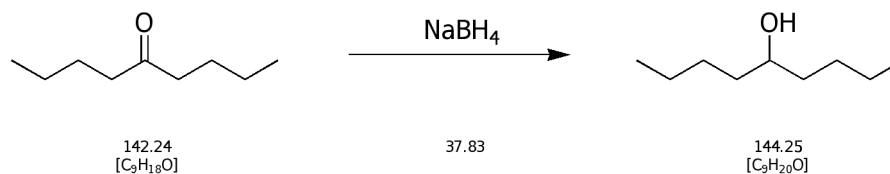


Name: Dirk Meineke  
 Assistent: Sebastian Barfüßer  
 Datum: 1. Juli 2008

## Synthese von 5-Nonanol



### 1 Gefahrensymbole, R- und S-Sätze

|                         |                  |                            |
|-------------------------|------------------|----------------------------|
| Natriumborhydrid (F, T) | R 15-24/25-35    | S 14.2-26-36/37/39-43.6-45 |
| Diethylether (Xn, F)    | R 12-19-22-66-67 | S 9-16-29-33               |
| Ethanol (F)             | R 11             | S 7-16                     |
| 5-Nonanon               |                  |                            |
| 5-Nonanol               |                  |                            |
| Natriumsulfat           |                  |                            |
| Natriumchlorid          |                  |                            |
| Destilliertes Wasser    |                  |                            |

### 2 Entsorgung

|                      |  |
|----------------------|--|
| Natriumborhydrid     | in wässr. Aceton-Lsg. oxidieren, organische Lösungsmittelabfälle |
| Diethylether         | organische Lösungsmittelabfälle                                  |
| Ethanol              | verdünnen, kommunale Entsorgung                                  |
| 5-Nonanon            | organische Lösungsmittelabfälle                                  |
| 5-Nonanol            | organische Lösungsmittelabfälle                                  |
| Natriumsulfat        | in Wasser lösen, kommunale Entsorgung                            |
| Natriumchlorid       | in Wasser lösen, kommunale Entsorgung                            |
| Destilliertes Wasser | kommunale Entsorgung   |

### 3 Arbeitsvorschrift

Es wurde zu einer Lösung aus 5-Nonanon (14.22 g, 100.0 mmol, 17.3 mL, 1.00 Äq.) in Ethanol (50 mL) innerhalb von ca. fünf Minuten Natriumborhydrid (1.89 g, 50.0 mmol, 0.50 Äq.) gegeben. Die Lösung wurde dabei gerührt und mit Eiswasser gekühlt. Anschließend wurde zwei Stunden bei Raumtemperatur gerührt. Das Ethanol wurde weitgehend abdestilliert und der Rückstand mit destilliertem Wasser (50 mL) versetzt. Es wurde mit Diethylether (3 x 50 mL) extrahiert und die vereinigten Etherextrakte mit gesättigter Natriumchlorid-Lsg. (50 mL) gewaschen. Anschließend wurde die organische Phase über Natriumsulfat getrocknet und anschließend destillativ fraktioniert.

