OVE-Richtlinie R 33

Ausgabe: 2022-01-01

Handbuch für die Bemessung von Freileitungen über AC 1kV

Ersatz für Formelsammlung für die mechanische Bemessung von Starkstromfreileitungen:1985-09-01
Zuständig OVE/TK L Starkstromfreileitungen und Verlegung von Energiekabeln

Copyright OVE

Medieninhaber und Hersteller:
OVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik

Copyright © OVE – 2022. Alle Rechte vorbehalten!
Im Falle eines Nachdruckes darf der Inhalt nur wortgetreu
und ohne Auslassung oder Zusatz wiedergegeben werden.

OVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik
Eschenbachgasse 9 | A-1010 Wien

Tel.: +43 1 587 63 73
Internet: http://www.ove.at
Webshop: www.ove.at/webshop

Copyright OVE

VORWORT

Mit Herausgabe der Freileitungsnorm OVE EN 50341-1:2020-04-01 und der österreichischen Nationalen Normativen Festlegungen (NNA) OVE EN 50341-2-1:2020-08-01 begann in der „österreichischen Freileitungswelt“ eine neue Epoche.

Die über Jahrzehnte für die Bemessung von Freileitungen bestimmende empirische Methode wurde durch einen semiprobabilistischen Zugang abgelöst. Zudem wurden wesentliche Bestimmungen der europäischen Vorgaben, insbesondere die relevanten normativen Festlegungen der EUROCODEs, in das neue Normenwerk aufgenommen.

Bereits vor Veröffentlichung der neuen Norm wurde an das zuständige OVE-Fachgremium TK L der Wunsch herangetragen, die für die Errichtungsvorschrift ÖVE-L11 im Jahr 1985 erstellte Formelsammlung zu aktualisieren. Anfang des Jahres 2020 gründete sich dafür die Arbeitsgruppe „Formelsammlung 2020“. Die inhaltliche Aufbereitung der einzelnen Kapitel erfolgte durch das Ziviltechnikerbüro Dipl.-Ing. Schelmberger. In der Arbeitsgruppe wurden die aufzunehmenden Inhalte festgelegt, die Ausführungen eingehend geprüft, diskutiert, angepasst und abschließend freigegeben.

Um die Anwendbarkeit zu erleichtern, wurden neben vielen Abbildungen und Tabellen auch zahlreiche Beschreibungen und Erläuterungen aufgenommen, wodurch das vorliegende Hilfswerk vielmehr einem Handbuch als einer Formelsammlung entspricht.

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Beteiligten für den persönlichen Einsatz und die wertschätzende Zusammenarbeit bedanken, die zum Gelingen dieses Handbuchs entscheidend beigetragen haben.

Graz, im August 2021

Günter Deutsch

im Namen aller
Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Copyright OVE

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Arbeitsgruppe

Dipl.-Ing. **Konstanze ALTENBURGER**
Ziviltechnikerbüro Dipl.-Ing. Josef Schelmberger, Wien

Ing. **Albert AUBERGER**
Netz Oberösterreich GmbH, Linz

Dipl.-Ing. **Joachim BODNER**
TINETZ-Tiroler Netze GmbH, Thaur

Ing. **Günter DEUTSCH**
Energie Steiermark Technik GmbH, Graz

Ing. **Martin HAUGENSTEINER**
Netz Niederösterreich GmbH, Maria Enzersdorf

Dipl.-Ing. **Gunhild LAYR**
Austrian Power Grid AG, Wien

Dipl.-Ing. **Lukas LEITNER**
Netz Oberösterreich GmbH, Linz

Ing. **Herbert LUGSCHITZ**
Technisches Komitee L des OVE, Wien

Helmut NEUBACHER
European Trans Energy GmbH, Ennsdorf

Ing. Dr. **Heinz W. NIEDERMÜLLER**
TEBET GmbH, Wien

Dipl.-Ing. **Patrick PÖGEL**
Energie Steiermark Technik GmbH, Graz

Dipl.-Ing. **Josef SCHELMBERGER**
Ziviltechnikerbüro Dipl.-Ing. Josef Schelmberger, Wien

