



4H- STATIKPROGRAMME
AUS HANNOVER

DTE Desktop[®]
Engineering



pcae GmbH

Kopernikusstr. 4A

30167 Hannover

Tel 0511/70083-0

Fax 0511/70083-99

Internet www.pcae.de

Mail dte@pcae.de



4H-WUSL

Wind- und Schneelasten

August 2025

4H-WUSL

Wind- und Schneelasten

Copyright 2007-2025

9. erweiterte Auflage, August 2025

pcae GmbH, Kopernikusstr. 4 A, 30167 Hannover

Änderungen an Programm und Beschreibung vorbehalten.

pcae versichert, dass Handbuch und Programm nach bestem Wissen und Gewissen erstellt wurden. Für absolute Fehlerfreiheit kann jedoch infolge der komplexen Materie keine Gewähr übernommen werden.

Teile dieses Handbuches dürfen unter Angabe der Quelle vervielfältigt werden.

Korrekturen und Ergänzungen zum vorliegenden Handbuch sind ggf. auf der aktuellen Installations-CD enthalten. Ergeben sich Abweichungen zur Online-Hilfe, ist diese aktualisiert. Ferner finden Sie **Verbesserungen und Tipps im Internet unter www.pcae.de**.

Von dort können zudem aktualisierte Programmversionen herunter geladen werden. S. hierzu auch automatische Patch-Kontrolle im DTE[®]-System.

Produktbeschreibung

##-WUSL, Wind- und Schneelasten, ist ein Produkt der [pcae](#) GmbH, Hannover.

##-WUSL ermittelt die in der statischen Berechnung anzusetzenden Wind- und Schneelasten sowohl nach Eurocode als auch nach DIN 1055.

Im Eurocode gelten EN 1991-1-4 für Windlasten und EN 1991-1-3 für Schneelasten, die in den jeweiligen Ländern nur in Verbindung mit den dort gültigen nationalen Anhängen gelten. Für DIN 1055 gelten analog DIN 1055-4 für Windlasten und DIN 1055-5 für Schneelasten.

Nach Vorgabe des Bauorts in Deutschland können die Wind- und Schneelastzonenzuordnung sowie die Höhe über dem Meeresspiegel von ##-WUSL automatisch ermittelt werden. Auf lokale Besonderheiten, wie etwa die Zugehörigkeit zur Norddeutschen Tiefebene, wird aufmerksam gemacht.

Aus wenigen Angaben zum Baukörper (Länge, Breite, Höhe, Dachform ...) werden die Lastordinaten (charakteristische Werte) sowie die normenkonforme Aufteilung der Lastbereiche ermittelt und am Bildschirm wie auch in der Druckliste prüfbar ausgewiesen.

Als Dachformen stehen Walm-, Flach-, Satteldach (sym. u. unsym.), Pult-, Trog- u. Freistehendes Dach zur Verfügung; alle Dächer mit vier Dachüberständen. Ferner werden gekrümmte Dächer, Kreiszyylinder und Kugeln behandelt.

Neben den Belastungen der Außenhaut durch Windeinflüsse können folgende Lastmerkmale berücksichtigt werden: Ausgabe erhöhter Windlasten für Anschlussberechnungen, Berücksichtigung der Wanddurchlässigkeit, ein-, zwei- und dreiseitig offene Bauwerke, Wind auf Vordächer, Wind auf Fassadenelemente, resultierende Windkraft auf Gesamtbauwerk, Reibung, freistehende Wände, Flaggen, Anzeigetafeln, kantige und regelmäßig polygonale Querschnitte sowie Fachwerke, Gitter und Gerüste.

Bei den Schneelasten werden berücksichtigt: aneinander gereihte sym. und unsym. Dachformen, Schnee auf Dachüberständen, Schneelasten bei Schneefanggittern, ... aus Höhengsprung, abrutschende Schneelast, Verwehung.

Die farbige und englischsprachige Druckdokumentenausgabe gehören zum Lieferumfang.

Allgemeines

Die Programmentwicklung erfolgt nahezu ausschließlich durch Bauingenieure.

Die interaktiven Steuermechanismen des Programms sind aus anderen Windows- Anwendungen bekannt. Wir haben darüber hinaus versucht, weitestgehend in der Terminologie des Bauingenieurs zu bleiben und ##-WUSL von detailliertem Computerwissen unabhängig zu halten.