#### 3.1 Destillationsprotokoll

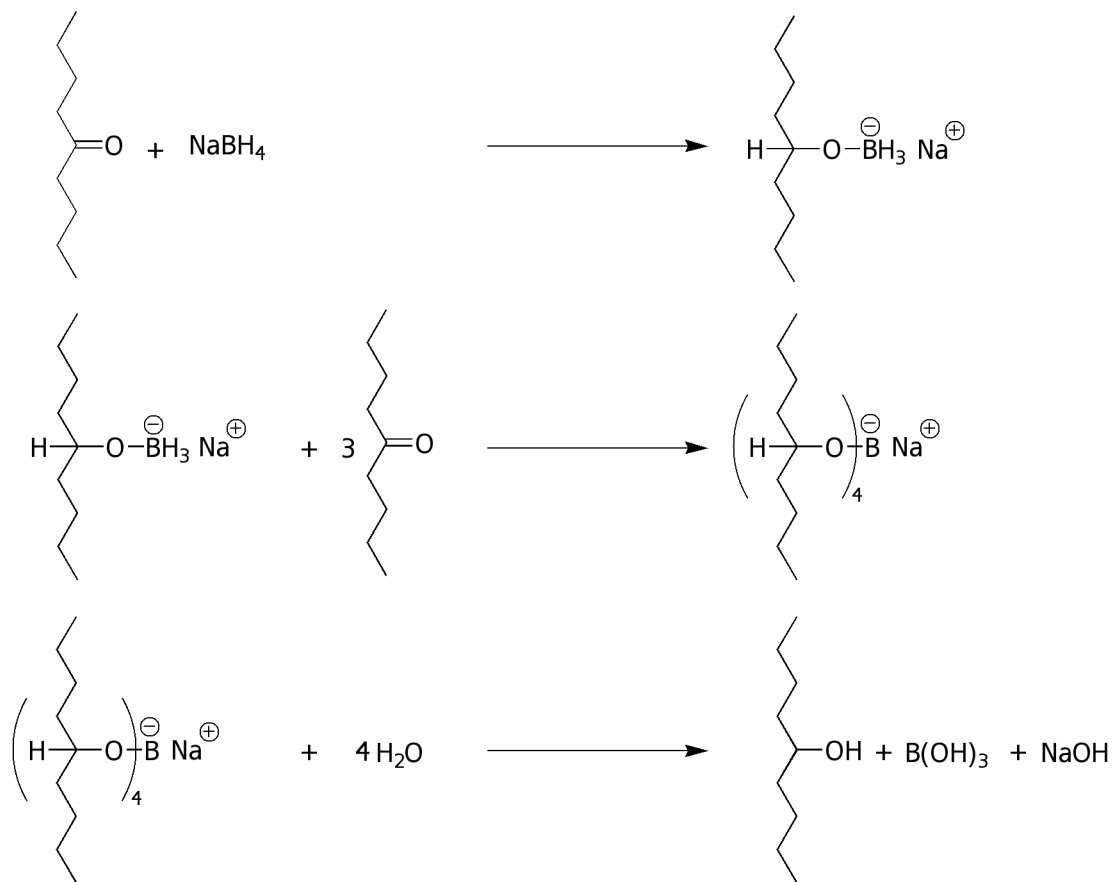
| Fraktion | $t$ [h:min]   | $T_{Heizbad}$ [°C] | $T_{Sdp.}$ [°C] | $m$ [g] | $n_D^{20}$ |
|----------|---------------|--------------------|-----------------|---------|------------|
| 1        | 00:00 - 00:13 | 70-116             | 34-49           | 32.82   | 1.357      |
| 2        | 00:13 - 00:21 | 113-116            | 45-49           | 3.02    | 1.357      |
| 3        | 00:28 - 00:33 | 93-97              | 25-30           | 0.15    |            |
| 4        | 00:33 - 00:47 | 97-164             | 70-75           | 1.41    | 1.431      |
| 5        | 00:47 - 01:22 | 164-171            | 73-75           | 7.93    | 1.431      |

Die ersten beiden Fraktionen wurden bei Normaldruck destilliert. Ab einschließlich der dritten Fraktion wurde der Druck auf ca. 80 bis 160 mbar reduziert. Wie Brechungsindex und Siedetemperatur zeigen, handelt es sich bei den ersten drei Fraktionen um das Lösungsmittel Diethylether [Lit.:  $T_{Sdp.}=34.6$  °C,  $n_D^{20}=1.3530$ ][2]. Die Bestimmung des Brechungsindex der dritten Fraktion war nicht möglich, da die geringe Substanzmenge während der Bestimmung verdampfte, was auf Diethylether schließen lässt. Die vierte Fraktion wurde auf Grund des identischen Brechungsindex mit der fünften Fraktion vereinigt. Wie der Brechungsindex  $n_D^{20}=1.431$  zeigt handelt es sich hierbei um 5-Nonanol [Lit.:  $n_D^{20}=1.4292$ ][4]. Es konnten 9.34 g (64.7 mmol, 65% [Lit.: 89%][4]) einer farblosen Flüssigkeit isoliert werden.

