

# Inhalt

Der Verfasser/die Verfasserin eines bestimmten Kapitels/Abschnitts geht aus dem Autorenverzeichnis S. XI hervor.

|            |                                                                    |            |
|------------|--------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>B</b>   | <b>Rechtsgrundlagen des Umweltschutzes</b>                         |            |
|            | J. Salzwedel                                                       |            |
| <b>B.1</b> | <b>Grundlagen des Umweltrechts</b>                                 | <b>B-1</b> |
|            | K. Grefen, Chr. Scherer-Leydecker                                  |            |
| B.1.1      | Rechtsquellen des Umweltrechts                                     | B-1        |
| B.1.1.1    | Internationales Umweltrecht                                        | B-1        |
| B.1.1.1.1  | Umweltvölkerrecht                                                  | B-1        |
| B.1.1.1.2  | Europäisches Umweltrecht                                           | B-1        |
| B.1.1.2    | Innerstaatliches Umweltrecht                                       | B-2        |
| B.1.1.2.1  | Umweltverfassungsrecht                                             | B-2        |
| B.1.1.2.2  | Gesetze, Rechtsverordnungen und Satzungen                          | B-3        |
| B.1.1.2.3  | Verwaltungsvorschriften                                            | B-3        |
| B.1.1.2.4  | Empfehlungen von Sachverständigenausschüssen                       | B-4        |
| B.1.1.3    | Private Regelwerke                                                 | B-4        |
| B.1.1.3.1  | Die Verbindlichkeit privater Regelwerke                            | B-4        |
| B.1.1.3.2  | Normungsinstitutionen und Regelwerke im Bereich des Umweltschutzes | B-5        |
| B.1.2      | Instrumente des Umweltrechts                                       | B-7        |
| B.1.2.1    | Materielle Verhaltenspflichten                                     | B-7        |
| B.1.2.2    | Eigenüberwachung                                                   | B-7        |
| B.1.2.2.1  | Organisatorische Pflichten                                         | B-7        |
| B.1.2.2.2  | Umweltaudit                                                        | B-7        |
| B.1.2.3    | Behördliche Überwachung                                            | B-8        |
| B.1.2.3.1  | Mitwirkungs- und Duldungspflichten                                 | B-8        |
| B.1.2.3.2  | Behördliche Vorabkontrolle                                         | B-8        |
| B.1.2.3.3  | Ordnungsverwaltung                                                 | B-9        |
| B.1.2.4    | Umweltschutzplanung                                                | B-10       |
| B.1.2.5    | Fiskalische Umweltschutzinstrumente                                | B-10       |
| B.1.2.6    | Umwelthaftung                                                      | B-10       |
| B.1.2.7    | Sanktionen im Umweltrecht                                          | B-10       |
| B.1.2.7.1  | Umweltstrafrecht                                                   | B-10       |
| B.1.2.7.2  | Umwelt-Ordnungswidrigkeitenrecht                                   | B-11       |
| B.1.2.8    | Aufklärung und Information                                         | B-11       |
| B.1.2.8.1  | Aufklärung der Bevölkerung                                         | B-11       |
| B.1.2.8.2  | Zugang zu Informationen über die Umwelt                            | B-12       |

|           |                                                                              |      |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------|------|
| B.1.3     | Der behördliche Vollzug des Umweltrechts .....                               | B-12 |
| B.1.3.1   | Verwaltungsorganisation .....                                                | B-12 |
| B.1.3.2   | Verwaltungshandeln und Rechtsschutz .....                                    | B-13 |
| B.1.3.2.1 | Der Verwaltungsakt .....                                                     | B-13 |
| B.1.3.2.2 | Der öffentlich-rechtliche Vertrag .....                                      | B-13 |
| B.1.3.2.3 | Der Verwaltungs-Realakt .....                                                | B-14 |
| B.1.3.2.4 | Privatrechtliches Handeln der Verwaltung .....                               | B-14 |
| B.1.4     | Allgemeiner Umweltschutz: das Naturschutzrecht .....                         | B-14 |
| B.1.4.1   | Landschaftsplanung .....                                                     | B-14 |
| B.1.4.2   | Naturschutzrechtliche Eingriffsregelung .....                                | B-14 |
| B.1.4.3   | Naturschutzrechtlicher Gebiets- und Objektschutz .....                       | B-15 |
| B.2       | <b>Immissionsschutzrecht</b> .....                                           | B-15 |
|           | G. Jansen, P. Jansen, M. Pütz, Chr. Scherer-Leydecker                        |      |
| B.2.1     | Allgemeines Immissionsschutzrecht .....                                      | B-15 |
| B.2.1.1   | Die Teilbereiche des allgemeinen Immissionsschutzrechts .....                | B-15 |
| B.2.1.1.1 | Anlagenbezogener Immissionsschutz .....                                      | B-15 |
| B.2.1.1.2 | Produktbezogener Immissionsschutz .....                                      | B-16 |
| B.2.1.1.3 | Verkehrsbezogener Immissionsschutz .....                                     | B-16 |
| B.2.1.1.4 | Gebietsbezogener Immissionsschutz .....                                      | B-17 |
| B.2.1.2   | Betreiberpflichten .....                                                     | B-17 |
| B.2.1.2.1 | Genehmigungsbedürftige Anlagen .....                                         | B-17 |
| B.2.1.2.2 | Nicht genehmigungsbedürftige Anlagen .....                                   | B-17 |
| B.2.1.3   | Die immissionsschutzrechtliche Anlagengenehmigung .....                      | B-18 |
| B.2.1.3.1 | Genehmigungspflicht .....                                                    | B-18 |
| B.2.1.3.2 | Genehmigungsverfahren .....                                                  | B-18 |
| B.2.1.3.3 | Rechtswirkung der Genehmigung .....                                          | B-19 |
| B.2.1.3.4 | Genehmigungsvoraussetzungen .....                                            | B-19 |
| B.2.1.4   | Überwachung .....                                                            | B-20 |
| B.2.1.4.1 | Behördliche Anordnungen .....                                                | B-20 |
| B.2.1.4.2 | Maßnahmen der Eigenkontrolle .....                                           | B-20 |
| B.2.1.4.3 | Anzeigepflicht bei Anlagenstilllegung .....                                  | B-21 |
| B.2.2     | Luftreinhaltung .....                                                        | B-21 |
| B.2.2.1   | Luftreinhalteplanung .....                                                   | B-21 |
| B.2.2.2   | Die TA Luft 1986 .....                                                       | B-22 |
| B.2.2.2.1 | Begrenzung der Emissionen krebserzeugender Stoffe .....                      | B-22 |
| B.2.2.2.2 | Begrenzung der Emissionen von Gesamtstaub .....                              | B-22 |
| B.2.2.2.3 | Begrenzung der Emissionen staubförmiger anorganischer Stoffe .....           | B-22 |
| B.2.2.2.4 | Begrenzung der Emissionen dampf- oder gasförmiger anorganischer Stoffe ..... | B-22 |
| B.2.2.2.5 | Begrenzung der Emissionen organischer Stoffe .....                           | B-22 |
| B.2.2.2.6 | Besondere anlagenbezogene Anforderungen .....                                | B-24 |
| B.2.3     | Lärmschutz .....                                                             | B-24 |
| B.2.3.1   | Der Lärmschutz im Vollzug des Umweltrechts .....                             | B-24 |
| B.2.3.2   | Spezielle Lärmschutzvorschriften .....                                       | B-26 |
| B.2.3.2.1 | Lärmschutz am Arbeitsplatz .....                                             | B-26 |
| B.2.3.2.2 | TA Lärm .....                                                                | B-26 |
| B.2.3.2.3 | Verkehrslärm .....                                                           | B-26 |
| B.2.3.2.4 | Freizeitlärm .....                                                           | B-27 |
| B.2.3.3   | Die wichtigsten Lärmschutzwerte .....                                        | B-27 |
| B.2.4     | Strahlenschutz .....                                                         | B-29 |
| B.2.4.1   | Strahlenschutzvorsorge .....                                                 | B-29 |
| B.2.4.2   | Atomrechtlicher Strahlenschutz .....                                         | B-29 |
| B.2.4.2.1 | Anwendungsbereich des Atomrechts .....                                       | B-29 |
| B.2.4.2.2 | Atomrechtliche Genehmigungen .....                                           | B-30 |
| B.2.4.2.3 | Strahlenschutzpflichten .....                                                | B-31 |

