

Quelle: <https://www.arbeitssicherheit.de//document/937fb8a0-df96-3d73-9770-5bd696565a7b>

## Bibliografie

|                           |                                                                                                                 |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Titel</b>              | Technische Regeln für Gefahrstoffe Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen (TRGS 727) |
| <b>Amtliche Abkürzung</b> | TRGS 727                                                                                                        |
| <b>Normtyp</b>            | Technische Regel                                                                                                |
| <b>Normgeber</b>          | Bund                                                                                                            |
| <b>Gliederungs-Nr.</b>    | Keine FN                                                                                                        |

## Anhang F TRGS 727 - Leitfähigkeiten und Relaxationszeiten ausgewählter Flüssigkeiten

Die nachfolgenden Tabellen 16 und 17 geben Leitfähigkeiten und Relaxationszeiten ausgewählter Flüssigkeiten wieder.

Tabelle 16: Leitfähigkeit und Relaxationszeit ausgewählter Flüssigkeitsgruppen

| Flüssigkeit                                               | Leitfähigkeit (S/m)                          | Relaxationszeit (s) |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------|
| niedrige Leitfähigkeit                                    |                                              |                     |
| hochreine Paraffine                                       | 10 <sup>-14</sup>                            | 2 000               |
| Schmieröle                                                | 10 <sup>-14</sup> -10 <sup>-9</sup>          | 0,02-2 000          |
| typische Paraffine                                        | 10 <sup>-13</sup> -10 <sup>-11</sup>         | 2-200               |
| gereinigte aromatische Verbindungen (z. B. Toluol, Xylol) | 10 <sup>-13</sup> -10 <sup>-11</sup>         | 2-200               |
| Petroleum                                                 | 10 <sup>-13</sup> -5 · 10 <sup>-11</sup>     | 0,4-200             |
| Benzin abhängig vom Schwefelgehalt*)                      | 10 <sup>-13</sup> -10 <sup>-10</sup>         | 0,2-200             |
| Weißöle                                                   | 10 <sup>-13</sup> -10 <sup>-10</sup>         | 0,2-200             |
| Ether                                                     | 10 <sup>-13</sup> -10 <sup>-10</sup>         | 0,2-200             |
| Gasöl                                                     | 10 <sup>-12</sup> -10 <sup>-10</sup>         | 0,2-20              |
| aromatische Markenlösemittelgemische                      | 10 <sup>-12</sup> -10 <sup>-9</sup>          | 0,02-20             |
| typische aromatische Verbindungen                         | 5 · 10 <sup>-12</sup> -5 · 10 <sup>-11</sup> | 0,4-4               |

| Flüssigkeit                                                                                                                                                                                                        | Leitfähigkeit (S/m)            | Relaxationszeit (s)                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| Erdgaskondensat ohne Korrosionsinhibitor                                                                                                                                                                           | $10^{-11}$ - $10^{-10}$        | 0,2-2                                 |
| mittlere Leitfähigkeit                                                                                                                                                                                             |                                |                                       |
| Treibstoffe*) und Öle mit leitfähigen Additiven                                                                                                                                                                    | $5 \cdot 10^{-11}$ - $10^{-9}$ | 0,02-0,04                             |
| schwere (schwarze) Heizöle                                                                                                                                                                                         | $5 \cdot 10^{-11}$ - $10^{-7}$ | $2 \cdot 10^{-4}$ -0,4                |
| Ester                                                                                                                                                                                                              | $10^{-10}$ - $10^{-6}$         | $2 \cdot 10^{-5}$ -0,2                |
| hohe Leitfähigkeit                                                                                                                                                                                                 |                                |                                       |
| Rohöl                                                                                                                                                                                                              | $\geq 10^{-9}$                 | $\leq 0,02$                           |
| Erdgaskondensat mit Korrosionsinhibitor                                                                                                                                                                            | $\geq 10^{-9}$                 | $\leq 0,02$                           |
| Alkohole                                                                                                                                                                                                           | $10^{-6}$ - $10^{-4}$          | $2 \cdot 10^{-7}$ - $2 \cdot 10^{-5}$ |
| Ketone                                                                                                                                                                                                             | $10^{-7}$ - $10^{-4}$          | $2 \cdot 10^{-7}$ - $2 \cdot 10^{-4}$ |
| Wasser, nicht destilliert                                                                                                                                                                                          | $\geq 10^{-4}$                 | $\leq 2 \cdot 10^{-7}$                |
| destilliertes Wasser                                                                                                                                                                                               | $5 \cdot 10^{-6}$              | $10^{-6}$                             |
| *) Besonders hohe Aufladungen treten beim Einsatz von Kraftstoffen auf, deren schwefelhaltige Komponenten ersetzt worden sind, z. B. bei Leitfähigkeiten $< 50$ pS/m und gleichzeitigem Schwefelgehalt $< 50$ ppm. |                                |                                       |

Tabelle 17 enthält Leitfähigkeiten von Flüssigkeiten gemessen von verschiedenen Autoren, entnommen aus "Techniques of Chemistry Volume II, Organic Solvents, Physical Properties and Methods of Purification." John A. Riddick und William B. Bunger, John Wiley & Sons, 4. Auflage 1986.