Das vorliegende Handbuch beschreibt die Handhabung des Programms. Informationen zu dem jeweiligen Eigenschaftsblatt finden Sie zusätzlich über den lokalen Hilfebutton.

Zur ##-WUSL-Dokumentation gehört neben diesem Manual das Handbuch

DTE®-DeskTopEngineering.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg mit ##-WUSL.

Hannover, im August 2025

Abkürzungen und Begriffe

Um die Texte zu straffen, werden folgende **Abkürzungen** benutzt:

Maustasten	RMT	rechte Maustaste drücken
	LMT	linke Maustaste drücken
	LF	Lastfall (Teileinwirkung)
	Nwtyp	Nachweistyp
	El.	Element



signalisiert Anmerkungen

Buttons

Das Betätigen von Buttons wird durch Setzen des Buttoninhalts in **blaue Farbe** und die Auswahl eines Begriffs in einer Listbox durch diese **Farbe** symbolisiert.



Rot markierte Buttons bzw. Mauszeiger kennzeichnen erforderliche Eingaben bzw. anzuklickende Buttons.

Index

Indexstichworte werden im Text zum schnelleren Auffinden **grün markiert**.

Beim Verweis auf Eigenschaftsblätter wird deren **Bezeichnung kursiv gedruckt**.

Doppelklick

Zweimaliges schnelles Betätigen der LMT

blank

Leerzeichen

Cursor

Schreibmarke in Texten, Zeigesymbol bei Mausbedienung

icon

oder Ikon, Piktogramm, Bildsymbol

Fangerechteck

Ein Fangerechteck wird durch Drücken der LMT und Ziehen der Maus mit gedrückter LMT aufgespannt. Alle Elemente, die vollständig innerhalb des Rechteckes liegen, werden ausgewählt. Waren Elemente bereits vor dem Aufspannen des Rechteckes ausgewählt und befinden sie sich vollständig in seinem Innenraum, werden sie wieder deaktiviert.

Zur Definition der Begriffe **Lastbild**, **Lastfall**, **Einwirkung**, **Lastkollektiv** und **Extremalbildungsvorschrift** s. Handbuch *das pcae-Nachweiskonzept*, Theoretischer Teil.

Die in der Interaktion mit **pcae**-Programmen stehenden **Buttons** besitzen folgende Funktionen:



Bricht Eigenschaftsblätter ohne Änderung der Eingabewerte ab.



Lädt abgespeicherte Werte in das Eigenschaftsblatt bzw. speichert die aktuellen Werte zum späteren Abruf in anderen Eigenschaftsblättern.



Ruft das Online-Hilfesystem.



Bestätigt die Eingaben und schließt das Eigenschaftsblatt.



Löschen-Button vernichtet Eingaben mit Nachfrage.



Datenzustand überprüfen

Wenn der Mauszeiger einen Moment auf einem Button verweilt, erscheint ein Fähnchen, das den zugehörigen Aufruf beschreibt.

Die Funktionen der Buttons zur Steuerung der **##WUSL**-Eingabe werden durch ihre Fähnchen erläutert:



gespeichertes Datenblatt öffnen

Inhaltsverzeichnis

1	Programminstallation und DTE®-Schreibtisch einrichten	5
2	Grundsätzliches	8
3	Oberfläche	9
3.1	Register Basisdaten	9
3.2	Wind-Register	13
3.2.1	Register Wind (1)	13
3.2.2	Register Wind (2)	19
3.3	Register Schnee	26
3.4	Speichern und Laden	28
3.5	Bauen in Europa	29
3.6	Sichern und Laden der ##-WUSL-Datenblätter	30
4	Datenbasis - Wind und Schneelastzonen	31
4.1	Allgemeines zum Gemeindeverzeichnis	31
4.2	Oberfläche	31
4.3	Einträge sortieren	32
4.4	Einträge filtern	32
4.5	Darstellungen im Grafikfenster	34
4.6	Ende und Hilfe	35
4.7	Druckausgabe	35
5	Literatur	36
6	Index	36

1 Programminstallation und DTE®-Schreibtisch einrichten

Die Installation des DTE®-Systems und das Überspielen des Programms *##-WUSL* auf Ihren Computer erfolgt über einen selbsterläuternden Installationsdialog.

Sofern Sie bereits im Besitz anderer *##-Programme* sind und diese auf Ihrem Rechner installiert sind, lesen Sie bitte auf S. 7 weiter.



Nach erfolgreicher Installation befindet sich das DTE®-**Startsymbol** auf Ihrer Windowsoberfläche. Führen Sie bitte darauf den Doppelklick aus.