|           |                                                                          |      |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------|------|
| B.2.4.2.4 | Eigenüberwachung .....                                                   | B-33 |
| B.2.4.2.5 | Behördliche Überwachung .....                                            | B-33 |
| B.2.4.2.6 | Atomrechtliches Haftungsrecht .....                                      | B-33 |
| B.2.4.3   | Schutz vor radioaktiver Strahlung außerhalb des Atomrechts .....         | B-33 |
| B.2.4.3.1 | Schutz vor Radioaktivität im Bergbau .....                               | B-34 |
| B.2.4.3.2 | Sanierung radioaktiver Altlasten .....                                   | B-34 |
| B.2.4.3.3 | Radonbelastung von Gebäuden .....                                        | B-35 |
| B.2.4.3.4 | Schutz vor kosmischer Strahlung .....                                    | B-35 |
| B.2.4.4   | Schutz vor nichtionisierender Strahlung .....                            | B-35 |
| B.3       | <b>Kreislaufwirtschafts- und Abfallrecht</b> .....                       | B-36 |
|           | Chr. Scherer-Leydecker                                                   |      |
| B.3.1     | Anwendungsbereich des Abfallrechts .....                                 | B-37 |
| B.3.1.1   | Der Abfallbegriff .....                                                  | B-37 |
| B.3.1.1.1 | Der objektiv-tatsächliche Abfallbegriff (Entledigung) .....              | B-37 |
| B.3.1.1.2 | Der subjektive Abfallbegriff (Entledigungswille) .....                   | B-37 |
| B.3.1.1.3 | Der normative Abfallbegriff (Entledigungsgebot) .....                    | B-38 |
| B.3.1.1.4 | Abfallkategorien .....                                                   | B-38 |
| B.3.1.2   | Ausnahmen von dem Anwendungsbereich .....                                | B-39 |
| B.3.2     | Die abfallrechtlichen Grundpflichten .....                               | B-39 |
| B.3.2.1   | Abfallvermeidung .....                                                   | B-39 |
| B.3.2.2   | Abfallverwertung .....                                                   | B-39 |
| B.3.2.3   | Abfallbeseitigung .....                                                  | B-40 |
| B.3.2.4   | Die Sonderregelung für Anlagen i.S.d. BImSchG .....                      | B-40 |
| B.3.2.5   | Entsorgungsverantwortung .....                                           | B-40 |
| B.3.3     | Die abfallrechtliche Produktverantwortung .....                          | B-41 |
| B.3.4     | Maßnahmen der Eigenüberwachung .....                                     | B-41 |
| B.3.4.1   | Abfallwirtschaftskonzepte und Abfallbilanzen .....                       | B-41 |
| B.3.4.2   | Die Betriebsorganisation .....                                           | B-41 |
| B.3.5     | Die behördliche Überwachung .....                                        | B-42 |
| B.3.5.1   | Die allgemeine Überwachung .....                                         | B-42 |
| B.3.5.2   | Nachweisverfahren .....                                                  | B-42 |
| B.3.5.3   | Die Transport- und Vermittlungsgenehmigung .....                         | B-42 |
| B.3.5.4   | Abfallverbringung .....                                                  | B-43 |
| B.3.5.5   | Abfallbeseitigungsanlagen .....                                          | B-44 |
| B.3.5.6   | Der Entsorgungsfachbetrieb .....                                         | B-44 |
| B.4       | <b>Gewässerschutzrecht</b> .....                                         | B-45 |
|           | J. Salzwedel                                                             |      |
| B.4.1     | Rechtsgrundlagen und Anwendungsbereich .....                             | B-45 |
| B.4.2     | Die Gewässerbewirtschaftung durch die Bundesländer .....                 | B-45 |
| B.4.3     | Das Erlaubnis- und Bewilligungsregime für Gewässerbenutzungen .....      | B-46 |
| B.4.3.1   | Gewässerbenutzungen .....                                                | B-46 |
| B.4.3.2   | Das System der subjektiv-öffentlichen Rechte der Gewässerbenutzung ..... | B-46 |
| B.4.3.3   | Die besonderen Anforderungen für Abwassereinleitungen .....              | B-47 |
| B.4.4     | Unterhaltung und Ausbau eines oberirdischen Gewässers .....              | B-48 |
| B.4.4.1   | Die Gewässerunterhaltung .....                                           | B-48 |
| B.4.4.2   | Der Gewässerausbau .....                                                 | B-49 |
| B.4.5     | Der anlagenbezogene Gewässerschutz .....                                 | B-49 |
| B.4.5.1   | Die Grundsatzverbote des WHG .....                                       | B-49 |
| B.4.5.2   | Das Recht der wassergefährdenden Stoffe .....                            | B-50 |
| B.4.5.2.1 | Das Recht der Rohrleitungsanlagen .....                                  | B-50 |
| B.4.5.2.2 | Das Recht der Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen .....    | B-51 |
| B.4.5.3   | Sonstige anlagenbezogene Anforderungen .....                             | B-52 |
| B.4.6     | Wasserrechtliche Schutzgebiete .....                                     | B-53 |
| B.4.6.1   | Wasserschutzgebiete .....                                                | B-53 |

|            |                                                                             |             |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------|
| B.4.6.2    | Überschwemmungsgebiete und Gewässerrandstreifen .....                       | B-53        |
| B.4.7      | Fiskalisches Wasserrecht .....                                              | B-53        |
| B.4.7.1    | Abwasserabgabenrecht .....                                                  | B-53        |
| B.4.7.2    | Grundwasserabgabe und Wasserpfennig .....                                   | B-54        |
| B.4.8      | Die wasserrechtliche Gefährdungshaftung .....                               | B-54        |
| <b>B.5</b> | <b>Bodenschutzrecht</b> .....                                               | <b>B-54</b> |
|            | J. Salzwedel                                                                |             |
| B.5.1      | Grundlagen .....                                                            | B-54        |
| B.5.1.1    | Das Bundes-Bodenschutzgesetz .....                                          | B-54        |
| B.5.1.2    | Die Gesetzgebungskompetenz .....                                            | B-55        |
| B.5.1.3    | Anwendungsbereich .....                                                     | B-55        |
| B.5.1.4    | Prüf- und Sanierungswerte .....                                             | B-56        |
| B.5.2      | Bodenschutzrechtliche Verwaltungsverfahren .....                            | B-56        |
| B.5.2.1    | Zuständige Behörden .....                                                   | B-56        |
| B.5.2.2    | Behördliche Maßnahmen .....                                                 | B-57        |
| B.5.2.3    | Der Sanierungsplan .....                                                    | B-58        |
| B.5.3      | Maßstäbe für die Inanspruchnahme von Handlungs- und Zustandsstörungen ..... | B-58        |
| B.5.3.1    | Störerverantwortlichkeit und Verhältnismäßigkeitstest .....                 | B-58        |
| B.5.3.2    | Die bodenschutzrechtliche Grundpflicht .....                                | B-59        |
| B.5.3.3    | Sanierungs- und Schutzmaßnahmen .....                                       | B-59        |
| B.5.3.4    | Bodenschutz und Grundwasser .....                                           | B-60        |
| B.5.3.5    | Maßstäbe für Untersuchungen .....                                           | B-62        |
| B.5.4      | Anforderungen an Sanierungsuntersuchung und Sanierungsplan .....            | B-62        |
| B.5.4.1    | Sanierungsuntersuchungen .....                                              | B-62        |
| B.5.4.2    | Sanierungsplan .....                                                        | B-63        |
|            | Ergänzende Literatur .....                                                  | B-64        |
| <b>G</b>   | <b>Gewässerschutz und Abwasserbehandlung</b>                                |             |
|            | S. Kunst                                                                    |             |
| <b>G.1</b> | <b>Gewässergüte und Selbstreinigung der Gewässer</b> .....                  | <b>G-1</b>  |
|            | U. Rott, P. Haug                                                            |             |
| G.1.1      | Einleitung .....                                                            | G-1         |
| G.1.1.1    | Der Begriff „Gewässergüte“ .....                                            | G-1         |
| G.1.1.2    | Bedeutung der Gewässerart für die Gewässergüte .....                        | G-1         |
| G.1.1.3    | Anforderungen an die Gewässergüte .....                                     | G-1         |
| G.1.1.4    | Zielvorstellungen zur Gewässergüte .....                                    | G-2         |
| G.1.2      | Einflüsse auf die Gewässergüte .....                                        | G-2         |
| G.1.2.1    | Allgemeines .....                                                           | G-2         |
| G.1.2.2    | Einflüsse auf die Gewässergüte von Fließgewässern .....                     | G-2         |
| G.1.2.2.1  | Mengenentzug .....                                                          | G-2         |
| G.1.2.2.2  | Abflußerhöhung .....                                                        | G-2         |
| G.1.2.2.3  | Einleitung von Stoffen über den Abwasserpfad .....                          | G-4         |
| G.1.2.2.4  | Einleitung von Stoffen über Oberflächenabschwemmungen .....                 | G-4         |
| G.1.2.2.5  | Einleitung von Stoffen über den Grundwasserpfad .....                       | G-5         |
| G.1.2.2.6  | Änderung der Wassertemperatur .....                                         | G-5         |
| G.1.2.2.7  | Eingriffe in die Gewässermorphologie .....                                  | G-5         |
| G.1.2.2.8  | Eingriffe in die Ufervegetation .....                                       | G-5         |
| G.1.2.3    | Einflüsse auf die Gewässergüte stehender Gewässer .....                     | G-5         |
| G.1.2.3.1  | Hydrologische Einflüsse .....                                               | G-6         |
| G.1.2.3.2  | Eintrag von Schadstoffen .....                                              | G-6         |
| G.1.2.3.3  | Aktivitäten am und im Gewässer .....                                        | G-6         |
| G.1.2.4    | Einflüsse auf die Grundwassergüte .....                                     | G-6         |
| G.1.2.4.1  | Altlasten .....                                                             | G-6         |

