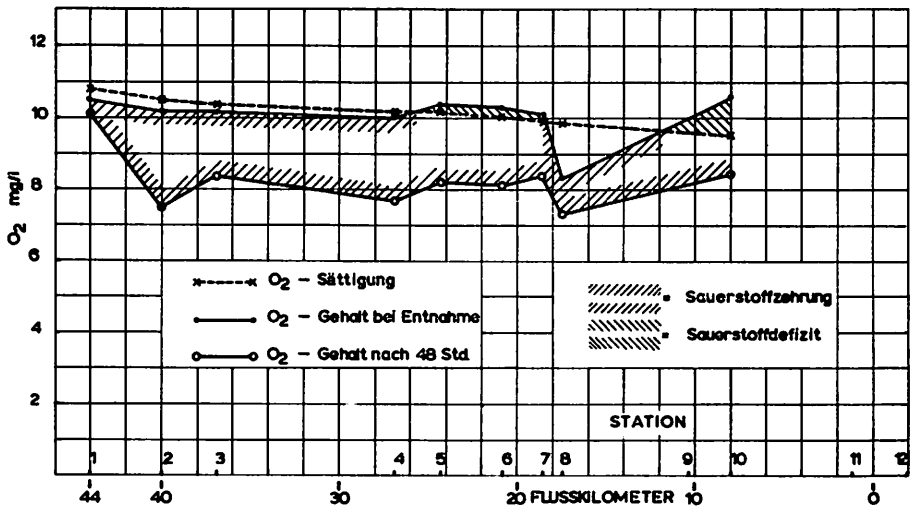


Abb. 17: O₂-Bestimmungen vom 27.5.1968

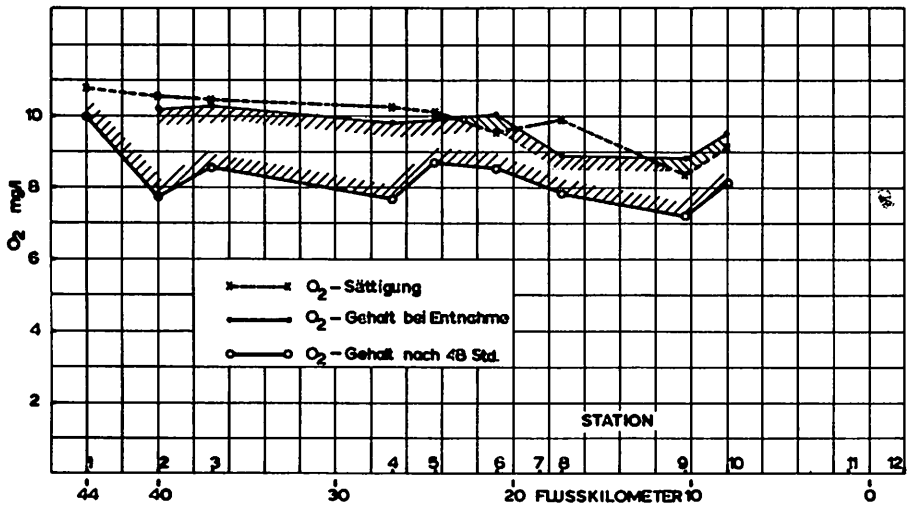


Abb. 18: O₂-Bestimmungen vom 26.6.1968 (Erläuterung der Schraffur s. Abb. 17)