Die Werte hängen von Verunreinigungen der Flüssigkeit ab und sind daher als orientierend zu betrachten. Wird eine Flüssigkeit in reiner Form verwendet, muss mit geringeren Leitfähigkeiten gerechnet werden.

Kohlenwasserstoffe sind in reiner Form stets als isolierend anzusehen.

Tabelle 17: Leitfähigkeit von Flüssigkeiten nach John A. Riddick und William B. Bunger

| Flüssigkeit              | Formel                                              | Leitfähigkeit (S/m)<br>(gemessen bei °C) |
|--------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Acetaldehyd              | $\text{CH}_3\text{CHO}$                             | $1,20 \cdot 10^{-4}$ (0 °C)              |
| Acetamid                 | $\text{CH}_3\text{CONH}_2$                          | $8,8 \cdot 10^{-5}$ (83,2 °C)            |
| Acetessigsäureethylester | $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ | $4 \cdot 10^{-6}$ (25 °C)                |
| Aceton                   | $\text{CH}_3\text{COCH}_3$                          | $4,9 \cdot 10^{-7}$ (25 °C)              |
| Acetonitril              | $\text{CH}_3\text{CN}$                              | $6 \cdot 10^{-8}$ (25 °C)                |

| Flüssigkeit             | Formel                             | Leitfähigkeit (S/m)<br>(gemessen bei °C) |
|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|
| Acetophenon             | <chem>C6H5COCH3</chem>             | $3,1 \cdot 10^{-7}$ (25 °C)              |
| Acrolein                | <chem>CH2 = CHCHO</chem>           | $1,55 \cdot 10^{-5}$ (- °C)              |
| Allylamin               | <chem>CH2 = CHCH2NH2</chem>        | $5,7 \cdot 10^{-3}$ (25 °C)              |
| Ameisensäure            | <chem>HCOOH</chem>                 | $6,08 \cdot 10^{-3}$ (- °C)              |
| Ameisensäureethylester  | <chem>HCOOC2H5</chem>              | $1,45 \cdot 10^{-7}$ (20 °C)             |
| Ameisensäuremethylester | <chem>HCOOCH3</chem>               | $1,92 \cdot 10^{-4}$ (17 °C)             |
| Ameisensäurepropylester | <chem>HCOOCH2CH2CH3</chem>         | $5,5 \cdot 10^{-3}$ (17 °C)              |
| 2-Aminoethanol          | <chem>HOCH2CH2NH2</chem>           | $11,0 \cdot 10^{-4}$ (25 °C)             |
| Anilin                  | <chem>C6H5NH2</chem>               | $2,4 \cdot 10^{-6}$ (25 °C)              |
| Anisol                  | <chem>C6H5OCH3</chem>              | $1 \cdot 10^{-11}$ (25 °C)               |
| Benzin                  |                                    | ca. $1 \cdot 10^{-13}$ (20 °C)           |
| Benzoesäureethylester   | <chem>C6H5COOCH2CH3</chem>         | $1 \cdot 10^{-7}$ (25 °C)                |
| Benzonitril             | <chem>C6H5CN</chem>                | $0,5 \cdot 10^{-5}$ (25 °C)              |
| Bernsteinsäuredinitril  | <chem>NCCH2CH2CN</chem>            | $5,64 \cdot 10^{-2}$ (- °C)              |
| Brombenzol              | <chem>C6H5Br</chem>                | $1,2 \cdot 10^{-9}$ (25 °C)              |
| 1-Bromnaphthalin        | <chem>C10H7Br</chem>               | $3,66 \cdot 10^{-9}$ (25 °C)             |
| Bromoform               | <chem>CHBr3</chem>                 | $< 2 \cdot 10^{-6}$ (25 °C)              |
| Butanol-(1)             | <chem>CH3CH2CH2CH2OH</chem>        | $9,12 \cdot 10^{-7}$ (- °C)              |
| Butanol-(2)             | <chem>CH3CH2CHOHCH3</chem>         | $< 1,0 \cdot 10^{-5}$ (- °C)             |
| tert. Butanol           | <chem>(CH3)3COH</chem>             | $2,66 \cdot 10^{-6}$ (27 °C)             |
| Butanon-(2)             | <chem>CH3CH2COCH3</chem>           | $3,6 \cdot 10^{-7}$ (- °C)               |
| 2-Butoxyethanol         | <chem>CH3CH2CH2CH2OCH2CH2OH</chem> | $4,32 \cdot 10^{-5}$ (20 °C)             |
| Caprylsäure             | <chem>CH3(CH2)5CH2COOH</chem>      | $< 3,7 \cdot 10^{-11}$ (- °C)            |
| Chinolin                | <chem>C9H7N</chem>                 | $2,2 \cdot 10^{-6}$ (25 °C)              |
| Chlorethan              | <chem>CH3CH2Cl</chem>              | $< 3 \cdot 10^{-7}$ (0 °C)               |