|           |                                                                                                 |      |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| G.1.2.4.2 | Undichte Kanäle .....                                                                           | G-7  |
| G.1.2.4.3 | Verwertung und Beseitigung von Schlämmen .....                                                  | G-7  |
| G.1.2.4.4 | Überdüngung von Flächen .....                                                                   | G-7  |
| G.1.2.4.5 | Pflanzenbehandlungsmittel .....                                                                 | G-7  |
| G.1.2.4.6 | Luftverunreinigungen .....                                                                      | G-7  |
| G.1.2.4.7 | Transport und Umschlag wassergefährdender Stoffe .....                                          | G-9  |
| G.1.2.4.8 | Eintrag über Oberflächengewässer .....                                                          | G-9  |
| G.1.3     | Beschreibung und Kennzeichnung der Gewässergüte .....                                           | G-9  |
| G.1.3.1   | Grundsätzliches .....                                                                           | G-9  |
| G.1.3.2   | Kennzeichnung der Fließgewässer als natürliche Ökosysteme .....                                 | G-9  |
| G.1.3.2.1 | Biologische Parameter – Saprobienindex .....                                                    | G-9  |
| G.1.3.2.2 | Sauerstoffhaushalt als Güteparameter .....                                                      | G-10 |
| G.1.3.2.3 | Gewässergüteindex chemisch .....                                                                | G-12 |
| G.1.3.2.4 | Gewässergüteklassifizierung .....                                                               | G-13 |
| G.1.3.3   | Kennzeichnung der Gewässergüte stehender Gewässer .....                                         | G-13 |
| G.1.3.4   | Kennzeichnung der Güte von Grundwasservorkommen .....                                           | G-15 |
| G.1.3.5   | Nutzungsbezogene Gewässergütebeschreibung .....                                                 | G-16 |
| G.1.3.5.1 | Gewässergüte und Trinkwassernutzung .....                                                       | G-16 |
| G.1.3.5.2 | Gewässergüte und Brauchwassernutzung .....                                                      | G-17 |
| G.1.3.5.3 | Gewässergüte und Freizeitnutzung .....                                                          | G-17 |
| G.1.3.5.4 | Gewässergüte und landwirtschaftliche Nutzung .....                                              | G-17 |
| G.1.3.5.5 | Gewässergüte und fischereiliche Nutzung .....                                                   | G-17 |
| G.1.3.6   | Beschreibung der Gewässergüte durch Gewässergütemodelle .....                                   | G-18 |
| G.1.3.6.1 | Zielsetzung .....                                                                               | G-18 |
| G.1.3.6.2 | Grundsätzlicher Aufbau der Modelle .....                                                        | G-18 |
| G.1.3.6.3 | Modelltypen .....                                                                               | G-18 |
| G.1.3.6.4 | Gewässergütemodelle für Fließgewässer .....                                                     | G-18 |
| G.1.3.6.5 | Gewässergütemodelle für stehende Gewässer .....                                                 | G-19 |
| G.1.3.6.6 | Gewässergütemodelle für Grundwasser .....                                                       | G-20 |
| G.1.4     | Beeinflussung der Gewässergüte .....                                                            | G-20 |
| G.1.4.1   | Grundsätzliches .....                                                                           | G-20 |
| G.1.4.2   | Verringerung der Belastung aus Abwassereinleitungen .....                                       | G-21 |
| G.1.4.3   | Verringerung der Belastung aus Regenwassereinleitungen<br>von Siedlungsgebieten .....           | G-22 |
| G.1.4.4   | Verminderung diffuser Belastungen aus der freien Landschaft .....                               | G-23 |
| G.1.4.5   | Erhöhung der natürlichen Selbstreinigungskraft von<br>Fließgewässern durch Gewässerausbau ..... | G-24 |
| G.1.4.6   | Erhöhung der natürlichen Selbstreinigungskraft durch<br>technische Hilfen im Gewässer .....     | G-24 |
| G.1.4.7   | Verringerung der Wärmebelastung von Gewässern .....                                             | G-26 |
| G.1.4.8   | Hilfen für stehende Gewässer .....                                                              | G-28 |
| G.1.5     | Gewässergütebewirtschaftung .....                                                               | G-28 |
| G.1.5.1   | Rechtliche Grundlagen .....                                                                     | G-28 |
| G.1.5.2   | Gewässergüteplanung, Überwachung und Unterhaltung von Gewässern .....                           | G-29 |
| G.1.5.2.1 | Zuständigkeiten .....                                                                           | G-29 |
| G.1.5.2.2 | Gewässergüteplanung .....                                                                       | G-30 |
| G.1.5.2.3 | Überwachung der Gewässergüte .....                                                              | G-31 |
| G.1.5.2.4 | Unterhaltung von Gewässern .....                                                                | G-31 |
| G.1.5.3   | Wassergütewirtschaftliche Meßnetze und Meßprogramme .....                                       | G-32 |
| G.1.5.3.1 | Art und Aufgabe wassergütewirtschaftlicher Meßnetze .....                                       | G-32 |
| G.1.5.3.2 | Grundwasserbeschaffenheitsmeßnetze .....                                                        | G-32 |
| G.1.5.3.3 | Wassergütemeßnetze für Fließgewässer .....                                                      | G-32 |
| G.1.5.3.4 | Gewässergütemeßstationen .....                                                                  | G-33 |
| G.1.5.4   | Gewässergütekartierung .....                                                                    | G-33 |