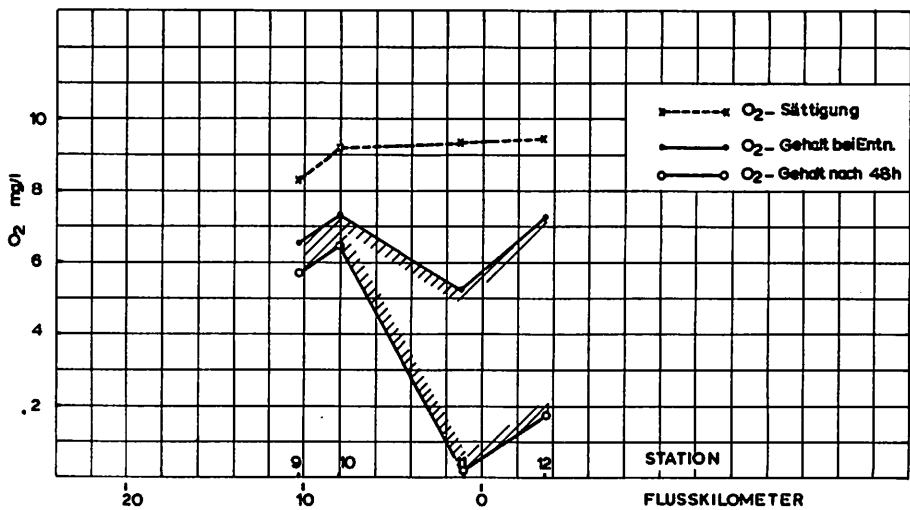


Abb. 19: O₂-Bestimmungen vom 17.7.1968

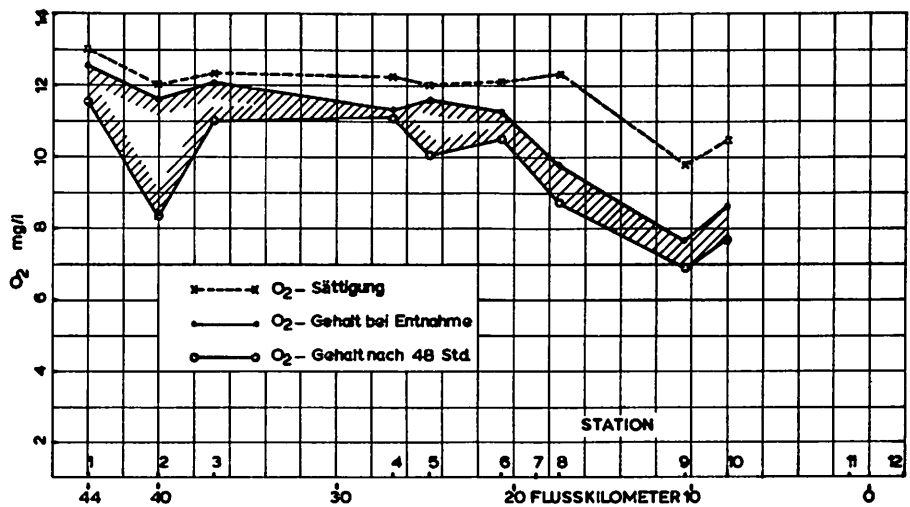


Abb. 20: O₂-Bestimmungen vom 4.12.1968

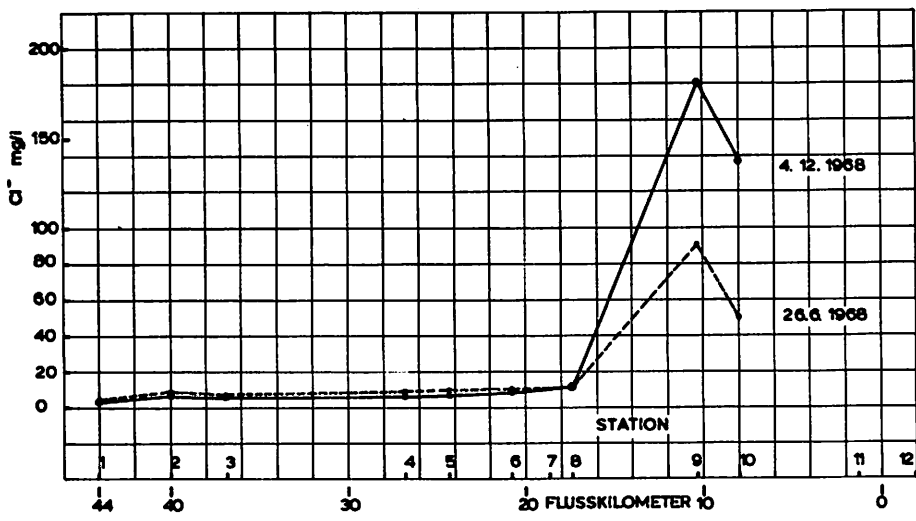


Abb. 21: Chlorid-Werte vom 26.6.1968 und 4.12.1968

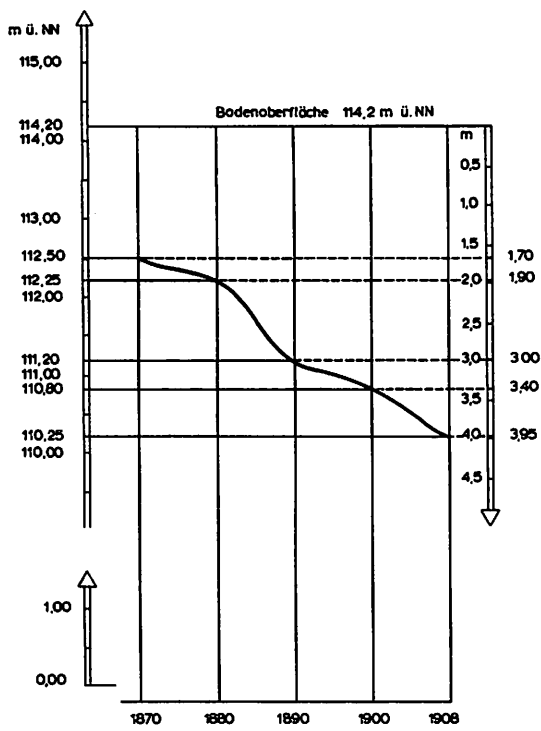


Abb. 22: Wasserwerkbrunnen, Grundwasserstände unter Bodenoberfläche

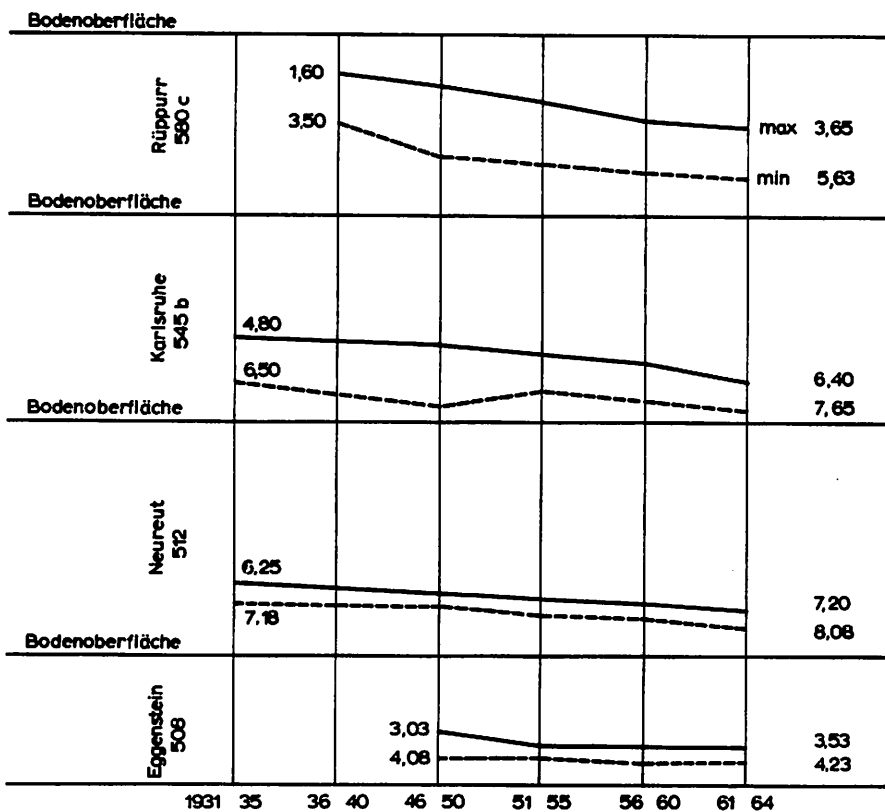


Abb. 23: Grundwasserstände unter Bodenoberfläche (Mittel aus je 5 Jahren) nach Zahlenmaterial der Landesstelle für Gewässerkunde Karlsruhe