### 4 Analytik

$$n_D^{20}=1.431 \quad [\text{Lit.: } n_D^{20}=1.4292][4]$$

## 5 Mechanismus



## 6 Liste der R- und S-Sätze

### 6.1 R-Sätze: Liste der Hinweise auf die besonderen Gefahren

- R 1 In trockenem Zustand explosionsgefährlich
- R 2 Durch Schlag, Reibung, Feuer oder andere Zündquellen explosionsgefährlich
- R 3 Durch Schlag, Reibung, Feuer oder andere Zündquellen besonders explosionsgefährlich
- R 4 Bildet hochempfindliche explosionsgefährliche Metallverbindungen
- R 5 Beim Erwärmen explosionsfähig
- R 6 Mit und ohne Luft explosionsfähig
- R 7 Kann Brand verursachen
- R 8 Feuergefahr bei Berührung mit brennbaren Stoffen
- R 9 Explosionsgefahr bei Mischung mit brennbaren Stoffen
- R 10 Entzündlich
- R 11 Leichtentzündlich
- R 12 Hochentzündlich
- R 14 Reagiert heftig mit Wasser
- R 15 Reagiert mit Wasser unter Bildung hochentzündlicher Gase
- R 16 Explosionsgefährlich in Mischung mit brandfördernden Stoffen
- R 17 Selbstentzündlich an der Luft
- R 18 Bei Gebrauch Bildung explosionsfähiger/leichtentzündlicher Dampf/Luft-Gemische möglich
- R 19 Kann explosionsfähige Peroxide bilden
- R 20 Gesundheitsschädlich beim Einatmen
- R 21 Gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut
- R 22 Gesundheitsschädlich beim Verschlucken
- R 23 Giftig beim Einatmen
- R 24 Giftig bei Berührung mit der Haut
- R 25 Giftig beim Verschlucken
- R 26 Sehr giftig beim Einatmen
- R 27 Sehr giftig bei Berührung mit der Haut
- R 28 Sehr giftig beim Verschlucken
- R 29 Entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase
- R 30 Kann bei Gebrauch leichtentzündlich werden
- R 31 Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase
- R 32 Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase
- R 33 Gefahr kumulativer Wirkungen
- R 34 Verursacht Verätzungen
- R 35 Verursacht schwere Verätzungen
- R 36 Reizt die Augen
- R 37 Reizt die Atmungsorgane
- R 38 Reizt die Haut
- R 39 Ernste Gefahr irreversiblen Schadens
- R 40 Verdacht auf krebserzeugende Wirkung
- R 41 Gefahr ernster Augenschäden
- R 42 Sensibilisierung durch Einatmen möglich
- R 43 Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich
- R 44 Explosionsgefahr bei Erhitzen unter Einschluss
- R 45 Kann Krebs erzeugen
- R 46 Kann vererbare Schäden verursachen
- R 48 Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition
- R 49 Kann Krebs erzeugen beim Einatmen
- R 50 Sehr giftig für Wasserorganismen
- R 51 Giftig für Wasserorganismen
- R 52 Schädlich für Wasserorganismen
- R 53 Kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben
- R 54 Giftig für Pflanzen
- R 55 Giftig für Tiere
- R 56 Giftig für Bodenorganismen
- R 57 Giftig für Bienen
- R 58 Kann längerfristig schädliche Wirkungen auf die Umwelt haben
- R 59 Gefährlich für die Ozonschicht
- R 60 Kann die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen
- R 61 Kann das Kind im Mutterleib schädigen
- R 62 Kann möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen
- R 63 Kann das Kind im Mutterleib möglicherweise schädigen
- R 64 Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen
- R 65 Gesundheitsschädlich: Kann beim Verschlucken Lungenschäden verursachen
- R 66 Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen
- R 67 Dämpfe können Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen
- R 68 Irreversibler Schaden möglich

## 6.2 Kombination der R-Sätze

|               |   |
|---------------|---|
| R 14/15       | Reagiert heftig mit Wasser unter Bildung hochentzündlicher Gase   |
| R 15/29       | Reagiert mit Wasser unter Bildung giftiger und hochentzündlicher Gase   |
| R 20/21       | Gesundheitsschädlich beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut   |
| R 20/22       | Gesundheitsschädlich beim Einatmen und Verschlucken   |
| R 20/21/22    | Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut   |
| R 21/22       | Gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut und beim Verschlucken   |
| R 23/24       | Giftig beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut   |
| R 23/25       | Giftig beim Einatmen und Verschlucken   |
| R 23/24/25    | Giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut   |
| R 24/25       | Giftig bei Berührung mit der Haut und beim Verschlucken   |
| R 26/27       | Sehr giftig beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut  |
| R 26/28       | Sehr giftig beim Einatmen und Verschlucken  |
| R 26/27/28    | Sehr giftig beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut  |
| R 27/28       | Sehr giftig bei Berührung mit der Haut und beim Verschlucken  |
| R 36/37       | Reizt die Augen und die Atmungsorgane   |
| R 36/38       | Reizt die Augen und die Haut  |
| R 36/37/38    | Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut   |
| R 37/38       | Reizt die Atmungsorgane und die Haut  |
| R 39/23       | Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen   |
| R 39/24       | Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut   |
| R 39/25       | Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Verschlucken   |
| R 39/23/24    | Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen und bei Berührung mit der Haut  |
| R 39/23/25    | Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen und durch Verschlucken  |
| R 39/24/25    | Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut und durch Verschlucken  |
| R 39/23/24/25 | Giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken                                    |
| R 39/26       | Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen  |
| R 39/27       | Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut  |
| R 39/28       | Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Verschlucken  |
| R 39/26/27    | Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen und bei Berührung mit der Haut   |
| R 39/26/28    | Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen und durch Verschlucken   |
| R 39/27/28    | Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut und durch Verschlucken   |
| R 39/26/27/28 | Sehr giftig: ernste Gefahr irreversiblen Schadens durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken                               |
| R 42/43       | Sensibilisierung durch Einatmen und Hautkontakt möglich   |
| R 48/20       | Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Berührung mit der Haut               |
| R 48/21       | Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Berührung mit der Haut                                  |
| R 48/22       | Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Verschlucken  |
| R 48/20/21    | Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Berührung mit der Haut               |
| R 48/20/22    | Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Verschlucken                         |
| R 48/21/22    | Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Berührung mit der Haut und durch Verschlucken           |
| R 48/20/21/22 | Gesundheitsschädlich: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken |
| R 48/23       | Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen  |
| R 48/24       | Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Berührung mit der Haut  |
| R 48/25       | Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Verschlucken  |
| R 48/23/24    | Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Berührung mit der Haut                             |
| R 48/23/25    | Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen und durch Verschlucken                                       |
| R 48/24/25    | Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Berührung mit der Haut und durch Verschlucken                         |
| R 48/23/24/25 | Giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken               |
| R 50/53       | Sehr giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben  |
| R 51/53       | Giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben   |
| R 52/53       | Schädlich für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben  |
| R 68/20       | Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen   |
| R 68/21       | Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut   |
| R 68/22       | Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Verschlucken   |
| R 68/20/21    | Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen und bei Berührung mit der Haut  |
| R 68/20/22    | Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen und durch Verschlucken  |
| R 68/21/22    | Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens bei Berührung mit der Haut und durch Verschlucken                                    |
| R 68/20/21/22 | Gesundheitsschädlich: Möglichkeit irreversiblen Schadens durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken                        |