| Flüssigkeit               | Formel                    | Leitfähigkeit (S/m)<br>(gemessen bei °C) |
|---------------------------|---------------------------|------------------------------------------|
| Chlorbenzol               | $C_6H_5Cl$                | $7 \cdot 10^{-9}$ (25 °C)                |
| 1-Chlorbutan              | $CH_3CH_2CH_2CH_2Cl$      | $1 \cdot 10^{-8}$ (30 °C)                |
| 2-Chlorbutan              | $CH_3CH_2CH(Cl)CH_3$      | $1 \cdot 10^{-8}$ (30 °C)                |
| 1-Chlor-2-methylpropan    | $(CH_3)_2CHCH_2Cl$        | $1 \cdot 10^{-8}$ (30 °C)                |
| 2-Chlor-2-methylpropan    | $(CH_3)_3CCl$             | $1 \cdot 10^{-8}$ (30 °C)                |
| Chloroform                | $CHCl_3$                  | $< 1 \cdot 10^{-8}$ (25 °C)              |
| Cyansäureethylester       | $NCCH_2COOCH_2CH_3$       | $6,9 \cdot 10^{-5}$ (25 °C)              |
| Cyansäuremethylester      | $NCCH_2COOCH_3$           | $4,49 \cdot 10^{-5}$ (25 °C)             |
| Cyclohexanon              | $CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CO$  | $5 \cdot 10^{-6}$ (25 °C)                |
| Diethylenglykol           | $HOCH_2CH_2OCH_2CH_2OH$   | $5,86 \cdot 10^{-5}$ (20 °C)             |
| 1,2-Dibromethan           | $CH_2BrCH_2Br$            | $< 2 \cdot 10^{-8}$ (19 °C)              |
| 1,1-Dichlorethan          | $CH_3CHCl_2$              | $2,0 \cdot 10^{-7}$ (- °C)               |
| 1,2-Dichlorethan          | $CH_2ClCH_2Cl$            | $4,0 \cdot 10^{-9}$ (25 °C)              |
| cis-1,2-Dichlorethylen    | $CHClCHCl$                | $8,5 \cdot 10^{-7}$ (25 °C)              |
| o-Dichlorbenzol           | $o-C_6H_4Cl_2$            | $3 \cdot 10^{-9}$ (25 °C)                |
| Dichlormethan             | $CH_2Cl_2$                | $4,3 \cdot 10^{-9}$ (25 °C)              |
| Dieselöl (technisch rein) |                           | ca. $1 \cdot 10^{-13}$ (20 °C)           |
| N,N-Dimethylformamid      | $HCON(CH_3)_2$            | $6 \cdot 10^{-6}$ (25 °C)                |
| Dimethylsulfoxid          | $(CH_3)_2SO$              | $2 \cdot 10^{-7}$ (25 °C)                |
| p-Dioxan                  | $C_4H_8O_2$               | $5 \cdot 10^{-13}$ (25 °C)               |
| Epichlorhydrin            | $C_3H_5OCl$               | $3,4 \cdot 10^{-6}$ (25 °C)              |
| Essigsäure                | $CH_3COOH$                | $6 \cdot 10^{-7}$ (25 °C)                |
| Essigsäureethylester      | $CH_3COOCH_2CH_3$         | $< 1 \cdot 10^{-7}$ (- °C)               |
| Essigsäureamylester       | $CH_3COOCH_2(CH_2)_3CH_3$ | $1,6 \cdot 10^{-7}$ (25 °C)              |
| Essigsäureisobutylester   | $CH_3COOCH_2CH(CH_3)_2$   | $2,55 \cdot 10^{-2}$ (19 °C)             |