|           |                                                                                                                                     |      |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| G.1.5.4.1 | Fließgewässer .....                                                                                                                 | G-33 |
| G.1.5.4.2 | Stehende Gewässer .....                                                                                                             | G-34 |
| G.1.5.4.3 | Grundwasser .....                                                                                                                   | G-34 |
| G.1.5.4.4 | Gewässersediment .....                                                                                                              | G-34 |
| G.1.5.5   | Sanierungsplanung für Gewässer .....                                                                                                | G-36 |
| G.2       | <b>Kanalisation</b> .....                                                                                                           | G-36 |
|           | R. Pecher                                                                                                                           |      |
| G.2.1     | Aufgabenstellung und Anforderungen .....                                                                                            | G-36 |
| G.2.2     | Entwässerungssysteme .....                                                                                                          | G-37 |
| G.2.2.1   | Mischsysteme .....                                                                                                                  | G-37 |
| G.2.2.2   | Trennsystem .....                                                                                                                   | G-38 |
| G.2.2.3   | Modifiziertes Mischsystem .....                                                                                                     | G-38 |
| G.2.2.4   | Sondervverfahren .....                                                                                                              | G-39 |
| G.2.3     | Abwasseranfall .....                                                                                                                | G-40 |
| G.2.3.1   | Allgemeine Grundsätze .....                                                                                                         | G-40 |
| G.2.3.2   | Schmutzwasserabfluß .....                                                                                                           | G-40 |
| G.2.3.3   | Fremdwasserabfluß .....                                                                                                             | G-41 |
| G.2.3.4   | Regenabfluß .....                                                                                                                   | G-41 |
| G.2.4     | Sonderbauwerke .....                                                                                                                | G-45 |
| G.2.4.1   | Abwasserpumpwerke .....                                                                                                             | G-45 |
| G.2.4.2   | Regenrückhaltebecken .....                                                                                                          | G-47 |
| G.2.4.3   | Regenüberläufe und Regenüberlaufbecken .....                                                                                        | G-48 |
| G.2.4.4   | Regenklärbecken .....                                                                                                               | G-51 |
| G.2.4.5   | Düker .....                                                                                                                         | G-51 |
| G.2.5     | Kanalbau .....                                                                                                                      | G-52 |
| G.2.5.1   | Offene Bauweise .....                                                                                                               | G-52 |
| G.2.5.2   | Geschlossene Bauweise .....                                                                                                         | G-52 |
| G.2.5.3   | Betrieb einer Kanalisation .....                                                                                                    | G-53 |
| G.3       | <b>Techniken der Abwasserreinigung</b> .....                                                                                        | G-54 |
|           | U. Austermann-Haun, M. Barjenbruch, P. Hartwig, S. Kunst, F. Malz,<br>A. Melsa, A. Mennerich, H. Meyer, K.-H. Rosenwinkel, M. Saake |      |
| G.3.1     | Mechanische Abwasserreinigung .....                                                                                                 | G-54 |
| G.3.1.1   | Übersicht .....                                                                                                                     | G-54 |
| G.3.1.2   | Rechen, Siebanlagen .....                                                                                                           | G-54 |
| G.3.1.2.1 | Verfahrensgrundsätze und Behandlungsziele .....                                                                                     | G-54 |
| G.3.1.2.2 | Technische Ausführung .....                                                                                                         | G-55 |
| G.3.1.2.3 | Auslegung und Bemessung von Rechen- und Siebanlagen .....                                                                           | G-58 |
| G.3.1.2.4 | Reststoffe aus Rechen- und Siebanlagen .....                                                                                        | G-59 |
| G.3.1.3   | Sandfänge .....                                                                                                                     | G-59 |
| G.3.1.3.1 | Verfahrensgrundsätze und Behandlungsziele .....                                                                                     | G-59 |
| G.3.1.3.2 | Technische Ausführung .....                                                                                                         | G-60 |
| G.3.1.3.3 | Bemessung von Sandfängen .....                                                                                                      | G-61 |
| G.3.1.3.4 | Menge, Beschaffenheit und Entsorgung von Sandfanggut .....                                                                          | G-62 |
| G.3.1.4   | Absetzbecken .....                                                                                                                  | G-62 |
| G.3.1.4.1 | Verfahrensgrundsätze und Behandlungsziele .....                                                                                     | G-62 |
| G.3.1.4.2 | Technische Ausführung .....                                                                                                         | G-63 |
| G.3.1.4.3 | Bemessung von Absetzbecken .....                                                                                                    | G-65 |
| G.3.1.4.4 | Menge und Beschaffenheit der Reststoffe .....                                                                                       | G-66 |
| G.3.1.5   | Leichtstoffabscheider .....                                                                                                         | G-67 |
| G.3.1.5.1 | Verfahrensgrundsätze und Behandlungsziele .....                                                                                     | G-67 |
| G.3.1.5.2 | Technische Ausführung .....                                                                                                         | G-67 |
| G.3.1.5.3 | Bemessung .....                                                                                                                     | G-69 |
| G.3.1.5.4 | Menge und Beschaffenheit der Reststoffe .....                                                                                       | G-69 |
| G.3.2     | Grundlagen chemisch-physikalischer Verfahren .....                                                                                  | G-70 |

|           |                                                                              |       |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------|-------|
| G.3.2.1   | Neutralisation .....                                                         | G-70  |
| G.3.2.2   | Fällung .....                                                                | G-71  |
| G.3.2.2.1 | Grundlagen .....                                                             | G-71  |
| G.3.2.2.2 | Fällung von Metallionen .....                                                | G-71  |
| G.3.2.2.3 | Fällung von Anionen .....                                                    | G-73  |
| G.3.2.3   | Oxidation – Reduktion .....                                                  | G-73  |
| G.3.2.3.1 | Oxidation .....                                                              | G-74  |
| G.3.2.3.2 | Reduktion .....                                                              | G-76  |
| G.3.2.4   | Ionenaustausch .....                                                         | G-76  |
| G.3.2.4.1 | Grundlagen .....                                                             | G-76  |
| G.3.2.4.2 | Anwendungsbereiche .....                                                     | G-78  |
| G.3.2.5   | Adsorption .....                                                             | G-79  |
| G.3.2.6   | Extraktion .....                                                             | G-82  |
| G.3.2.6.1 | Flüssig-Flüssig-Extraktion, Solventextraktion .....                          | G-82  |
| G.3.2.6.2 | Gas-Flüssig-Extraktion, Strippung, Resorption .....                          | G-83  |
| G.3.2.7   | Verdampfen, Trocknen, Destillieren .....                                     | G-86  |
| G.3.2.7.1 | Verdampfen .....                                                             | G-86  |
| G.3.2.7.2 | Trocknung .....                                                              | G-88  |
| G.3.2.7.3 | Destillation .....                                                           | G-88  |
| G.3.2.8   | Membranfiltration .....                                                      | G-88  |
| G.3.2.8.1 | Anwendungsbereiche .....                                                     | G-90  |
| G.3.2.8.2 | Permeation, Pervaporation, Elektrodialyse .....                              | G-90  |
| G.3.3     | Biologische Verfahren der Abwasserbehandlung .....                           | G-91  |
| G.3.3.1   | Biologische Grundlagen .....                                                 | G-91  |
| G.3.3.1.1 | Suspendiertes Wachstum von Mikroorganismen .....                             | G-94  |
| G.3.3.1.2 | Wachstum auf Trägermaterial .....                                            | G-97  |
| G.3.3.1.3 | Umsetzungen von Stickstoff und Phosphor .....                                | G-102 |
| G.3.3.1.4 | Ursachen und Bekämpfung von Bläh- und Schwimmschlamm .....                   | G-111 |
| G.3.3.2   | Naturnahe Verfahren .....                                                    | G-116 |
| G.3.3.2.1 | Teiche und Bodenfilter .....                                                 | G-116 |
| G.3.3.2.2 | Bewachsene Bodenfilter/Pflanzenkläranlagen .....                             | G-119 |
| G.3.3.3   | Aerobe Belebungsverfahren .....                                              | G-122 |
| G.3.3.3.1 | Grundlagen der Belebungsverfahren .....                                      | G-122 |
| G.3.3.3.2 | Reaktortypen .....                                                           | G-126 |
| G.3.3.3.3 | Einstufige Verfahren zur C- und N-Elimination .....                          | G-128 |
| G.3.3.3.4 | Verfahren zur biologischen Phosphorelimination .....                         | G-137 |
| G.3.3.3.5 | Zweistufige Verfahren .....                                                  | G-140 |
| G.3.3.3.6 | Sonderv Verfahren .....                                                      | G-142 |
| G.3.3.4   | Aerobe Biofilmverfahren .....                                                | G-147 |
| G.3.3.4.1 | Allgemeines .....                                                            | G-147 |
| G.3.3.4.2 | Vergleich zwischen Belebungs- und Biofilmverfahren .....                     | G-147 |
| G.3.3.4.3 | Verfahrenstechnischer Überblick der Biofilmverfahren .....                   | G-148 |
| G.3.3.4.4 | Tropfkörper .....                                                            | G-148 |
| G.3.3.4.5 | Tauchkörper .....                                                            | G-150 |
| G.3.3.4.6 | Biologische Filter .....                                                     | G-150 |
| G.3.3.4.7 | Kombinierte Verfahren .....                                                  | G-152 |
| G.3.3.4.8 | Wirbelbettverfahren .....                                                    | G-153 |
| G.3.3.5   | Anaerobe Verfahren .....                                                     | G-154 |
| G.3.3.5.1 | Biologische Grundlagen und wichtige Einflußgrößen auf den anaeroben Abbau .. | G-155 |
| G.3.3.5.2 | Anaerobe Reaktoren .....                                                     | G-157 |
| G.3.3.5.3 | Ein- und zweistufige Verfahren .....                                         | G-160 |
| G.3.3.5.4 | Anwendungsbereiche/Reaktorauslegung .....                                    | G-160 |
| G.3.3.6   | Filtrationsverfahren .....                                                   | G-161 |
| G.3.3.6.1 | Flächenfiltration .....                                                      | G-163 |