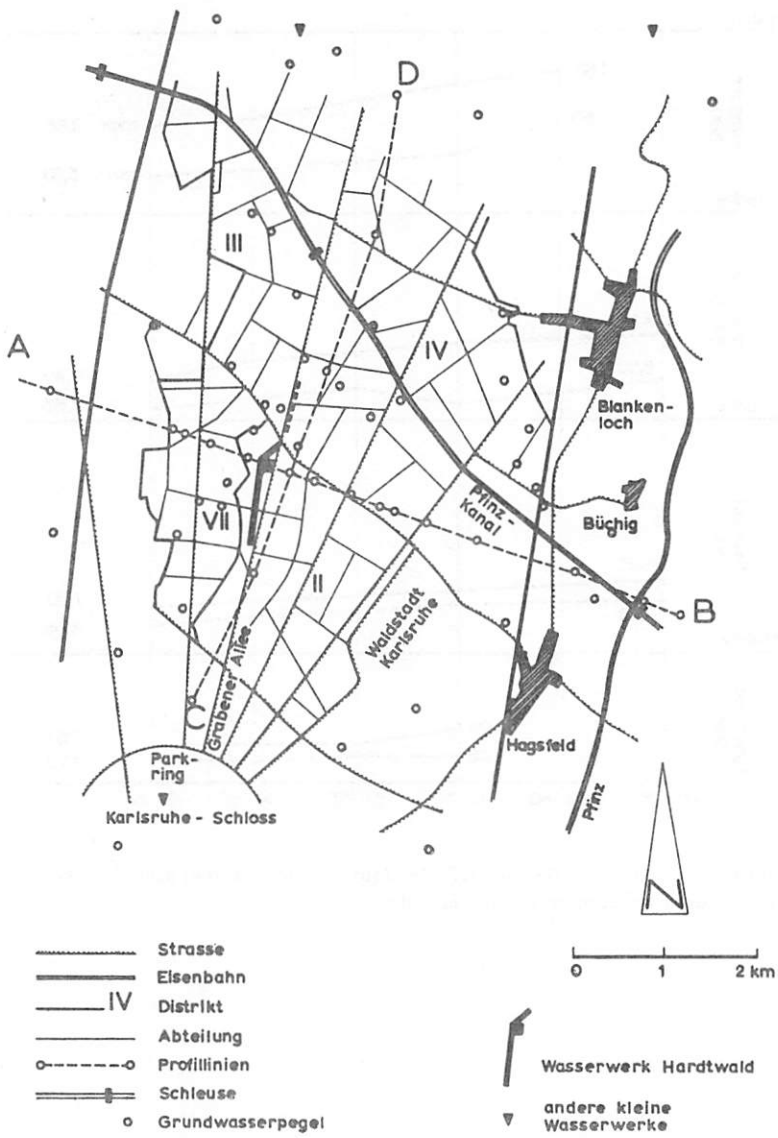
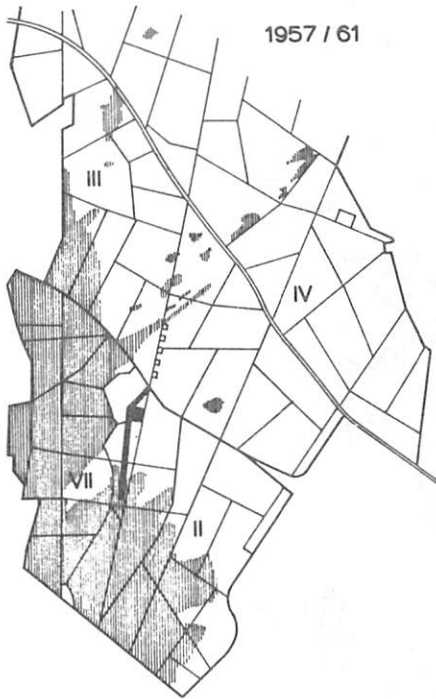
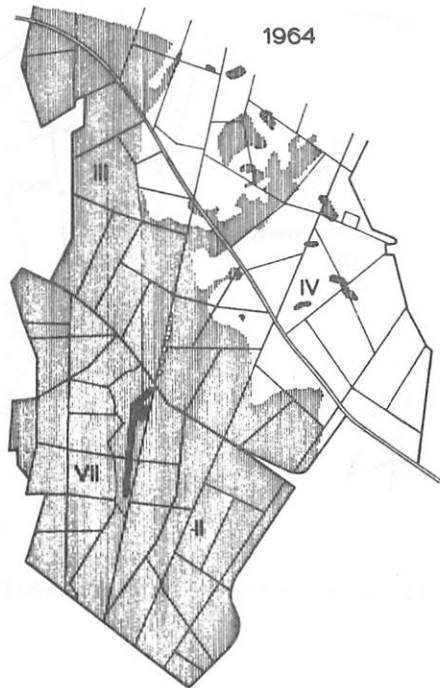


Abb. 24: Wasserwerk „Hardtwald“ an der Grabener Allee (Quelle: Altherr, E. und R. Zundel, 1966)



1957 / 61

Abb. 25: Grenze der für den Grundwasseranschluß der Kiefer kritischen 4,5 m Linie 1957/61



1964

Abb. 26: Grenze der für den Grundwasseranschluß der Kiefer kritischen 4,5 m Linie 1964

Für Abb. 25 und 26: Alle senkrecht schraffierten Flächen haben Flurabstände über 4,5 m (Quelle: Altherr, E. und R. Zundel, 1966)