| Flüssigkeit             | Formel                        | Leitfähigkeit (S/m)<br>(gemessen bei °C) |
|-------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|
| Essigsäuremethylester   | <chem>CH3COOCH3</chem>        | $3,4 \cdot 10^{-4}$ (20 °C)              |
| Essigsäurepropylester   | <chem>CH3COOCH2CH2CH3</chem>  | $2,2 \cdot 10^{-5}$ (17 °C)              |
| Ethanol                 | <chem>CH3CH2OH</chem>         | $1,35 \cdot 10^{-7}$ (25 °C)             |
| 2-Ethoxyethanol         | <chem>CH3CH2OCH2CH2OH</chem>  | $9,3 \cdot 10^{-6}$ (- °C)               |
| Ethylbromid             | <chem>CH3CH2Br</chem>         | $< 2 \cdot 10^{-6}$ (25 °C)              |
| Ethylchlorid            | <chem>CH3CH2Cl</chem>         | $< 3 \cdot 10^{-7}$ (0 °C)               |
| Ethylendiamin           | <chem>H2NCH2CH2NH2</chem>     | $9 \cdot 10^{-6}$ (25 °C)                |
| Ethylenglykol           | <chem>(CH2OH)2</chem>         | $1,16 \cdot 10^{-4}$ (25 °C)             |
| Ethylenimin             | <chem>(CH2CH2)NH</chem>       | $8 \cdot 10^{-4}$ (25 °C)                |
| Formamid                | <chem>HCONH2</chem>           | $< 2 \cdot 10^{-5}$ (- °C)               |
| Glycerin                | <chem>HOCH2CH(OH)CH2OH</chem> | ca. $0,6 \cdot 10^{-5}$ (25 °C)          |
| Isoamylalkohol          | <chem>(CH3)2CHCH2CH2OH</chem> | $1,4 \cdot 10^{-7}$ (25 °C)              |
| Isobutanol              | <chem>(CH3)2CHCH2OH</chem>    | $1,6 \cdot 10^{-6}$ (25 °C)              |
| Isovaleriansäure        | <chem>(CH3)2CHCH2COOH</chem>  | $< 4 \cdot 10^{-11}$ (80 °C)             |
| Kohlensäureethylenester | <chem>C3H4O3</chem>           | $1 \cdot 10^{-5}$ (- °C)                 |
| Kohlensäurediethylester | <chem>(CH3CH2O)2CO</chem>     | $9,1 \cdot 10^{-8}$ (25 °C)              |
| m-Kresol                | <chem>m-CH3C6H4OH</chem>      | $1,397 \cdot 10^{-6}$ (25 °C)            |
| o-Kresol                | <chem>o-CH3C6H4OH</chem>      | $1,27 \cdot 10^{-7}$ (25 °C)             |
| p-Kresol                | <chem>p-CH3C6H4OH</chem>      | $1,378 \cdot 10^{-6}$ (25 °C)            |
| Methanol                | <chem>CH3OH</chem>            | $1,5 \cdot 10^{-7}$ (25 °C)              |
| N-Methylacetamid        | <chem>CH3CONH(CH3)</chem>     | $2 \cdot 10^{-5}$ (40 °C)                |
| N-Methylformamid        | <chem>HCONH(CH3)</chem>       | $8 \cdot 10^{-5}$ (25 °C)                |
| 4-Methyl-2-pentanon     | <chem>(CH3)2CHCH2COCH3</chem> | $< 5,2 \cdot 10^{-6}$ (35 °C)            |
| N-Methyl-2-pyrrolidon   | <chem>C5H9ON</chem>           | $2 \cdot 10^{-6}$ (25 °C)                |
| 2-Methoxyethanol        | <chem>CH3OCH2CH2OH</chem>     | $1,09 \cdot 10^{-4}$ (20 °C)             |