### 6.3 S-Sätze: Liste der Sicherheitsratschläge

- S 1 Unter Verschluss aufbewahren
- S 2 Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen
- S 3 Kühl aufbewahren
- S 4 Von Wohnplätzen fernhalten
- S 5 Unter ... aufbewahren (geeignete Flüssigkeit vom Hersteller anzugeben)
- S 6 Unter ... aufbewahren (inertes Gas vom Hersteller anzugeben)
- S 7 Behälter dicht geschlossen halten
- S 8 Behälter trocken halten
- S 9 Behälter an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren
- S 12 Behälter nicht gasdicht verschließen
- S 13 Von Nahrungsmitteln, Getränken und Futtermitteln fernhalten
- S 14 Von ... fernhalten (inkompatible Substanzen sind vom Hersteller anzugeben)
- S 15 Vor Hitze schützen
- S 16 Von Zündquellen fernhalten - Nicht rauchen
- S 17 Von brennbaren Stoffen fernhalten
- S 18 Behälter mit Vorsicht öffnen und handhaben
- S 20 Bei der Arbeit nicht essen und trinken
- S 21 Bei der Arbeit nicht rauchen
- S 22 Staub nicht einatmen
- S 23 Gas/Rauch/Dampf/Aerosol nicht einatmen (geeignete Bezeichnung(en) vom Hersteller anzugeben)
- S 24 Berührung mit der Haut vermeiden
- S 25 Berührung mit den Augen vermeiden
- S 26 Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren
- S 27 Beschmutzte, getränkte Kleidung sofort ausziehen
- S 28 Bei Berührung mit der Haut sofort abwaschen mit viel ... (vom Hersteller anzugeben)
- S 29 Nicht in die Kanalisation gelangen lassen
- S 30 Niemals Wasser hinzugießen
- S 33 Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen treffen
- S 35 Abfälle und Behälter müssen in gesicherter Weise beseitigt werden
- S 36 Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung tragen
- S 37 Geeignete Schutzhandschuhe tragen
- S 38 Bei unzureichender Belüftung Atemschutzgerät anlegen
- S 39 Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen
- S 40 Fußboden und verunreinigte Gegenstände mit ... reinigen (Material vom Hersteller anzugeben)
- S 41 Explosions- und Brandgase nicht einatmen
- S 42 Beim Räuchern/Versprühen geeignetes Atemschutzgerät anlegen (geeignete Bezeichnung(en) vom Hersteller anzugeben)
- S 43 Zum Löschen ... (vom Hersteller anzugeben) verwenden (wenn Wasser die Gefahr erhöht, anfügen: Kein Wasser verwenden)
- S 45 Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt zuziehen (wenn möglich, dieses Etikett vorzeigen)
- S 46 Bei Verschlucken sofort ärztlichen Rat einholen und Verpackung oder Etikett vorzeigen
- S 47 Nicht bei Temperaturen über ... °C aufbewahren (vom Hersteller anzugeben)
- S 48 Feucht halten mit ... (geeignetes Mittel vom Hersteller anzugeben)
- S 49 Nur im Originalbehälter aufbewahren
- S 50 Nicht mischen mit ... (vom Hersteller anzugeben)
- S 51 Nur in gut gelüfteten Bereichen verwenden
- S 52 Nicht großflächig für Wohn- und Aufenthaltsräume zu verwenden
- S 53 Exposition vermeiden ... vor Gebrauch besondere Anweisungen einholen
- S 56 Dieses Produkt und seinen Behälter der Problemabfallentsorgung zuführen
- S 57 Zur Vermeidung einer Kontamination der Umwelt geeigneten Behälter verwenden
- S 59 Informationen zur Wiederverwendung/Wiederverwertung beim Hersteller/Lieferanten erfragen
- S 60 Dieses Produkt und sein Behälter sind als gefährlicher Abfall zu entsorgen
- S 61 Freisetzung in die Umwelt vermeiden. Besondere Anweisungen einholen / Sicherheitsdatenblatt zu Rate ziehen
- S 62 Bei Verschlucken kein Erbrechen herbeiführen. Sofort ärztlichen Rat einholen und Verpackung oder dieses Etikett vorzeigen
- S 63 Bei Unfall durch Einatmen: Verunfallten an die frische Luft bringen und ruhigstellen
- S 64 Bei Verschlucken Mund mit Wasser ausspülen (nur wenn Verunfallter bei Bewusstsein ist)