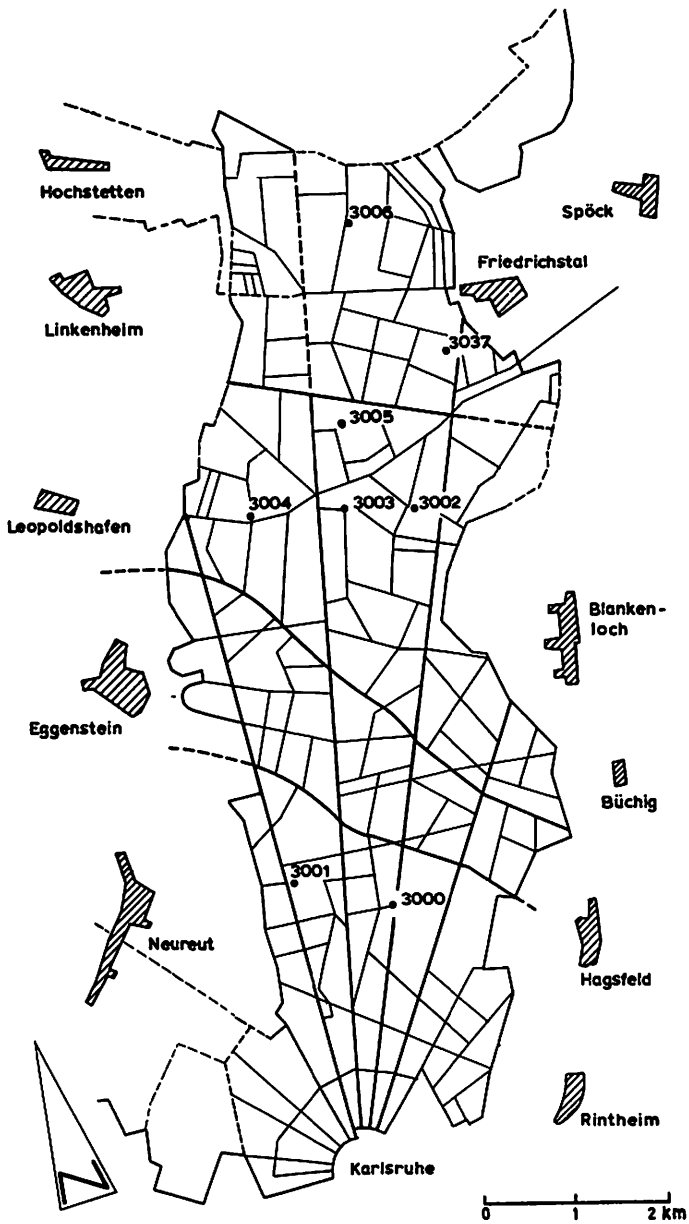


Abb. 27: Lage der Grundwassermeßstellen im Hardtwald

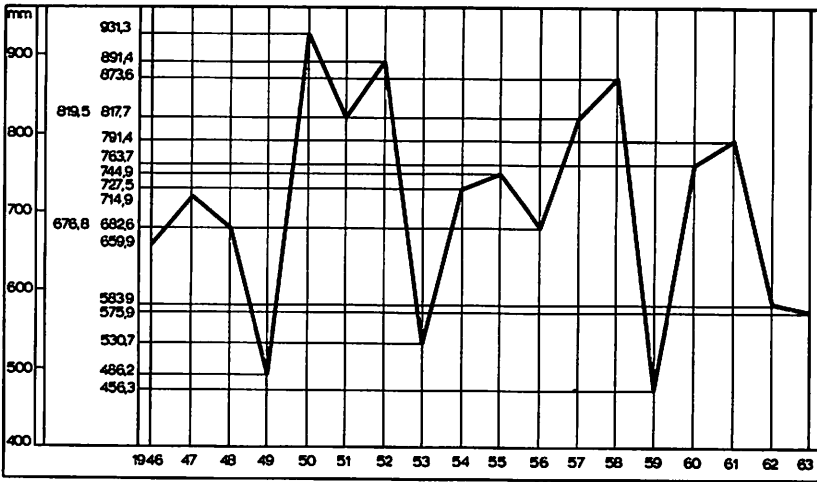


Abb. 28: Jährliche Niederschlagssummen in Karlsruhe 1946–1963

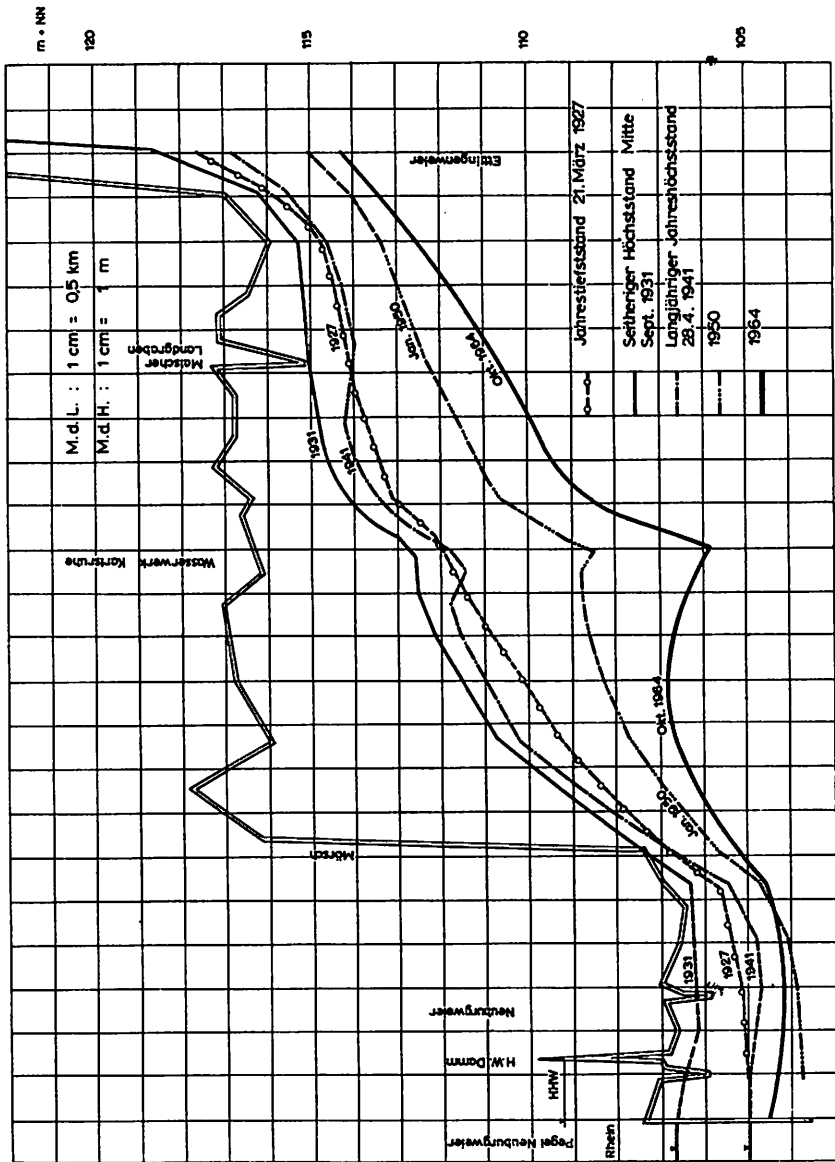


Abb. 29: Grundwasserstände im Rheintalquerschnitt Ettlingenweiher–Neuburgweiher durch
 Karlsruher Wasserwerk im Mörscher Wald (Quelle: Landesamt für Gewässerkunde, Karlsruhe)

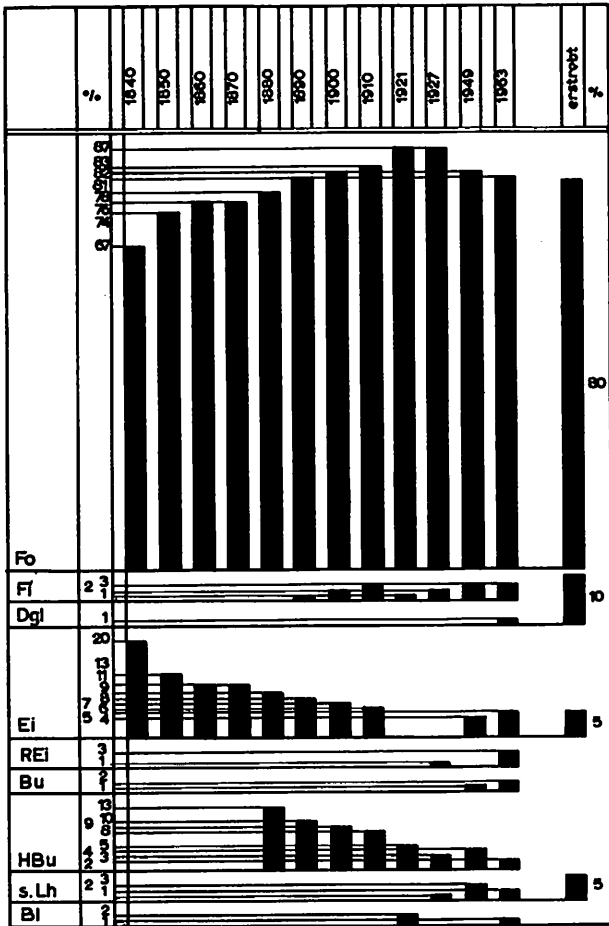


Abb. 30: Baumartenmischungsverhältnis im Forstbezirk (Fbz) Karlsruhe-Hardt. Abkürzungen bei Tab. 24; sLh = sonstige Laubhölzer, Bl = Blöße