| Flüssigkeit              | Formel                                                                        | Leitfähigkeit (S/m)<br>(gemessen bei °C) |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Milchsäureethylester     | $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOCH}_2\text{CH}_3$                    | $1,0 \cdot 10^{-4}$ (25 °C)              |
| Nitroethan               | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NO}_2$                                           | $5 \cdot 10^{-5}$ (30 °C)                |
| Nitrobenzol              | $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$                                             | $2,05 \cdot 10^{-8}$ (25 °C)             |
| Nitromethan              | $\text{CH}_3\text{NO}_2$                                                      | $5 \cdot 10^{-7}$ (25 °C)                |
| 1-Nitropropan            | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NO}_2$                                | $3,3 \cdot 10^{-5}$ (35 °C)              |
| 2-Nitropropan            | $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NO}_2)\text{CH}_3$                                | $5 \cdot 10^{-5}$ (30 °C)                |
| Octanol-(1)              | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_2\text{OH}$                              | $1,39 \cdot 10^{-5}$ (23 °C)             |
| Oxalsäurediethylester    | $(\text{COOCH}_2\text{CH}_3)_2$                                               | $7,12 \cdot 10^{-5}$ (25 °C)             |
| Phenetol                 | $\text{C}_6\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$                                   | $< 1,7 \cdot 10^{-6}$ (25 °C)            |
| Phenol                   | $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$                                               | $(1-3) \cdot 10^{-6}$ (50 °C)            |
| Phthalsäuredibutylester  | $1,2\text{-C}_6\text{H}_4(\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3)_2$ | $1,8 \cdot 10^{-7}$ (30 °C)              |
| Propanol-(1)             | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$                                  | $9,17 \cdot 10^{-7}$ (18 °C)             |
| Propanol-(2)             | $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$                                                  | $5,8 \cdot 10^{-6}$ (25 °C)              |
| Propionaldehyd           | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$                                            | $1 \cdot 10^{-2}$ (25 °C)                |
| Propionitril             | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CN}$                                             | $8,51 \cdot 10^{-6}$ (25 °C)             |
| Propionsäure             | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$                                           | $< 1 \cdot 10^{-7}$ (25 °C)              |
| Propionsäureethylester   | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$                             | $8,33 \cdot 10^{-2}$ (17 °C)             |
| Pyridin                  | $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$                                                | $4,0 \cdot 10^{-6}$ (25 °C)              |
| Salicylaldehyd           | $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$                                              | $1,64 \cdot 10^{-5}$ (25 °C)             |
| Sebacinsäuredibutylester | $\text{C}_4\text{H}_9\text{OOC}(\text{CH}_2)_8\text{COOC}_4\text{H}_9$        | $1,7 \cdot 10^{-9}$ (30 °C)              |
| Stearinsäurebutylester   | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}$                                               | $2,1 \cdot 10^{-11}$ (30 °C)             |
|                          | $\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$                             |                                          |
| Sulfolan                 | $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2\text{S}$                                      | $< 2 \cdot 10^{-6}$ (30 °C)              |
| Tetrachlorethylen        | $\text{CCl}_2 = \text{CCl}_2$                                                 | $5,55 \cdot 10^{-2}$ (20 °C)             |
| Tetrachlorkohlenstoff    | $\text{CCl}_4$                                                                | $4 \cdot 10^{-16}$ (18 °C)               |

| Flüssigkeit               | Formel                                                  | Leitfähigkeit (S/m)<br>(gemessen bei °C) |
|---------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Tetramethylharnstoff      | $(\text{CH}_3)_2\text{NCON}(\text{CH}_3)_2$             | $< 6 \cdot 10^{-6}$ (- °C)               |
| o-Toluidin                | $\text{o-CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}_2$          | $3,792 \cdot 10^{-5}$ (25 °C)            |
| m-Toluidin                | $\text{m-CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}_2$          | $5,5 \cdot 10^{-8}$ (25 °C)              |
| p-Toluidin                | $\text{p-CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}_2$          | $6,2 \cdot 10^{-6}$ (100 °C)             |
| o-Tolunitril              | $\text{o-CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{CN}$            | $< 0,5 \cdot 10^{-5}$ (25 °C)            |
| Toluol (Methylbenzol)     | $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$                       | $8 \cdot 10^{-14}$ (- °C)                |
| Triethylenglykol          | $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2$       | $8,4 \cdot 10^{-6}$ (20 °C)              |
|                           | $\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$                      |                                          |
| 1,1,1-Trichlorethan       | $\text{CH}_3\text{CCl}_3$                               | $7,3 \cdot 10^{-7}$ (- °C)               |
| Trichlorethylen           | $\text{CHCl} = \text{CCl}_2$                            | $8 \cdot 10^{-10}$ (- °C)                |
| Valeriansäurenitrill      | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CN}$ | $1,2 \cdot 10^{-6}$ (- °C)               |
| Waschbenzin (techn. rein) | siehe Benzin                                            |                                          |
| o-Xylol                   | $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$                   | $6,7 \cdot 10^{-14}$ (25 °C)             |
| m-Xylol                   | $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$                   | $8,6 \cdot 10^{-14}$ (25 °C)             |
| p-Xylol                   | $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$                   | $7,6 \cdot 10^{-14}$ (25 °C)             |