## 6.4 Kombination der S-Sätze

|             |  |
|-------------|--|
| S 1/2       | Unter Verschluss und für Kinder unzugänglich aufbewahren   |
| S 3/7       | Behälter dicht geschlossen halten und an einem kühlen Ort aufbewahren  |
| S 3/9/14    | An einem kühlen, gut gelüfteten Ort, entfernt von ... aufbewahren (die Stoffe, mit denen Kontakt vermieden werden muss, sind vom Hersteller anzugeben)                         |
| S 3/9/14/49 | Nur im Originalbehälter an einem kühlen, gut gelüfteten Ort, entfernt von ... aufbewahren (die Stoffe, mit denen Kontakt vermieden werden muss, sind vom Hersteller anzugeben) |
| S 3/9/49    | Nur im Originalbehälter an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufbewahren  |
| S 3/14      | An einem kühlen, von ... entfernten Ort aufbewahren (die Stoffe, mit denen Kontakt vermieden werden muss sind vom Hersteller anzugeben)  |
| S 7/8       | Behälter trocken und dicht geschlossen halten  |
| S 7/9       | Behälter dicht geschlossen an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren   |
| S 7/47      | Behälter dicht geschlossen und nicht bei Temperaturen über ... °C aufbewahren (vom Hersteller anzugeben)   |
| S 20/21     | Bei der Arbeit nicht essen, trinken, rauchen   |
| S 24/25     | Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden   |
| S 27/28     | Bei Berührung mit der Haut beschmutzte, getränkte Kleidung sofort ausziehen und Haut sofort abwaschen mit viel ... (vom Hersteller anzugeben)                                  |
| S 29/35     | Nicht in die Kanalisation gelangen lassen; Abfälle und Behälter müssen in gesicherter Weise beseitigt werden   |
| S 29/56     | Nicht in die Kanalisation gelangen lassen; dieses Produkt und seinen Behälter der Problemabfallentsorgung zuführen   |
| S 36/37     | Bei der Arbeit geeignete Schutzhandschuhe und Schutzkleidung tragen  |
| S 36/37/39  | Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung, Schutzhandschuhe und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen   |
| S 36/39     | Bei der Arbeit geeignete Schutzkleidung und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen   |
| S 37/39     | Bei der Arbeit geeignete Schutzhandschuhe und Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen   |
| S 47/49     | Nur im Originalbehälter bei einer Temperatur von nicht über ... °C (vom Hersteller anzugeben) aufbewahren  |

## Literatur

- [1] *Handbuch Feinchemikalien*. SIGMA-ALDRICH Chemie GmbH, Taufenkirchen, 2007-2008.
- [2] *Merck Chemicals*, Mai 2008. URL: <http://www.merck-chemicals.com>.
- [3] AL., H. G. BECKER ET: *Organikum*. Wiley-VCH, Weinheim, 21. Auflage, 2001.
- [4] TIETZE, T. EICHER; L. F.: *Organisch-Chemisches Grundpraktikum*. Thieme Verlag, Stuttgart, 2. Auflage, 1995.