|            |                                                      |            |
|------------|------------------------------------------------------|------------|
| G.3.3.6.2  | Raumfiltration .....                                 | G-167      |
| G.3.3.6.3  | Betrieb als Flockungsfilter .....                    | G-170      |
| G.3.3.6.4  | Sonderv Verfahren der Raumfiltration .....           | G-172      |
| G.3.3.6.5  | Biologische Filtration .....                         | G-175      |
| G.3.3.6.6  | Kombinierte Verfahren .....                          | G-182      |
| G.3.4      | Schlammbehandlung .....                              | G-183      |
| G.3.4.1    | Entstehen und Aufkommen .....                        | G-183      |
| G.3.4.2    | Schlammstabilisierung .....                          | G-185      |
| G.3.4.2.1  | Aerobe Schlammstabilisierung .....                   | G-185      |
| G.3.4.2.2  | Anaerobe Schlammstabilisierung .....                 | G-186      |
| G.3.4.3    | Schlammeindickung .....                              | G-186      |
| G.3.4.3.1  | Schwerkrafteindicker .....                           | G-187      |
| G.3.4.3.2  | Flotation .....                                      | G-187      |
| G.3.4.3.3  | Eindickzentrifuge .....                              | G-188      |
| G.3.4.3.4  | Schlammkonditionierung .....                         | G-188      |
| G.3.4.4    | Schlammmentwässerung .....                           | G-189      |
| G.3.4.4.1  | Bandfilterpressen .....                              | G-189      |
| G.3.4.4.2  | Kammerfilterpressen .....                            | G-190      |
| G.3.4.4.3  | Zentrifugen .....                                    | G-191      |
| G.3.4.4.4  | Sonstige Verfahren .....                             | G-192      |
| G.3.4.4.5  | Schlammwasser – Belastung und Behandlung .....       | G-192      |
| G.3.4.5    | Schlamm Trocknung .....                              | G-192      |
| G.3.4.5.1  | Grundlagen .....                                     | G-193      |
| G.3.4.5.2  | Verfahren .....                                      | G-194      |
| G.3.4.6    | Schlammverbrennung und -vergasung .....              | G-195      |
| G.3.4.6.1  | Grundlagen .....                                     | G-195      |
| G.3.4.6.2  | Monoklärschlammverbrennung .....                     | G-195      |
| G.3.4.6.3  | Mitverbrennung in Müllverbrennungsanlagen .....      | G-196      |
| G.3.4.6.4  | Mitverbrennung in Kraftwerken .....                  | G-196      |
| G.3.4.6.5  | Sonstige Verfahren .....                             | G-196      |
| G.3.4.6.6  | Asche- und Schlackenverwertung .....                 | G-197      |
| G.3.5      | Emissionen aus Abwasseranlagen .....                 | G-197      |
| G.3.5.1    | Beurteilung von Emissionen .....                     | G-197      |
| G.3.5.1.1  | Allgemeine Einführung .....                          | G-197      |
| G.3.5.1.2  | Geruchsemissionen .....                              | G-199      |
| G.3.5.1.3  | Aerosole .....                                       | G-202      |
| G.3.5.1.4  | Lärmemissionen .....                                 | G-204      |
| G.3.5.2    | Abluftreinigung .....                                | G-206      |
| G.3.5.2.1  | Bemessung und Luftwechselzahlen .....                | G-206      |
| G.3.5.2.2  | Physikalisch-chemische Verfahren .....               | G-207      |
| G.3.5.2.3  | Biologische Verfahren .....                          | G-208      |
| G.3.5.3    | Geräuschdämpfung .....                               | G-210      |
| G.3.5.3.1  | Technische Möglichkeiten zur Geräuschminderung ..... | G-210      |
| G.3.5.3.2  | Konstruktive Maßnahmen in Gebäuden .....             | G-211      |
|            | Literatur .....                                      | G-212      |
| <b>M</b>   | <b>Meß- und Analysetechnik</b>                       |            |
|            | K. Lützke                                            |            |
| <b>M.1</b> | <b>Luft .....</b>                                    | <b>M-1</b> |
|            | K. Lützke                                            |            |
| M.1.1      | Emissionsmessungen .....                             | M-1        |
| M.1.1.1    | Aufgabenstellung und Meßplanung .....                | M-1        |
| M.1.1.2    | Meßverfahren und Probenahme .....                    | M-2        |



|           |                                                                         |      |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------|------|
| M.1.1.2.1 | Stäube                                                                  | M-2  |
| M.1.1.2.2 | Staubinhaltsstoffe                                                      | M-8  |
| M.1.1.2.3 | Anorganische Gase                                                       | M-9  |
| M.1.1.2.4 | Gasförmig organische Verbindungen                                       | M-16 |
| M.1.1.2.5 | Gerüche                                                                 | M-19 |
| M.1.1.2.6 | Organische Verbindungen im Spurenbereich                                | M-20 |
| M.1.1.2.7 | Auswerterechner                                                         | M-22 |
| M.1.1.2.8 | Kalibrierung registrierender Meßgeräte                                  | M-24 |
| M.1.2     | Immissionsmessungen                                                     | M-26 |
| M.1.2.1   | Meßplanung                                                              | M-26 |
| M.1.2.2   | Meßverfahren                                                            | M-27 |
| M.1.2.2.1 | Stäube                                                                  | M-28 |
| M.1.2.2.2 | Anorganische Gase                                                       | M-30 |
| M.1.2.2.3 | Gasförmige organische Verbindungen                                      | M-35 |
| M.1.2.2.4 | Gerüche                                                                 | M-37 |
| M.1.2.2.5 | Organische Verbindungen im Spurenbereich                                | M-38 |
| M.1.3     | Untersuchungen im Laboratorium                                          | M-39 |
| M.1.3.1   | Schwermetalle im Feststoff und in der Gasphase                          | M-39 |
| M.1.3.2   | Anorganische Gase                                                       | M-41 |
| M.1.3.3   | Organische Verbindungen                                                 | M-41 |
| M.1.3.4   | Polizyklische aromatische Kohlenwasserstoffe                            | M-42 |
| M.1.3.5   | Polychlorierte Dibenzodioxine und Furane                                | M-42 |
| M.1.3.6   | Polychlorierte Biphenyle (PCB)                                          | M-42 |
| M.2       | <b>Wasser/Abwasser</b>                                                  | M-44 |
|           | J. Bortlitz, H.-P. Hesse                                                |      |
| M.2.1     | Untersuchungsschwerpunkte                                               | M-44 |
| M.2.1.1   | Wassermatrizes                                                          | M-44 |
| M.2.1.1.1 | Wasserarten                                                             | M-44 |
| M.2.1.2   | Feststoffmatrices                                                       | M-48 |
| M.2.2     | Probenahme und -vorbereitung                                            | M-51 |
| M.2.2.1   | Allgemeines                                                             | M-51 |
| M.2.2.2   | Probenahme in Wasser und Abwasser                                       | M-51 |
| M.2.2.3   | Probenahme von Feststoffen aus dem Bereich Abwassertechnik              | M-54 |
| M.2.2.3.1 | Allgemeines                                                             | M-54 |
| M.2.2.3.2 | Probenahme                                                              | M-54 |
| M.2.3     | Ausblick                                                                | M-58 |
| M.3       | <b>Abfall</b>                                                           | M-58 |
|           | C. Nonn                                                                 |      |
| M.3.1     | Gesetzliche Vorgaben                                                    | M-58 |
| M.3.2     | Probenahme                                                              | M-59 |
| M.3.3     | Vor-Ort-Analytik/Schnellanalytik                                        | M-60 |
| M.3.4     | Probenaufbereitung                                                      | M-60 |
| M.3.4.1   | Probenvorbehandlung                                                     | M-60 |
| M.3.4.2   | Extraktion                                                              | M-61 |
| M.3.4.2.1 | Extraktion zur anschließenden Schwermetallbestimmung                    | M-61 |
| M.3.4.2.2 | Extraktion zur anschließenden Bestimmung organischer Verunreinigungen   | M-61 |
| M.3.4.3   | Elutionsverhalten                                                       | M-61 |
| M.3.4.3.1 | Elution mit destilliertem Wasser nach DIN 38414 Teil 4 (DEV S4-Methode) | M-62 |
| M.3.4.3.2 | Sonstige Elutionsverfahren                                              | M-62 |
| M.3.5     | Analytik                                                                | M-63 |
| M.3.5.1   | Bestimmung der allgemeinen Parameter                                    | M-64 |
| M.3.5.2   | Bestimmung anorganischer Parameter                                      | M-65 |
| M.3.5.3   | Bestimmung organischer Summenparameter                                  | M-66 |