Ing. **Martin SCHRAMBÖCK**
MABA Fertigteilindustrie GmbH, Wöllersdorf

Dipl.-HTL-Ing. **Josef STRASSER**, MBA
Salzburg Netz GmbH, Salzburg

Ing. **Günther WÜRCHER**
KNG-Kärnten Netz GmbH, Klagenfurt

Copyright OVE

INHALTSVERZEICHNIS

EINLEITUNG 7

1 ABKÜRZUNGEN UND NORMATIVE VERWEISE 9

1.1 ABKÜRZUNGEN 9
1.1.1 LATEINISCHE GROSSBUCHSTABEN 9
1.1.2 LATEINISCHE KLEINBUCHSTABEN 21
1.1.3 GRIECHISCHE BUCHSTABEN 31
1.2 NORMATIVE VERWEISE 36

2 ZUVERLÄSSIGKEITSDAUER 38

3 EINWIRKUNGEN AUF FREILEITUNGEN 39

3.1 WINDLASTEN 39
3.1.1 BEMESSUNGSWINDLASTEN 39
3.1.2 WINDLASTEN AUF EINE KOMPONENTE EINER FREILEITUNG 42
3.1.3 WINDLASTEN AUF LEITER 43
3.1.3.1 BEZUGSHÖHE ÜBER BODEN 43
3.1.3.2 REAKTIONSBEIWERT FÜR LEITER 43
3.1.3.3 WINDWIDERSTANDSBEIWERT FÜR LEITER 44
3.1.3.4 MASSGEBENDE SPANNFELDLÄNGEN 45
3.1.3.5 WINDKRAFT AUF LEITER 45
3.1.4 WINDLASTEN AUF ISOLATORKETTEN 47
3.1.5 WINDLASTEN AUF GITTERMASTEN 48
3.1.6 WINDLASTEN AUF EINSTIELIGE MASTEN 49
3.2 EISLASTEN 50
3.2.1 ALLGEMEINES 50
3.2.2 EISLAST AN LEITERN 51
3.2.3 EISLASTEN AUF ZUSATZKOMPONENTEN 52
3.3 GLEICHZEITIGES WIRKEN VON WIND- UND EISLASTEN 52
3.4 TEMPERATUR 53
3.5 BETRIEBSSICHERHEITSLASTEN 53
3.6 PERSONENSICHERHEITSLASTEN 53

4 LASTFÄLLE UND LASTFALLKOMBINATIONEN 54

4.1 SICHERHEITSKONZEPT 54
4.1.1 BEMESSUNGSWERTE DER EINWIRKUNGEN 54
4.1.2 BEMESSUNGSWERT DER TRAGWERKSBEANSPRUCHBARKEIT 55
4.1.3 NACHWEISVERFAHREN TRAGSICHERHEIT 55
4.1.4 CHARAKTERISTISCHE EINWIRKUNGEN 55
4.2 DEFINITION DER RICHTUNGEN DER WINDEINWIRKUNGEN 56
4.3 LASTFÄLLE UND LASTFALLKOMBINATIONEN FÜR FREILEITUNGEN ÜBER 45 KV 56
4.3.1 WINDLASTFÄLLE (1aa, 1ab und 1ac) 56
4.3.2 EISLASTFÄLLE (2a, 2b, 2c und 2d) 58
4.3.3 KOMBINIERTE WIND-EIS-LASTFÄLLE (3aa, 3ab, 3ac, 3ba, 3bb und 3bc) 60
4.3.3.1 EXTREME EISLAST UND WINDLAST MIT HOHER AUFTRETENSWAHRSCHEINLICHKEIT (3aa, 3ab und 3ac) 60
4.3.3.2 WINDLAST MIT NIEDRIGER AUFTRETENSWAHRSCHEINLICHKEIT UND REDUZIERTER EISLAST (3ba, 3bb und 3bc) 63

Copyright OVE

4.3.4 NIEDRIGSTE TEMPERATUR (4) ... 65
4.3.5 BETRIEBSLASTFÄLLE (5) ... 66
4.3.5.1 BETRIEBSSICHERHEITSLASTEN, TORSIONSLASTEN (5a) ... 66
4.3.6 PERSONENSICHERHEITSLASTÄLLE (6a und 6b) ... 67
4.3.6.1 LASTEN AUS ERRICHTUNG UND INSTANDHALTUNG (6a) ... 67
4.3.6.2 LASTEN AUS DEM GEWICHT VON MONTEUREN (6b) ... 67
4.4 LASTFÄLLE UND LASTFALLKOMBINATIONEN FÜR FREILEITUNGEN ÜBER 1 KV BIS EINSCHLIESSLICH 45 KV OHNE ZUSÄTZLICHE MASSNAHMEN FÜR ERHÖHTE SICHERHEIT ... 68
4.5 VERSAGEN EINES ISOLATORKETTENSTRANGES ... 68