Daraufhin erscheint das Eigenschaftsblatt zur **Schreibtischauswahl**. Da noch kein Schreibtisch vorhanden ist, wollen wir einen neuen einrichten. Klicken Sie hierzu bitte auf den Button **neu**.



Schreibtischname Dem neuen Schreibtisch kann ein beliebiger Name zur Identifikation zugewiesen werden. Klicken Sie hierzu mit der LMT in das Eingabefeld. Hier ist *Mustermann* gewählt worden.



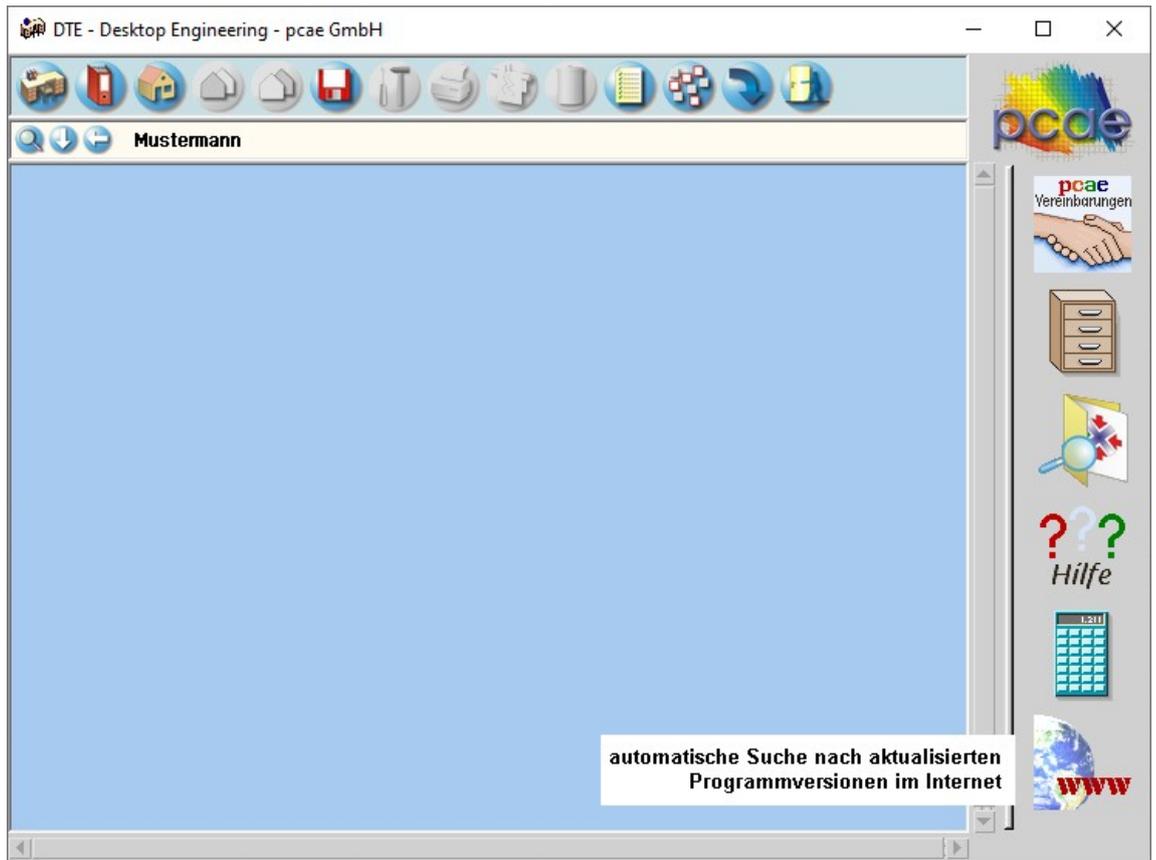
Nach Bestätigen über das **Hakensymbol** erscheint wieder die Schreibtischauswahl, in die der neue Name bereits eingetragen ist. Drücken Sie auf **Start** und die DTE®-Schreibtischoberfläche erscheint auf dem Bildschirm.

DTE® steht für *DeskTopEngineering* und stellt das "Betriebssystem" für **pcae**-Programme und die Verwaltungsoberfläche für die mit **pcae**-Programmen berechneten Bauteile dar.



Zur Beschreibung des DTE®-Systems und der zugehörigen Funktionen s. Handbuch *DTE®-DeskTopEngineering*.