|            |                                                                                                 |      |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| M.3.5.4    | Bestimmung organischer Einzel- und Gruppenparameter .....                                       | M-66 |
| M.3.5.5    | Bestimmung zur Charakterisierung der organischen Substanz .....                                 | M-67 |
| M.3.5.5.1  | Tests zur Beurteilung des biologisch-abbaubaren Anteils mittels<br>biologischer Verfahren ..... | M-67 |
| M.3.5.5.2  | Tests zur Beurteilung des biologisch-abbaubaren Anteils mittels<br>chemischer Verfahren .....   | M-68 |
| <b>M.4</b> | <b>Boden</b> .....                                                                              | M-69 |
|            | C. Nonn                                                                                         |      |
| M.4.1      | Methodensammlungen zur Bodenuntersuchung .....                                                  | M-69 |
| M.4.2      | Untersuchungsmethoden .....                                                                     | M-70 |
| M.4.2.1    | Probenahme .....                                                                                | M-70 |
| M.4.2.2    | Probenaufbereitung .....                                                                        | M-71 |
| M.4.2.3    | Vor-Ort-Analytik .....                                                                          | M-72 |
| M.4.2.4    | Aufschluß-, Extraktions- und Elutionsverfahren .....                                            | M-72 |
| M.4.2.5    | Analytische Methoden .....                                                                      | M-73 |
| M.4.2.5.1  | Allgemeine Parameter .....                                                                      | M-73 |
| M.4.2.5.2  | Anorganische Parameter .....                                                                    | M-73 |
| M.4.2.5.3  | Organische Summenparameter .....                                                                | M-74 |
| M.4.2.5.4  | Organische Gruppen- und Einzelparameter .....                                                   | M-74 |
| <b>M.5</b> | <b>Lärmmeßverfahren und Anlagebeurteilung</b> .....                                             | M-75 |
|            | G. Jansen                                                                                       |      |
| M.5.1      | Grundbegriffe .....                                                                             | M-75 |
| M.5.1.1    | „Lärm“ im BImSchG .....                                                                         | M-75 |
| M.5.1.2    | Emission .....                                                                                  | M-75 |
| M.5.1.3    | Immission .....                                                                                 | M-76 |
| M.5.1.4    | Pegel .....                                                                                     | M-76 |
| M.5.1.5    | A-bewerteter Schalldruckpegel dB(A) .....                                                       | M-76 |
| M.5.2      | Die Aussagekraft gängiger Meßverfahren .....                                                    | M-76 |
| M.5.2.1    | Messung .....                                                                                   | M-76 |
| M.5.2.2    | Wettereinfluß .....                                                                             | M-77 |
| M.5.3      | Untersuchungen und Beurteilungen von Anlagen und Bauwerken .....                                | M-77 |
| M.5.3.1    | Schalleistung .....                                                                             | M-77 |
| M.5.3.2    | Auffälligkeiten und Informationshaltigkeit .....                                                | M-77 |
| M.5.3.3    | Hintergrundgeräusch .....                                                                       | M-78 |
| M.5.3.4    | Auffälligkeiten und Hintergrundgeräusche .....                                                  | M-79 |
| M.5.3.5    | Tonzuschlag .....                                                                               | M-79 |
| M.5.3.6    | Impulzzuschlag .....                                                                            | M-79 |
| M.5.4      | Nachbarschaftsprüfungen und Geräuschspitzen .....                                               | M-79 |
| M.5.4.1    | Lästigkeitszuschlag .....                                                                       | M-79 |
| M.5.4.2    | Tonhaltigkeit .....                                                                             | M-80 |
| M.5.5      | Verkehrslärm .....                                                                              | M-80 |
| M.5.6      | Immissionsbeurteilungen aus technischer Sicht .....                                             | M-80 |
| M.5.6.1    | TA Lärm .....                                                                                   | M-80 |
| M.5.6.2    | Messung und Berechnung .....                                                                    | M-80 |
| M.5.6.3    | Berechnungsverfahren .....                                                                      | M-81 |
| M.5.6.4    | Eichung .....                                                                                   | M-81 |
| <b>M.6</b> | <b>Messung der Dosis ionisierender Strahlen</b> .....                                           | M-81 |
|            | C. Streffer                                                                                     |      |
| M.6.1      | Einleitung .....                                                                                | M-81 |
| M.6.2      | Ionisation in Gasen .....                                                                       | M-83 |
| M.6.2.1    | Ionisationskammern .....                                                                        | M-83 |
| M.6.2.2    | Zählrohre .....                                                                                 | M-83 |
| M.6.3      | Ionisation in Festkörpern, Halbleiterdetektoren .....                                           | M-85 |
| M.6.4      | Scintillation und Lumineszenz .....                                                             | M-85 |

|            |                                                                                                                                 |            |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| M.6.5      | Thermolumineszenz .....                                                                                                         | M-86       |
| M.6.6      | Photographische und chemische Effekte .....                                                                                     | M-87       |
| M.6.6.1    | Filme .....                                                                                                                     | M-87       |
| M.6.6.2    | Chemische Dosimeter .....                                                                                                       | M-87       |
| M.6.7      | Schlußbemerkungen .....                                                                                                         | M-87       |
|            | Literatur .....                                                                                                                 | M-87       |
| <b>N</b>   | <b>Stoffquellen</b>                                                                                                             |            |
|            | S. Wiesner                                                                                                                      |            |
| <b>N.1</b> | <b>Gewerblicher und industrieller Bereich .....</b>                                                                             | <b>N-2</b> |
|            | L. Feikes, H. Hoffmann, R. Marutzky, D. Schlebusch,<br>H. Völcker, H.-J. Werz                                                   |            |
| N.1.1      | Steine und Erden .....                                                                                                          | N-2        |
| N.1.1.1    | Anlagen zur Herstellung von Zementklinkern und Zement .....                                                                     | N-3        |
| N.1.1.2    | Anlagen zum Brennen von Bauxit, Dolomit, Gips, Kalkstein,<br>Magnesit usw. ....                                                 | N-5        |
| N.1.1.3    | Anlagen zur Herstellung und Bearbeitung von Glas .....                                                                          | N-7        |
| N.1.2      | Metalle .....                                                                                                                   | N-9        |
| N.1.2.1    | Eisen und Stahl .....                                                                                                           | N-9        |
| N.1.2.1.1  | Erzvorbereitung .....                                                                                                           | N-9        |
| N.1.2.1.2  | Reduktion .....                                                                                                                 | N-12       |
| N.1.2.1.3  | Stahlerzeugung .....                                                                                                            | N-14       |
| N.1.2.1.4  | Kupolofen .....                                                                                                                 | N-16       |
| N.1.2.2    | NE-Metallurgie .....                                                                                                            | N-17       |
| N.1.2.2.1  | Anlagen zur Herstellung von Aluminium .....                                                                                     | N-17       |
| N.1.2.2.2  | Anlagen zur Gewinnung von Nichteisenrohmetallen .....                                                                           | N-18       |
| N.1.3      | Stoffquellen der Kernenergie und der Kerntechnik .....                                                                          | N-18       |
| N.1.3.1    | Grundlagen .....                                                                                                                | N-18       |
| N.1.3.1.1  | Einleitung .....                                                                                                                | N-18       |
| N.1.3.1.2  | Radioaktivität .....                                                                                                            | N-18       |
| N.1.3.1.3  | Kernreaktionen mit Neutronen .....                                                                                              | N-18       |
| N.1.3.1.4  | Umweltrelevante Spaltprodukte .....                                                                                             | N-19       |
| N.1.3.1.5  | Aktivierungsprodukte .....                                                                                                      | N-19       |
| N.1.3.2    | Kerntechnische Anlagen .....                                                                                                    | N-22       |
| N.1.3.2.1  | Kernkraftwerke mit Leichtwasserreaktoren .....                                                                                  | N-22       |
| N.1.3.2.2  | Forschungszentren .....                                                                                                         | N-24       |
| N.1.3.3    | Brennstoffkreislauf .....                                                                                                       | N-26       |
| N.1.3.3.1  | Urangewinnung .....                                                                                                             | N-26       |
| N.1.3.3.2  | Urananreicherung .....                                                                                                          | N-29       |
| N.1.3.3.3  | Brennelementfertigung .....                                                                                                     | N-30       |
| N.1.3.3.4  | Wiederaufbereitung .....                                                                                                        | N-30       |
| N.1.3.3.5  | Konditionierung ausgedienter Brennelemente .....                                                                                | N-32       |
| N.1.3.4    | Radioaktive Abfälle .....                                                                                                       | N-33       |
| N.1.3.4.1  | Abfallquellen .....                                                                                                             | N-33       |
| N.1.3.4.2  | Abfallhandhabungs- und Konditionierungsanlagen .....                                                                            | N-34       |
| N.1.3.4.3  | Zwischen- und Endlager .....                                                                                                    | N-35       |
| N.1.4      | Chemie und Pharmazie .....                                                                                                      | N-36       |
| N.1.4.1    | Grundlagen .....                                                                                                                | N-36       |
| N.1.4.1.1  | Pharmazeutische Wirk- und Hilfsstoffe und Arzneimittel: unterschiedliche<br>Herstellverfahren, Nebenprodukte, Schadstoffe ..... | N-36       |
| N.1.4.1.2  | Rechtsgrundlagen und GMP in der pharmazeutischen Produktion .....                                                               | N-37       |
| N.1.4.1.3  | Die Internationalen Normen (Modelle) zur Qualitätssicherung .....                                                               | N-37       |
| N.1.4.1.4  | Pharmazeutische Forschung und Entwicklung .....                                                                                 | N-38       |
| N.1.4.1.5  | Sonderbereiche der pharmazeutischen Produktion .....                                                                            | N-38       |
| N.1.4.2    | Die chemische Synthese .....                                                                                                    | N-39       |