Baumarten	%	1958
	35	
Ei, UI, Es, REI		
Hbu, Massh., Ah, s. Lh	20	
	20	
WEr		
Wei, Pa	15	
Strauchh.	10	
		1958
	26	
Ei		
UI	9	
	25	
Es, REI		
Ah, Hbu	12	
	17	
Wei, Pa		
WEr	5	
s. Lh + Nh	6	

Abb. 31a:
Baumarten im Kastenwört

Baumarten	%	1908	1924	1930	1952	erstrebt	%
	19						
	17						
	12						
Ei							
UI	12						6
HBU	10						3
	8						
	2						
	40						
	34						
	26						
	24						
Es							23
	1						
	15						
	12						
Ah	4						10
Er	4						3
Fo	2						6
Bi	1						7
	2						
s. Lh W-Obst	5		11				7
Li	2	10		4			4
Wei	4						9
	3						
	18						16
Pa							
S.-Schw.-Pa	13						
	10						
As	1						6

Abb. 31b: Baumartenmischungsverhältnis im Kastenwört

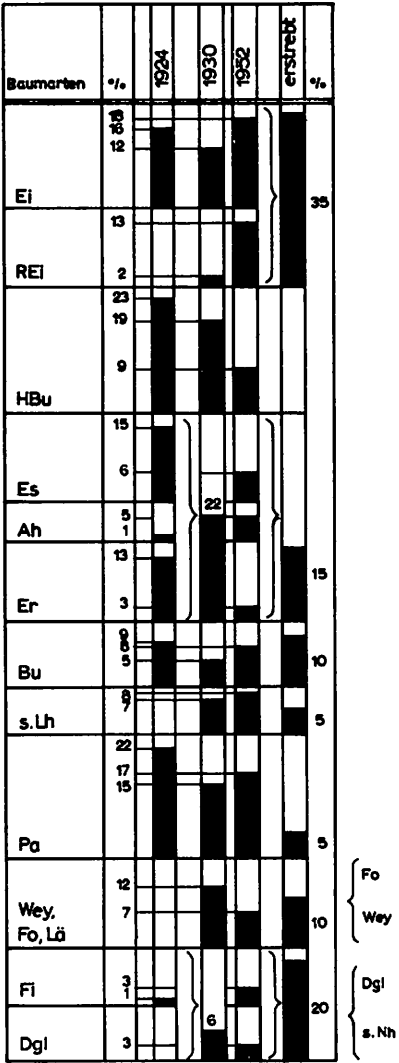


Abb. 32: Baumartenmischungsverhältnis im Hochwald

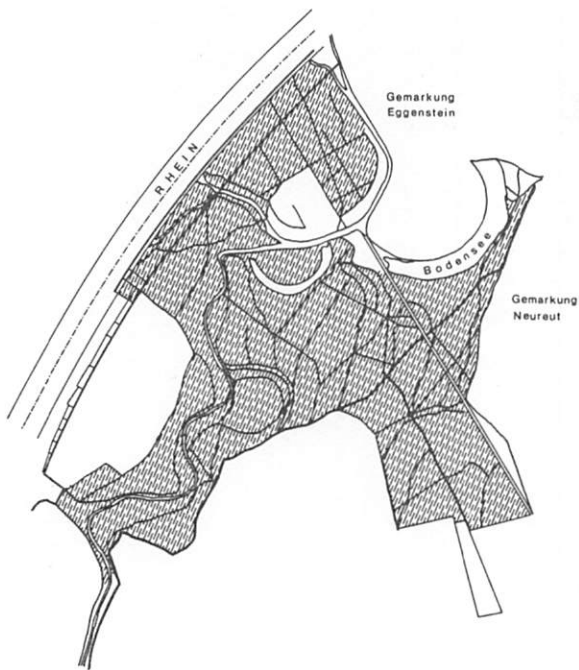


Abb. 33a: Distrikt Unterwald vor der Ausstockung für die Raffinerien

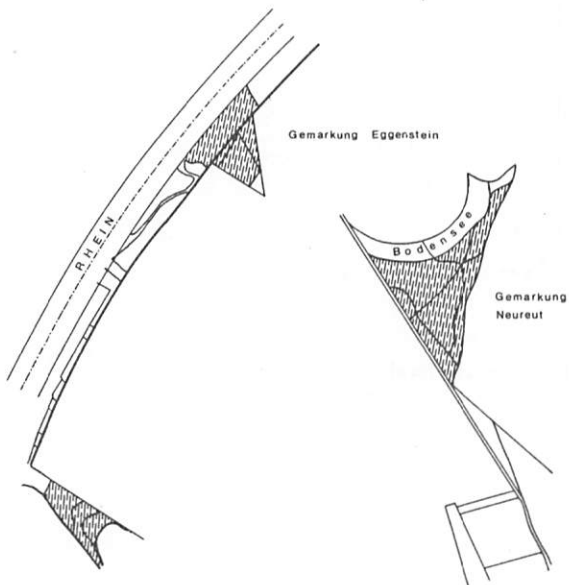


Abb. 33b: Distrikt Unterwald nach der Ausstockung für die Raffinerien

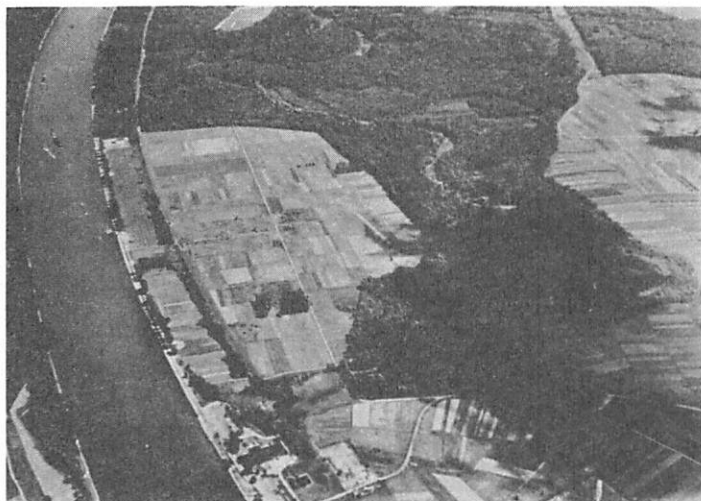


Abb. 34: Luftbildaufnahme Distrikt Unterwald vor der Ausstockung und vor der Albkanalisation