5 SEILSTATISCHE BERECHNUNGEN ... 69

5.1 GRUNDLAGEN ... 69
5.2 DURCHHANGSBERECHNUNGEN ... 69
5.2.1 DURCHHANGSKURVE DER KETTENLINIE ... 69
5.2.2 DURCHHANGSKURVE MIT PARABEL ... 71
5.2.3 TRANSFORMATION DER SEILKURVEN IN EIN ALLGEMEINES KOORDINATENSYSTEM ... 72
5.3 ERMITTLUNG DER HORIZONTALEN SEILZUGKRAFT AUS DEM DURCHHANG IN SPANNFELDMITTE 73
5.4 AUFLAGERKRÄFTE IN DEN AUFHÄNGEPUNKTEN ... 74
5.5 ZUSTANDSÄNDERUNGEN ... 74
5.6 EINZELSPANNFELDER MIT ABSPANNKETTEN ... 76
5.7 EINZELSPANNFELDER MIT SYMMETRISCHEN EINZELLASTEN UND ABSPANNKETTEN ... 78
5.8 EINZELSPANNFELDER MIT BELIEBIGEN EINZELLASTEN ... 80
5.9 DURCHHANG UND LEITERZUG NACH KETTENRISS IN EINZELSPANNFELDERN ... 82
5.10 ABSPANNABSCHNITTE MIT HÄNGEKETTEN ... 83
5.10.1 IDEELLER SEKANTENWINKEL UND IDEELLE SPANNWEITE ... 83
5.10.2 DURCHHANG BEI UNGLEICHER ANEISUNG ... 84
5.10.3 DURCHHANG NACH KETTENRISS ... 89
5.11 FESTWERTE VON ZWEIMETALLSEILEN ... 89
5.11.1 ELASTIZITÄTSMODUL ... 89
5.11.2 TEMPERATURDEHNZAHL ... 89
5.12 EXPERIMENTAL PLASTIC ELONGATION – METHODE (EPE-METHODE) ... 90

6 ERMITTLUNG DER INNEREN UND ÄUSSEREN ABSTÄNDE ... 91

6.1 ÜBERSICHT ÜBER DIE LASTFÄLLE ... 91
6.1.1 LASTFALL HÖCHSTE LEITERTEMPERATUR ... 91
6.1.2 WINDLASTEN ... 91
6.1.3 EISLASTEN ... 93
6.2 ERMITTLUNG DER AUSLENKUNGEN UND LEITERABSTÄNDE ... 94
6.2.1 AUSLENKUNG EINES LEITERS ZUFOLGE WIND ... 94
6.2.2 AUSLENKUNG EINER HÄNGEKETTE ZUFOLGE WIND ... 95
6.2.3 AUSLENKUNG EINER HÄNGEKETTE MIT BELASTUNGSGEWICHT ZUFOLGE WIND ... 96
6.2.4 GEOMETRISCHE ERMITTLUNG DER LEITERABSTÄNDE IN SPANNFELDMITTE ... 97
6.2.4.1 ERMITTLUNG DER LEITERSEKANTENABSTÄNDE ZWEIER LEITER IN RUHELAGE IN SPANNFELDMITTE ... 97
6.2.4.2 ERMITTLUNG DER LEITERABSTÄNDE ZWEIER LEITER IN RUHELAGE IN SPANNFELDMITTE ... 99
6.2.4.3 ERMITTLUNG DER LEITERABSTÄNDE ZWEIER LEITER IM AUSGELENKTEN ZUSTAND IN SPANNFELDMITTE . 100
6.3 ERMITTLUNG DER INNEREN ABSTÄNDE IN FELDMITTE ... 101
6.3.1 ERMITTLUNG DER INNEREN ABSTÄNDE GEMÄSS ANHANG F DER OVE EN 50341-1 ... 101
6.3.2 ERMITTLUNG DER INNEREN ABSTÄNDE BEI ÜBEREINANDER LIEGENDEN LEITERN ... 101