|           |                                                                                   |      |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|------|
| N.1.4.3   | Die Biosynthese .....                                                             | N-39 |
| N.1.4.4   | Die Herstellung von Zubereitungen (Fertigarzneimitteln) .....                     | N-40 |
| N.1.4.5   | Die begleitende Analytik .....                                                    | N-41 |
| N.1.4.6   | Präventive Maßnahmen des Umweltschutzes speziell in Chemie<br>und Pharmazie ..... | N-41 |
| N.1.4.7   | Recycling .....                                                                   | N-42 |
| N.1.4.8   | Entsorgung von Abfällen speziell aus Chemie und Pharmazie .....                   | N-43 |
| N.1.4.9   | Die Produktionsüberwachung .....                                                  | N-44 |
| N.1.5     | Holz .....                                                                        | N-45 |
| N.1.5.1   | Erzeugung und Lagerung .....                                                      | N-45 |
| N.1.5.2   | Trocknung .....                                                                   | N-45 |
| N.1.5.3   | Be- und Verarbeitung .....                                                        | N-48 |
| N.1.5.4   | Holzwerkstoffherstellung .....                                                    | N-49 |
| N.1.5.5   | Oberflächenbeschichtung .....                                                     | N-49 |
| N.1.5.6   | Verbrennung .....                                                                 | N-50 |
| N.1.5.7   | Entsorgung von Rest- und Altholz .....                                            | N-52 |
| N.1.6     | Leder .....                                                                       | N-52 |
| N.1.6.1   | Allgemeines zur Lederherstellung .....                                            | N-52 |
| N.1.6.1.1 | Die Lage der Lederindustrie .....                                                 | N-52 |
| N.1.6.1.2 | Rohware .....                                                                     | N-53 |
| N.1.6.2   | Verfahren zur Lederherstellung und ihre Auswirkungen<br>auf die Umwelt .....      | N-53 |
| N.1.6.3   | Reinhaltung – Verfahren und Anlagen .....                                         | N-55 |
| N.1.6.3.1 | Abwasser .....                                                                    | N-55 |
| N.1.6.3.2 | Abluft .....                                                                      | N-56 |
| N.1.6.3.3 | Abfälle .....                                                                     | N-56 |
| N.1.6.4   | Anforderungen und Ziele .....                                                     | N-57 |
| N.2       | <b>Stoffquellen-Verkehr</b> .....                                                 | N-57 |
|           | P. Heine                                                                          |      |
| N.2.1     | Einleitung .....                                                                  | N-57 |
| N.2.2     | Kraftfahrzeugverkehr .....                                                        | N-60 |
| N.2.2.1   | Kraftfahrzeugabgase .....                                                         | N-60 |
| N.2.2.1.1 | Ottokraftstoffe .....                                                             | N-61 |
| N.2.2.1.2 | Dieselmotoren .....                                                               | N-63 |
| N.2.2.1.3 | Hauptkomponenten der Automobilabgase .....                                        | N-63 |
| N.2.2.1.4 | Maßnahmen zur Reduzierung der Abgasemissionen .....                               | N-64 |
| N.2.2.1.5 | Emissionsmessungen .....                                                          | N-66 |
| N.2.2.1.6 | Reduktion von Abgasemissionen und Kraftstoffverbrauch .....                       | N-69 |
| N.2.2.2   | Maßnahmen .....                                                                   | N-69 |
| N.2.2.3   | Alternative Kraftstoffe .....                                                     | N-70 |
| N.2.2.3.1 | Methanol und Ethanol .....                                                        | N-71 |
| N.2.2.3.2 | Pflanzenöle .....                                                                 | N-72 |
| N.2.2.3.3 | Erdgas/Flüssiggas .....                                                           | N-72 |
| N.2.2.3.4 | Vergleich einzelner Stoffwerte .....                                              | N-73 |
| N.2.2.3.5 | Wirtschaftlichkeit verschiedener Alternativkraftstoffe .....                      | N-73 |
| N.2.2.3.6 | Abgasemissionsverhalten von Gasmotoren .....                                      | N-74 |
| N.2.2.3.7 | Wasserstoff .....                                                                 | N-74 |
| N.2.2.4   | Alternative Antriebe .....                                                        | N-74 |
| N.2.2.4.1 | Elektroantrieb .....                                                              | N-74 |
| N.2.2.4.2 | Brennstoffzelle .....                                                             | N-75 |
| N.2.2.5   | Produktionsverfahren/Altautoverwertung .....                                      | N-76 |
| N.2.3     | Schienenverkehr .....                                                             | N-77 |
| N.2.4     | Luftverkehr .....                                                                 | N-80 |
| N.2.4.1   | Flugzeugantriebe und deren Abgasverhalten .....                                   | N-80 |

|           |                                                                           |       |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------|-------|
| N.2.4.2   | Richtlinien zur Abgaszertifikation im Flugverkehr .....                   | N-84  |
| N.2.4.3   | Auswirkungen der Abgasemissionen auf Tropopause<br>und Stratosphäre ..... | N-85  |
| N.2.5     | Wasserverkehr .....                                                       | N-87  |
| N.2.5.1   | Technische Grundlagen .....                                               | N-87  |
| N.2.5.2   | Abgasgesetzgebung im Wasserverkehr .....                                  | N-89  |
| N.3       | <b>Stoffquellen im öffentlichen und privaten Bereich</b> .....            | N-90  |
|           | S. Wiesner                                                                |       |
| N.3.1     | Privater Bereich .....                                                    | N-90  |
| N.3.1.1   | Feuerungsanlagen .....                                                    | N-90  |
| N.3.1.2   | Verwendung von Chemikalien .....                                          | N-91  |
| N.3.1.2.1 | Pflanzenschutzmittel .....                                                | N-91  |
| N.3.1.2.2 | Lösungsmittel .....                                                       | N-92  |
| N.3.1.2.3 | Kältemittel und Dämmstoffe .....                                          | N-92  |
| N.3.1.2.4 | Holzschutzmittel .....                                                    | N-92  |
| N.3.1.3   | Abfall und Abwasser .....                                                 | N-92  |
| N.3.1.3.1 | Häuslicher Abfall .....                                                   | N-92  |
| N.3.1.3.2 | Häusliches Abwasser .....                                                 | N-93  |
| N.3.1.4   | Sport und andere Freizeitaktivitäten .....                                | N-93  |
| N.3.1.4.1 | Sport .....                                                               | N-93  |
| N.3.1.4.2 | Freizeitaktivitäten .....                                                 | N-94  |
| N.3.2     | Öffentlicher Bereich .....                                                | N-94  |
| N.3.2.1   | Gesundheits- und Veterinärwesen .....                                     | N-94  |
| N.3.2.1.1 | Abfall .....                                                              | N-95  |
| N.3.2.1.2 | Abwasser .....                                                            | N-95  |
| N.3.2.1.3 | Kesselanlagen .....                                                       | N-96  |
| N.3.2.2   | Bildung, Wissenschaft und Kultur .....                                    | N-96  |
| N.3.2.2.1 | Hochschulen, Forschungseinrichtungen .....                                | N-96  |
| N.3.2.2.2 | Theater .....                                                             | N-97  |
| N.3.2.2.3 | Schulen .....                                                             | N-97  |
| N.3.2.3   | Sport- und Freizeiteinrichtungen .....                                    | N-98  |
| N.3.2.3.1 | Sportplätze .....                                                         | N-98  |
| N.3.2.3.2 | Sporthallen und Schwimmbäder .....                                        | N-98  |
| N.3.2.3.3 | Campingplätze .....                                                       | N-99  |
| N.3.2.4   | Lokale Strom- und Wärmeversorgung .....                                   | N-99  |
| N.3.2.5   | Wasser- und Gasversorgung .....                                           | N-101 |
| N.3.2.5.1 | Wasserversorgung .....                                                    | N-101 |
| N.3.2.5.2 | Gasversorgung .....                                                       | N-101 |
| N.3.2.6   | Abwasserbeseitigung .....                                                 | N-105 |
| N.3.2.6.1 | Kläranlagen .....                                                         | N-105 |
| N.3.2.6.2 | Kanalisation .....                                                        | N-107 |
| N.3.2.7   | Straßenreinigung .....                                                    | N-107 |
| N.3.2.8   | Abfallentsorgung .....                                                    | N-108 |
| N.3.2.8.1 | Thermische Behandlungsanlagen .....                                       | N-109 |
| N.3.2.8.2 | Biologische Behandlungsanlagen .....                                      | N-113 |
| N.3.2.8.3 | Deponien .....                                                            | N-114 |
| N.4       | <b>Pflanzenbau und Viehhaltung</b> .....                                  | N-115 |
|           | W. Haber                                                                  |       |
| N.4.1     | Pflanzenbau – Ackerbau .....                                              | N-116 |
| N.4.1.1   | Ackerbauverfahren und -maßnahmen .....                                    | N-116 |
| N.4.1.2   | Schadstoffemissionen in die Umwelt und ihre Auswirkungen .....            | N-117 |
| N.4.1.2.1 | Dünger .....                                                              | N-117 |
| N.4.1.2.2 | Chemische Pflanzenschutzmittel .....                                      | N-120 |
| N.4.1.2.3 | Kohlenwasserstoffe und Kohlendioxid .....                                 | N-121 |