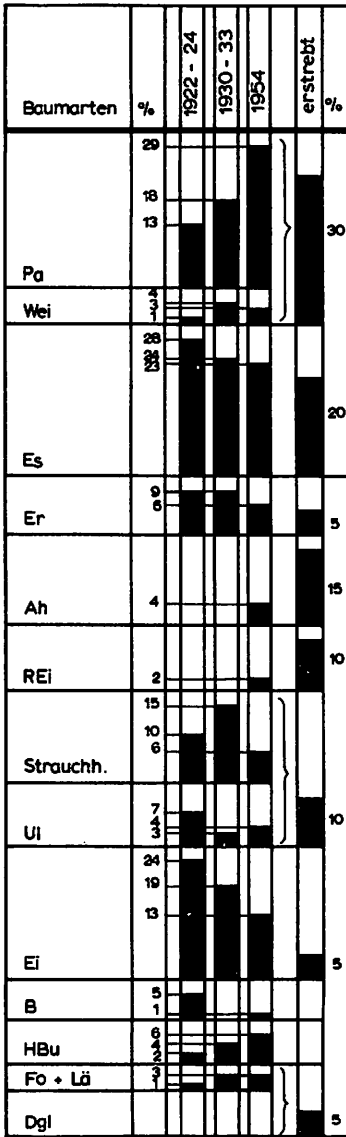


Abb. 35: Baumartenmischungsverhältnis
Auewald-Stadtwald

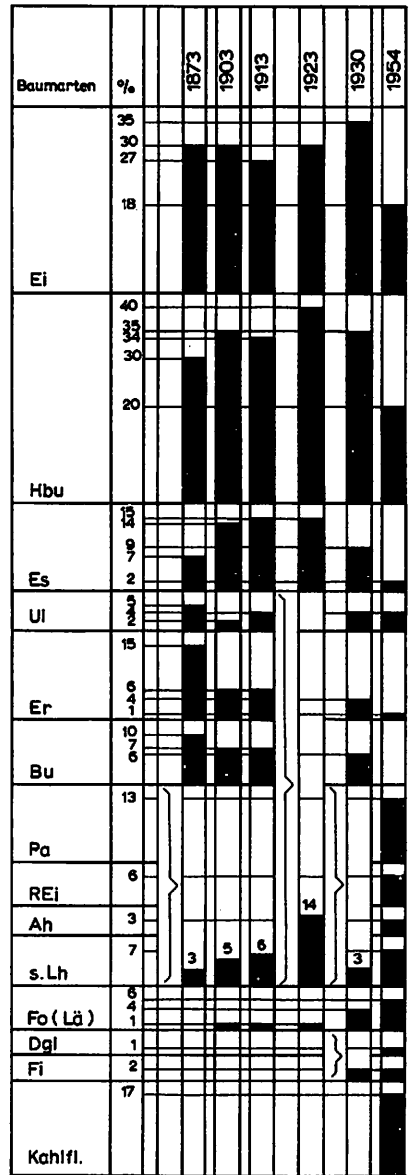


Abb. 36: Baumartenmischungsverhältnis
Stadtwald (Rissnert)

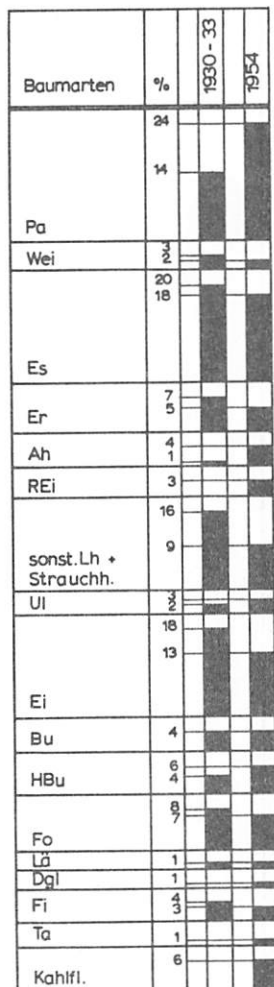


Abb. 37: Baumarten im Stadt-
wald insgesamt

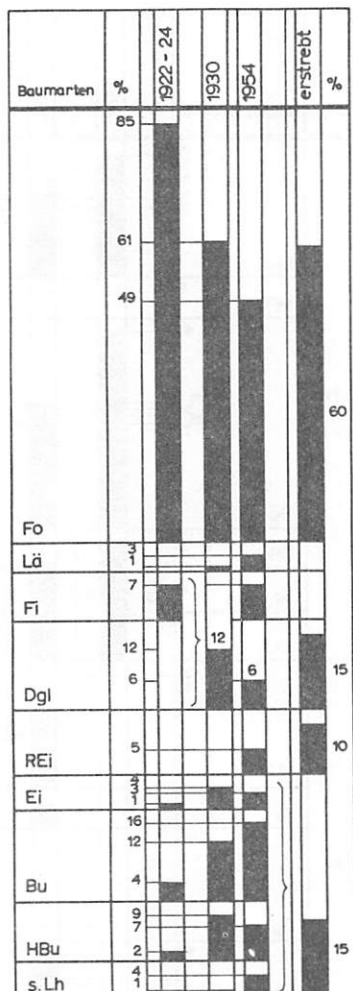


Abb. 38: Baumartenmischungsverhältnis
im Hartwald (Stadtwald)

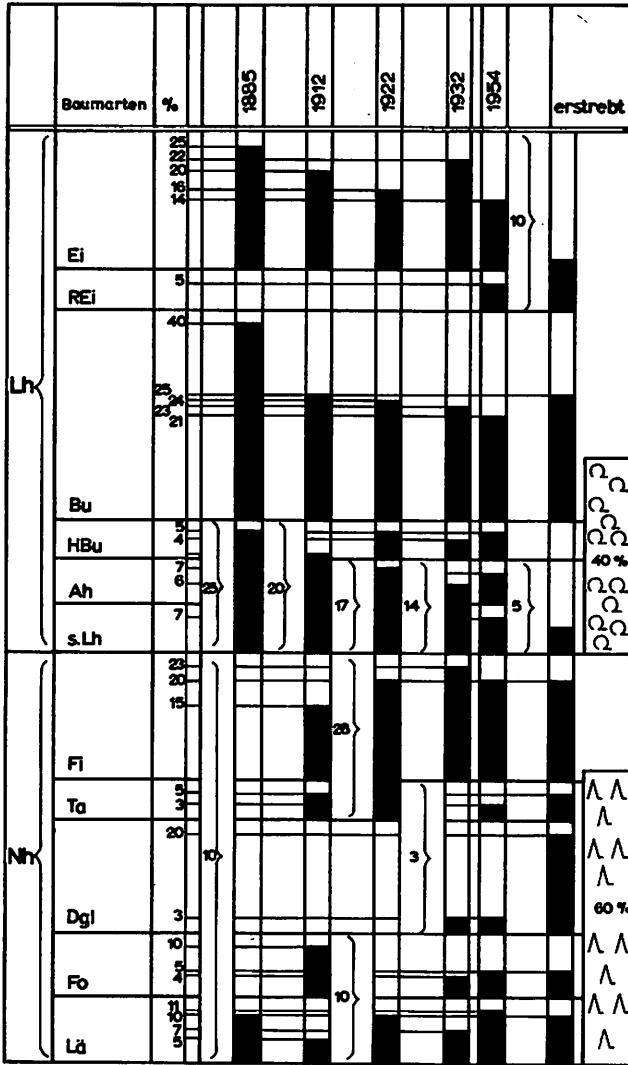


Abb. 39: Baumartenmischungsverhältnis Bergwald (Stadtwald)