Copyright OVE

6.3.3 ERMITTLUNG DER INNEREN ABSTÄNDE NACH KRAUTT ... 103
6.4 ERMITTLUNG DER ÄUSSEREN ABSTÄNDE ... 107
6.4.1 ERMITTLUNG DER MAXIMALEN DURCHHÄNGE ... 107
6.4.2 ERMITTLUNG DER MAXIMALEN HORIZONTALEN AUSLENKUNGEN ... 107

7 DIMENSIONIERUNG VON STÜTZPUNKTEN ... 108

7.1 ZUORDNUNG DER STÜTZPUNKE ... 108
7.1.1 SCHADENSFOLGEKLASSEN ... 108
7.1.2 AUSFÜHRUNGSKLASSEN ... 108
7.2 STAHLGITTERMASTEN ... 108
7.2.1 GRUNDLAGEN STAHLGITTERMASTEN ... 108
7.2.2 BEMESSUNGSREGELN STAHLGITTERMASTEN ... 109
7.2.2.1 MATERIALSEITIGE TEILSICHERHEITEN ... 109
7.2.2.2 BEANSPRUCHBARKEIT DER QUERSCHNITTSFLÄCHEN ... 109
7.2.2.3 BEANSPRUCHBARKEIT VON GITTERSTÄBEN ... 110
7.2.2.3.1 Zugstäbe ... 110
7.2.2.3.2 Druckstäbe ... 111
7.2.2.3.3 Knickbeanspruchte Druckstäbe ... 111
7.2.2.3.4 Schlankheiten von druckbeanspruchten Bauteilen ... 113
7.2.3 BEANSPRUCHBARKEIT VON SCHRAUBENVERBINDUNGEN ... 113
7.3 EINSTIELIGE STAHLMASTEN ... 113
7.3.1 GRUNDLAGEN EINSTIELIGE STAHLMASTEN ... 113
7.3.2 BESONDERE NATIONALE REGELUNGEN FÜR EINSTIELIGE STAHLMASTEN ... 114
7.3.3 BESONDERE ALLGEMEINE REGELUNGEN FÜR EINSTIELIGE STAHLMASTEN ... 114
7.4 HOLZMASTEN ... 114
7.4.1 GRUNDLAGEN HOLZMASTEN ... 114
7.4.2 BESONDERE NATIONALE REGELUNGEN FÜR HOLZMASTEN ... 114
7.4.3 BESONDERE ALLGEMEINE REGELN FÜR HOLZMASTEN ... 114
7.5 BETONMASTEN ... 118
7.5.1 GRUNDLAGEN BETON- UND SCHLEUDERBETONMASTEN ... 118
7.5.2 BESONDERE NATIONALE FESTLEGUNGEN FÜR BETON- UND SCHLEUDERBETONMASTEN ... 119

8 GRÜNDUNGEN ... 120

8.1 BEMESSUNGSMETHODEN ... 120
8.1.1 EMPIRISCHE BEMESSUNGSMETHODEN ... 120
8.1.2 BEMESSUNG AUF BASIS DER EUROCODES ... 120
8.2 BODENKLASSIFZIERUNG ... 120
8.3 EMPIRISCHE BEMESSUNG VON FLACHFUNDIERUNGEN ... 121
8.3.1 BERECHNUNGSVERFAHREN NACH MOHR ... 121
8.3.1.1 GRUNDLAGEN ... 121
8.3.1.2 BLOCKFUNDAMENT MIT EINACHSIGER MOMENTENBEANSPRUCHUNG ... 125
8.3.1.3 BLOCKFUNDAMENT MIT ZWEIACHSIGER MOMENTENBEANSPRUCHUNG ... 127
8.3.1.4 ANWENDUNG BEI GENEIGTER GELÄNDEOBERFLÄCHE ... 130
8.3.2 BERECHNUNGSVERFAHREN NACH SULZBERGER ... 131
8.3.2.1 NICHT ABGESTUFTE BLOCKFUNDAMENTE ... 132
8.3.2.2 ABGESTUFTE BLOCKFUNDAMENTE ... 135
8.3.2.3 ÜBERPRÜFUNG DER STANDSICHERHEIT VON NICHT ABGESTUFTEN UND ABGESTUFTEN BLOCKFUNDAMENTEN NACH SULZBERGER ... 137
8.3.2.4 FUNDAMENTE IM GENEIGTEN GELÄNDE ... 139