|                              |                                                                  |            |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------|
| N.4.2                        | Viehhaltung .....                                                | N-122      |
| N.4.2.1                      | Typen und Techniken der Viehhaltung .....                        | N-122      |
| N.4.2.2                      | Schadstoffemissionen in die Umwelt und ihre Auswirkungen .....   | N-123      |
| N.4.2.2.1                    | Ammoniak .....                                                   | N-124      |
| N.4.2.2.2                    | Methan und Kohlendioxid .....                                    | N-126      |
| N.4.3                        | Verminderungs- und Vermeidungsmöglichkeiten und -maßnahmen ..... | N-126      |
| N.4.3.1                      | Stickstoff .....                                                 | N-127      |
| N.4.3.2                      | Methan und andere Kohlenstoffverbindungen .....                  | N-129      |
| N.4.3.3                      | Chemische Pflanzenschutzmittel (Pestizide) .....                 | N-129      |
| N.4.4                        | Umweltschonende Landwirtschaft .....                             | N-131      |
|                              | Literatur .....                                                  | N-132      |
| <b>Sachverzeichnis .....</b> |                                                                  | <b>S-1</b> |

# Inhaltsübersicht

## Gesamtwerk Umweltschutztechnik

|          |                                                             |      |
|----------|-------------------------------------------------------------|------|
| <b>A</b> | <b>Einführung</b>                                           |      |
| A.1      | Allgemeine Bemerkungen zum Umweltschutz .....               | A-1  |
| A.2      | Nachhaltige Entwicklung (sustainable development) .....     | A-2  |
| A.3      | Ökologie und Ökonomie .....                                 | A-3  |
| A.4      | Wirkungen von Eingriffen in die Umwelt .....                | A-3  |
| A.5      | Vorsorgender Umweltschutz .....                             | A-4  |
| A.6      | Nachsorgender Umweltschutz .....                            | A-4  |
| A.7      | Sicherheitstechnik im Umweltschutz .....                    | A-4  |
| A.8      | Stoffbilanzen .....                                         | A-4  |
| <br>     |                                                             |      |
| <b>B</b> | <b>Rechtsgrundlagen des Umweltschutzes</b>                  |      |
| B.1      | Grundlagen des Umweltrechts .....                           | B-1  |
| B.2      | Immissionsschutzrecht .....                                 | B-15 |
| B.3      | Kreislaufwirtschafts- und Abfallrecht .....                 | B-36 |
| B.4      | Gewässerschutzrecht .....                                   | B-45 |
| B.5      | Bodenschutzrecht .....                                      | B-54 |
| <br>     |                                                             |      |
| <b>C</b> | <b>Ökonomie der Umwelttechnik</b>                           |      |
| C.1      | Umweltökonomie und technischer Umweltschutz .....           | C-1  |
| C.2      | Umsetzung von technischem Umweltschutz .....                | C-18 |
| <br>     |                                                             |      |
| <b>D</b> | <b>Auswirkungen von Schadstoffen, Lärm und Strahlen</b>     |      |
| D.1      | Einleitung .....                                            | D-1  |
| D.2      | Immissionswirkungen auf Atmosphäre und Klima .....          | D-2  |
| D.3      | Toxikologie .....                                           | D-16 |
| D.4      | Wirkungen auf Pflanzen .....                                | D-27 |
| D.5      | Wirkungen von Schadstoffen auf Böden .....                  | D-36 |
| D.6      | Lärmwirkungen .....                                         | D-45 |
| D.7      | Immissionen ionisierender Strahlen und ihre Wirkungen ..... | D-54 |

|          |                                                                           |       |
|----------|---------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>E</b> | <b>Produktionsintegrierter Umweltschutz</b>                               |       |
| E.1      | Begriffe .....                                                            | E-1   |
| E.2      | Umweltschutz als technische und gesellschaftspolitische Aufgabe .....     | E-1   |
| E.3      | Der additive Umweltschutz .....                                           | E-1   |
| E.4      | Emissionsarme Produktionsanlagen .....                                    | E-2   |
| E.5      | Die Verpflichtung der chemischen Industrie .....                          | E-3   |
| E.6      | Der integrierte Umweltschutz .....                                        | E-3   |
| <b>F</b> | <b>Gasreinigungsverfahren</b>                                             |       |
| F.1      | Einführung .....                                                          | F-1   |
| F.2      | Partikelabscheidung .....                                                 | F-2   |
| F.3      | Schadgasabscheidung .....                                                 | F-41  |
| <b>G</b> | <b>Gewässerschutz und Abwasserbehandlung</b>                              |       |
| G.1      | Gewässergüte und Selbstreinigung der Gewässer .....                       | G-1   |
| G.2      | Kanalisation .....                                                        | G-36  |
| G.3      | Techniken der Abwasserreinigung .....                                     | G-54  |
| <b>H</b> | <b>Abfallwirtschaft</b>                                                   |       |
| H.1      | Einführung .....                                                          | H-1   |
| H.2      | Abfallbehandlung .....                                                    | H-10  |
| H.3      | Abfallsammlung/Abfalltransport .....                                      | H-34  |
| H.4      | Stoffliche Verwertung .....                                               | H-44  |
| H.5      | Abfallablagerung .....                                                    | H-68  |
| H.6      | Abfallwirtschaftskonzepte .....                                           | H-95  |
| H.7      | Biologische Abfallbehandlung .....                                        | H-104 |
| <b>J</b> | <b>Altlastensanierung und Bodenschutz</b>                                 |       |
| J.1      | Wechselwirkungen mit der Umwelt .....                                     | J-1   |
| J.2      | Erkundung und Bewertung von Altlasten .....                               | J-15  |
| J.3      | Handlungsstrategien für die Sanierung von Altlasten .....                 | J-42  |
| J.4      | Techniken zur Sicherung von Altlasten .....                               | J-48  |
| J.5      | Dekontamination .....                                                     | J-63  |
| J.6      | Bewertungsmodell zur Auswahl geeigneter Sanierungsverfahren (BESAL) ..... | J-106 |
| <b>K</b> | <b>Lärmschutz und Lärmvermeidung</b>                                      |       |
| K.1      | Quellen und Ursachen von Lärmbelastung .....                              | K-1   |
| K.2      | Passive Schallschutzmaßnahmen .....                                       | K-6   |
| K.3      | Beurteilung prognostischer Verfahren zum Schallschutz .....               | K-6   |
| K.4      | Europäische Regelungen im NALS zur Lärminderung .....                     | K-8   |



|          |                                                               |            |
|----------|---------------------------------------------------------------|------------|
| <b>L</b> | <b>Sicherheit im Umweltbereich</b>                            |            |
| L.1      | Gefährdungspotentiale im Umweltbereich .....                  | L-2        |
| L.2      | Gefahren im Sinn der Störfall-Verordnung .....                | L-5        |
| L.3      | Maßnahmen und Vorkehrungen zur Anlagensicherheit .....        | L-17       |
| L.4      | Stand der Sicherheitstechnik an ausgewählten Beispielen ..... | L-53       |
| <b>M</b> | <b>Meß- und Analysetechnik</b>                                |            |
| M.1      | Luft .....                                                    | M-1        |
| M.2      | Wasser/Abwasser .....                                         | M-44       |
| M.3      | Abfall .....                                                  | M-58       |
| M.4      | Boden .....                                                   | M-69       |
| M.5      | Lärmmeßverfahren und Anlagebeurteilung .....                  | M-75       |
| M.6      | Messung der Dosis ionisierender Strahlen .....                | M-81       |
| <b>N</b> | <b>Stoffquellen</b>                                           |            |
| N.1      | Gewerblicher und industrieller Bereich .....                  | N-2        |
| N.2      | Stoffquellen-Verkehr .....                                    | N-57       |
| N.3      | Stoffquellen im öffentlichen und privaten Bereich .....       | N-90       |
| N.4      | Pflanzenbau und Viehhaltung .....                             | N-115      |
|          | <b>Sachverzeichnis</b> .....                                  | <b>S-1</b> |