Abb. 40a: Waldflächen auf dem Gebiet des heutigen Stadtkreises Karlsruhe im Jahre 1850 (siehe Beilage 3)

Abb. 40b: Ausstockungen bzw. Aufforstungen auf dem Gebiet des heutigen Stadtkreises von 1850–1961 (siehe Beilage 3)

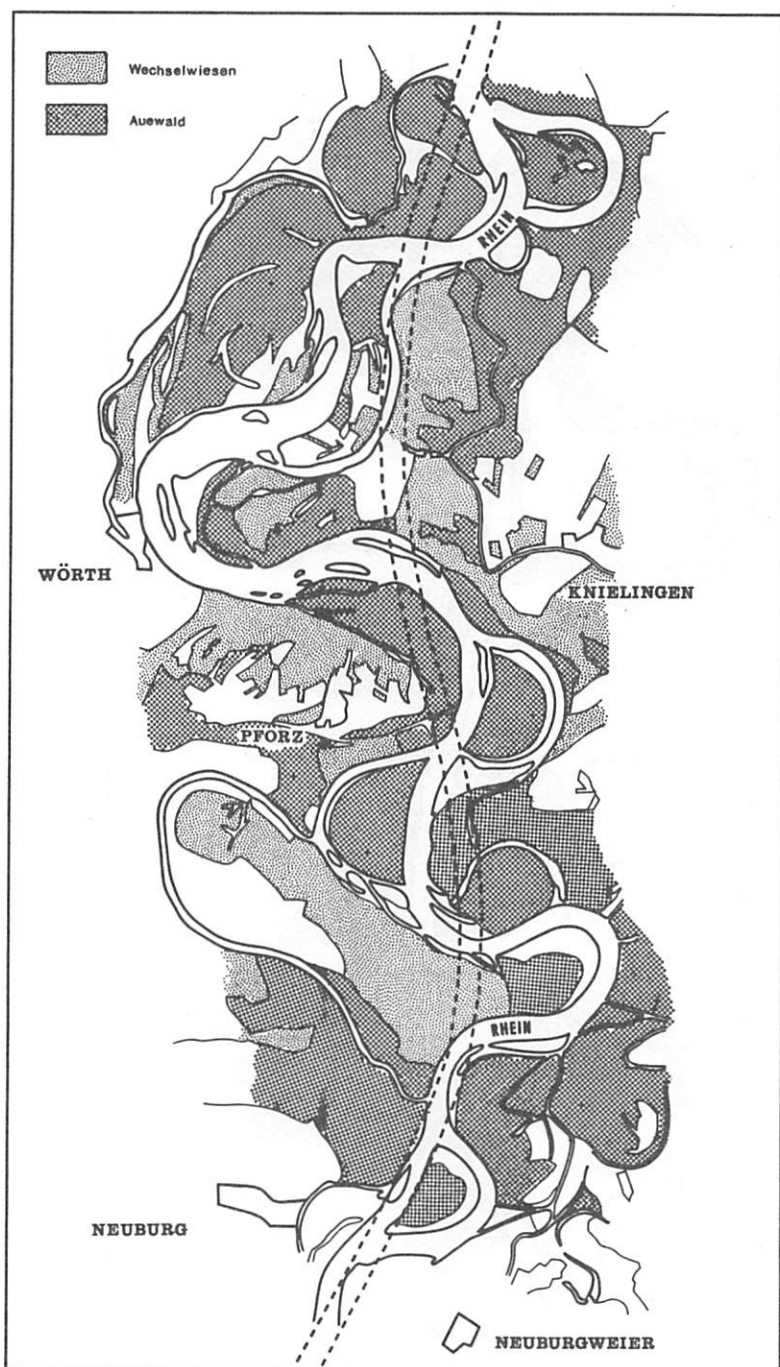


Abb. 41: Nutzungsarten vor der Rheinkorrektur

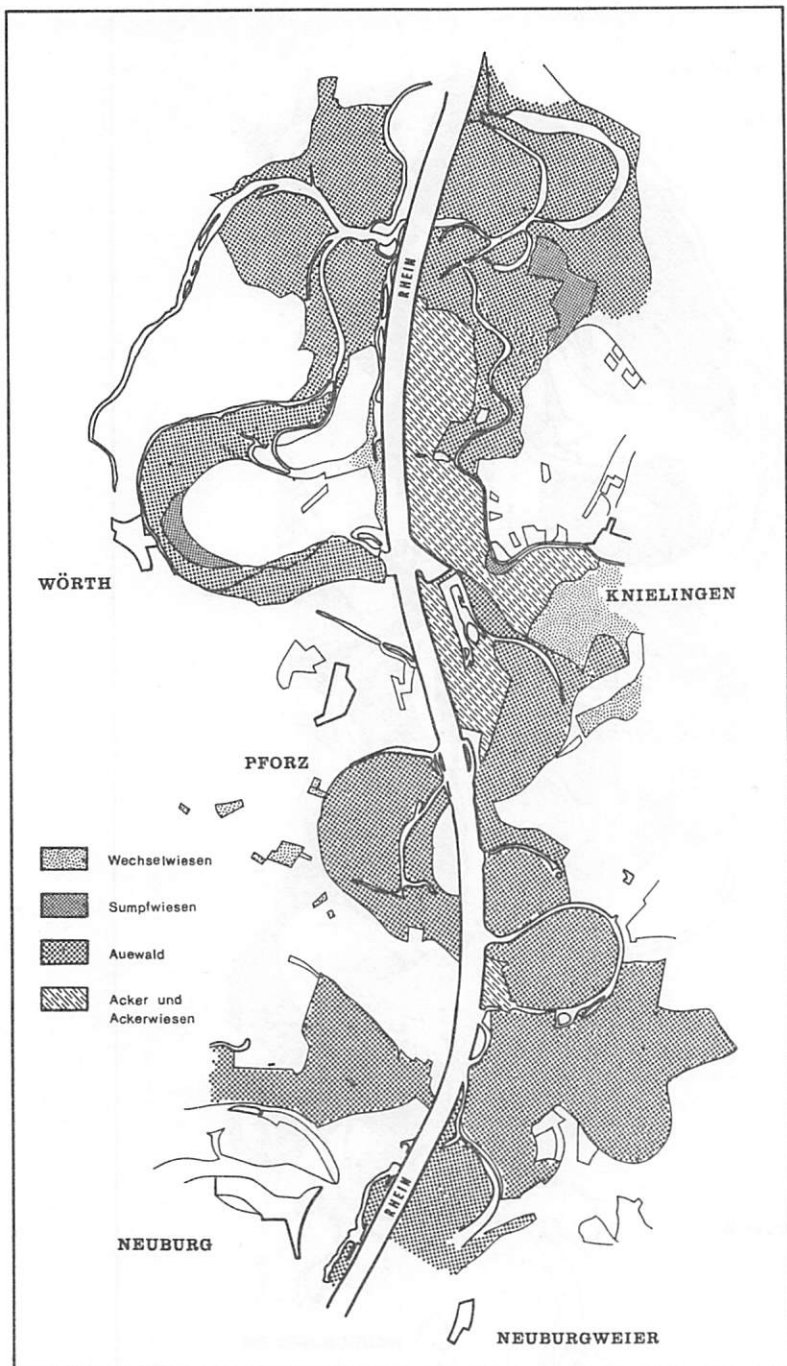


Abb. 42: Nutzungsarten (um 1850) nach der Rheinkorrektur



Abb. 43



Abb. 44



Abb. 45a



Abb. 45b

(Legenden siehe nächste Seite)

Abb. 43: Kiefernwäldchen an der Werner von Siemens-Schule (Auf. Verf.)