Copyright OVE

8.3.3 BERECHNUNGSVERFAHREN NACH STECKNER ... 139
8.3.3.1 EINLEITUNG ... 139
8.3.3.2 ERDSTATISCHE GRUNDLAGEN ... 141
8.3.3.3 GEBRAUCHSTAUGLICHKEITSNACHWEIS ... 144
8.3.3.4 STANDSICHERHEITSNACHWEIS ... 146
8.3.3.5 ÄQUIVALENTE GRUNDRISSMASSE BEI NICHT RECHTECKIGER GRUNDRISSFORM ... 157
8.3.4 MEHRBLOCKFUNDAMENTE (AUFGELÖSTE BLOCKFUNDAMENTE) ... 157
8.3.4.1 ZUGFUNDAMENTE ... 158
8.3.4.2 DRUCKFUNDAMENTE ... 160
8.4 BEMESSUNG VON TIEFGRÜNDUNGEN AUF BASIS DER EUROCODES ... 162
8.4.1 EINFÜHRUNG TIEFGRÜNDUNGEN ... 162
8.4.2 PFAHLINTEGRITÄTSPRÜFUNGEN ... 163
8.4.3 TIEFGRÜNDUNGEN MIT GROSSBOHRPFÄHLEN ... 164
8.4.3.1 GRUNDLAGEN DER PFAHLBEMESSUNG UND SICHERHEITEN ... 164
8.4.3.1.1 Axial belastete Einzelpfähle ... 164
8.4.3.1.2 Horizontal belastete Pfähle ... 170
8.4.3.2 AUSGEWÄHLTE PFAHLFUNDAMENTE ... 173
8.4.3.2.1 Pfahlsysteme ... 173
8.4.3.2.2 Pfahlsystem mit 1 Pfahl ... 174
8.4.3.2.3 Pfahlsystem mit 2 Pfählen ... 175
8.4.3.2.4 Pfahlsystem mit 3 Pfählen ... 178
8.4.3.2.5 Pfahlsystem mit 4 Pfählen ... 183
8.4.4 TIEFGRÜNDUNGEN MIT MIKROPFÄHLEN UND VERDRÄNGUNGSPFÄHLEN ... 186
8.5 ALLGEMEINE AUSFÜHRUNGSHINWEISE FUNDAMENTE ... 187
8.5.1 BETON ... 187
8.5.2 KRAFTEINLEITUNG DER ECKSTIELKRÄFTE ... 187
8.5.3 UNBEWEHRTE FUNDAMENTSTUFEN UND PLATTENVORSPRÜNGE ... 189

9 MECHANISCHE BEMESSUNG DER LEITER ... 193

9.1 GRENZZUSTAND DER TRAGFÄHIGKEIT DER LEITER ... 193
9.2 GRENZZUSTAND DER GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT DER LEITER ... 194

10 MECHANISCHE BEMESSUNG DER ISOLATOREN ... 195

11 MECHANISCHE BEMESSUNG DER ARMATUREN ... 196

LITERATURVERZEICHNIS ... 197

ABBILDUNGSVERZEICHNIS ... 199

TABELLENVERZEICHNIS ... 202

Copyright OVE

EINLEITUNG

Die Einführung des semiprobabilistischen Sicherheitskonzepts sowie die weitgehende Implementierung der EUROCODEs in Bemessung und Konstruktion von Freileitungen haben eine grundlegende Überarbeitung der Freileitungsnormen erfordert, die in der OVE EN 50341-1:2020 „*Freileitungen über AC 1 kV. Teil 1: Allgemeine Anforderungen – Gemeinsame Festlegungen*“, Ausgabe 2020-04-01 und den dazugehörigen nationalen normativen Festlegungen (NNA) für Österreich OVE EN 50341-2-1:2022 abgebildet wurde.

Die Umstellung auf eine weitgehend EUROCODE-konforme Bemessung und Konstruktion der Freileitungen bedingt auch eine Anpassung der Bemessungsmethoden und der dazugehörigen Bemessungsformeln.