Abb. 44: Ausschnitt aus dem Gebiet des „Knielinger“ Sees (Auf. Verf.)

Abb. 45a/b: Blick auf den Jägerhaus-See (Auf. Verf.)

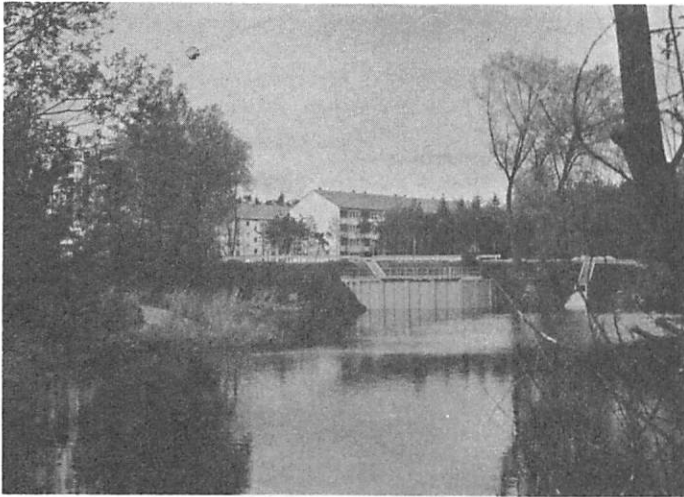


Abb. 46: Blick auf den Jägerhaus-See mit Einflußstelle Klärwerk (Auf. Verf.)

Waldstadt

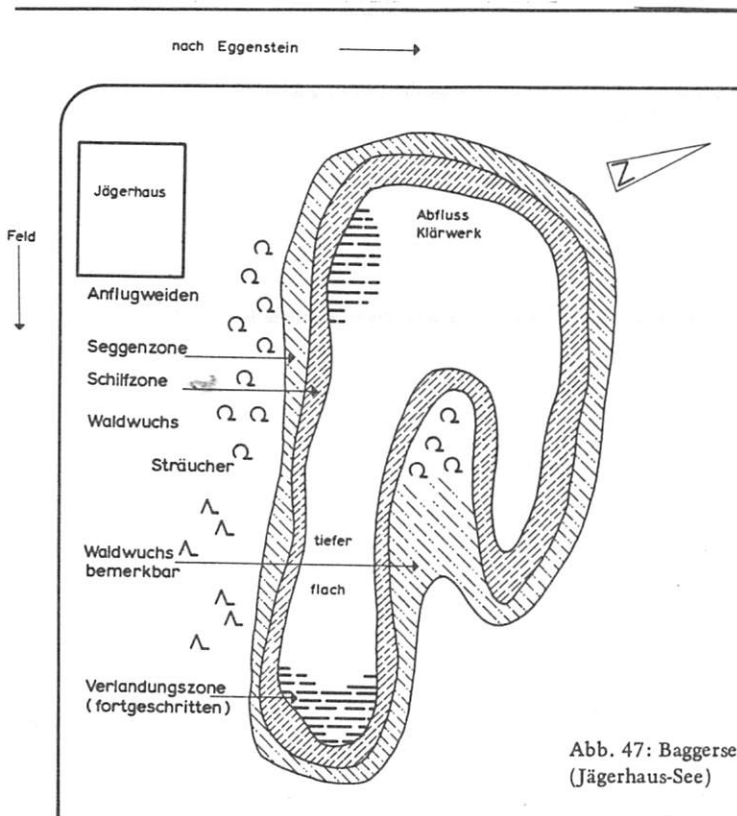


Abb. 47: Baggersee am Jägerhaus (Jägerhaus-See)

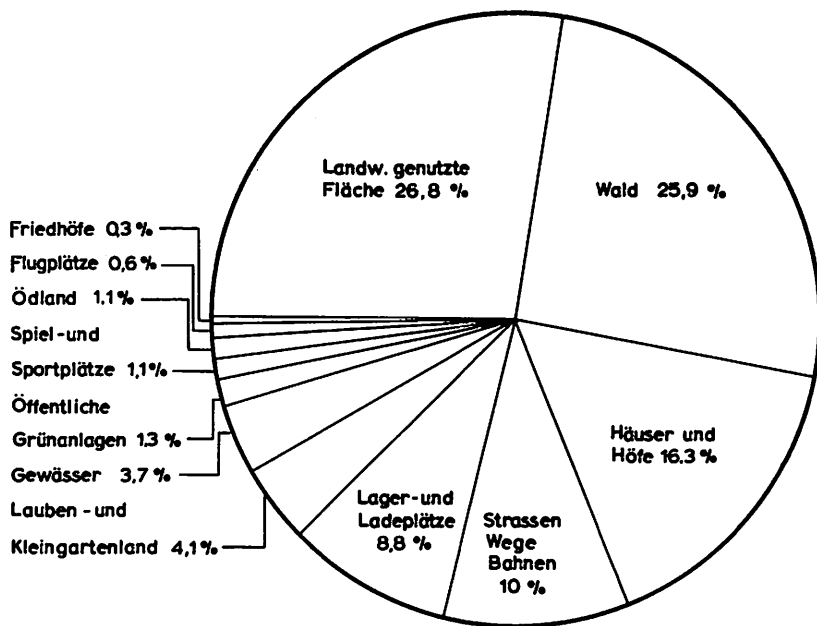


Abb. 48: Flächenstruktur des Stadtkreises Karlsruhe 1963 (Quelle: Material des Statistischen Amtes der Stadt Karlsruhe)

Abb. 49: Ausstockungen seit 1850 für verschiedene Zwecke (siehe Beilage 4)