Die bestehende „*Formelsammlung für die mechanische Bemessung von Starkstromfreileitungen*“ aus dem Jahre 1985 [10], deren Grundlage im Wesentlichen die ÖVE-L11 „*Errichtung von Starkstromfreileitungen über 1 KV*“ aus den Jahren 1967 und 1979 darstellt, bildet die aktuellen Entwicklungen nicht oder nur unzureichend ab.

Das vorliegende „*Handbuch für die Bemessung von Freileitungen über AC 1 kV*“ versteht sich daher als eine Weiterführung und Aktualisierung der bestehenden Formelsammlung, unter Berücksichtigung der OVE EN 50341-1:2020, der OVE EN 50341-2-1:2022 und den aktuellen EUROCODE-Normen. Darüber hinaus wurden zusätzliche Kapitel aufgenommen, für die ein aktueller Bedarf vorhanden schien. Einige Kapitel aus der bestehenden Formelsammlung wurden nicht übernommen, da kein Bedarf mehr erkennbar war. Wegen der Komplexität der Thematik kann das Handbuch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, es wurde jedoch versucht die gängigen Fragestellungen zu behandeln.

Wie die Formelsammlung 1985, bildet das vorliegende Handbuch eine Hilfestellung für den Anwender in der Umsetzung der OVE EN 50341-1, der OVE EN 50341-2-1 und den relevanten EUROCODE-Normen für Bemessung und Konstruktion.

Spezifische Themen des Freileitungsbaus, wie zum Beispiel das Kapitel Seilstatik, wurden sehr ausführlich behandelt, da eine zusammenhängende und umfassende Publikation der Thematik unter Berücksichtigung der österreichischen Besonderheiten fehlt.

Die Bemessung und Konstruktion der Tragwerke selbst erfolgt nach den entsprechenden EUROCODE-Normen, sie ist dort auch sehr detailliert beschrieben. Es wurde daher für diese Kapitel auf detaillierte Beschreibungen der Bemessungsprozedere verzichtet und nur Ergänzungen und Abweichungen von den EUROCODE-Normen oder etwaige Besonderheiten des Freileitungsbaus angeführt.

Für die Bemessung konventioneller Fundamente von Freileitungstragwerken stehen einfache Bemessungsmethoden zur Verfügung, die nicht EUROCODE-konform sind, sich jedoch in der Vergangheit als zuverlässig bewährt haben. Diese bewährten Bemessungmethoden wurden daher in das Handbuch übernommen. Es ist hierbei jedoch zu beachten, dass hier die Bemessung auf

Copyright OVE

charakteristischem Lastniveau durchzuführen ist. Tieffundierungen sind jedoch, wie in der OVE EN 50341-2-1 vorgegeben, auf Basis von EUROCODE 7 zu bemessen.

Gundsätzlich sind die Bemessung und Konstruktion der Freileitungen auf Basis der relevanten Normen und dem aktuellen Stand der Technik durchzuführen. Das Handbuch versteht sich lediglich als ergänzendes Dokument, in dem ausgewählte Bemessungsmethoden in einer für den Anwender übersichtlichen Form dargestellt werden. Die Angemessenheit und Vollständigkeit der Nachweisführung für Bemessung und der Konstruktion einer Freileitung verbleibt beim Projektanten derselben. Bei eventuellen Widersprüchen zwischen dem Handbuch und den relevanten Normen gelten die Normen.

Bei den verwendeten Normen wurden die zum Zeitpunkt der Erstellung des Handbuches aktuellen Normen verwendet. Das Ausgabedatum der verwendeten Normen ist im Kapitel 1.2 „NORMATIVE VERWEISE“ angegeben.

Bemessungsmethoden, speziell für den Themenkreis Seilstatik, wurden aus der Formelsammlung 1985 übernommen und zeitgemäß aufbereitet. Die Orginalquellen hierzu standen der Arbeitsgruppe nur teilweise zur Verfügung, es diente daher die Formelsammlung selbst als Referenzliteratur.

Die im Handbuch angegeben Formeln wurden, soweit dies möglich war, „einheitenneutral“ formuliert. Die Wahl der Einheiten obliegt dem Anwender, sie sind jedoch in einer Formel einheitlich zu wählen. Nur dort wo dies auf Grund von Konstanten erforderlich war, wurden die Einheiten vorgegeben.

Copyright OVE