DTE®-Schreibtisch



Steuerbuttons

Im oberen Bereich des Schreibtisches sind Interaktionsbuttons lokalisiert.

Die Funktion eines Steuerbuttons ergibt sich aus dem Fähnchen, das sich öffnet, wenn sich der Mauscursor über dem Button befindet.

Auf Grund der **Kontextsensitivität** des DTE®-Systems sind manche Buttons solange abgedunkelt und nicht aktiv bis ein Bauteil aktiviert wird.

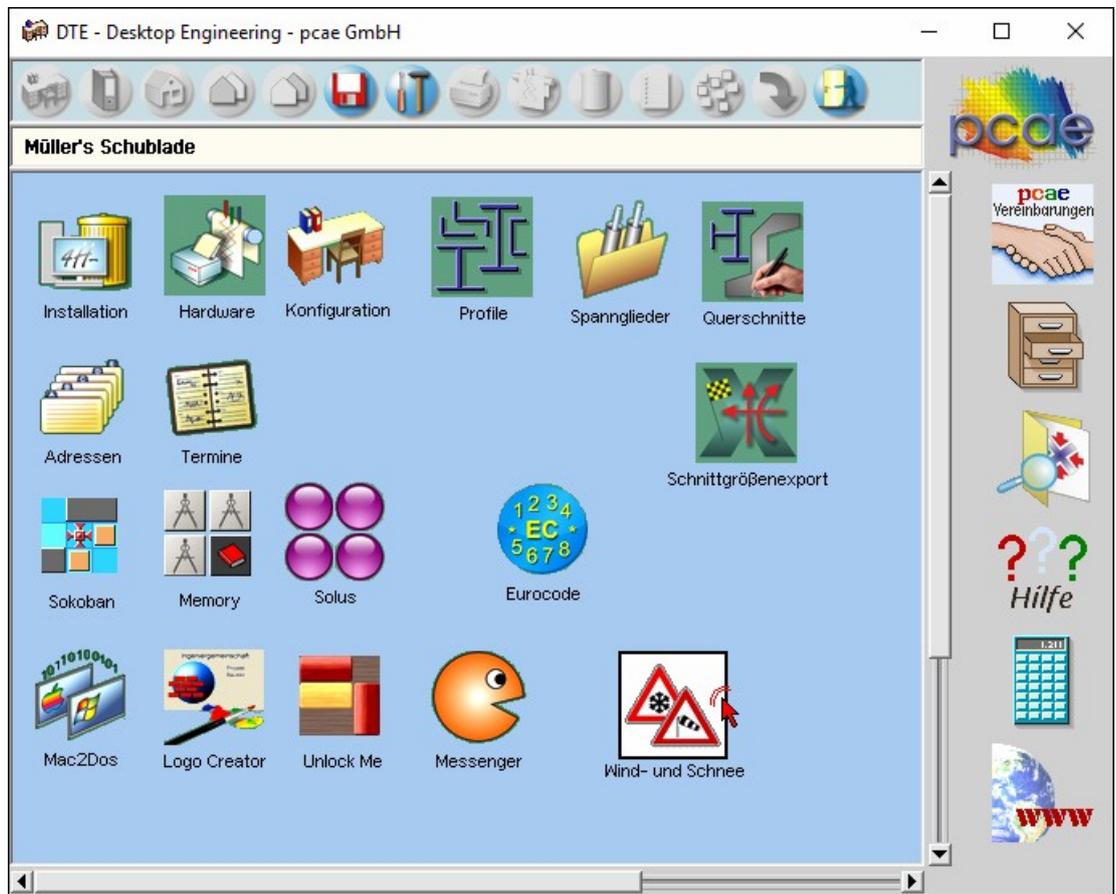
Die Buttons bewirken im Einzelnen

-  öffnet die Schreibtischauswahl
-  legt einen neuen Projektordner an
-  erzeugt ein neues Bauteil
-  kopiert das aktivierte Bauteil
-  fügt die Bauteilkopie ein
-  lädt/sichert Bauteile. Hier befindet sich auch der **e-Mail-Dienst**.
-  menügesteuerte Bearbeitung des aktivierten Bauteils
-  druckt die Datenkategorien des aktivierten Bauteils
-  ruft das Planerstellungsmodul des aktivierten Bauteils
-  löscht das aktivierte Bauteil/Ordner
-  öffnet die Bearbeitung der Auftragsliste
-  öffnet die Mehrfachauswahl zur gleichzeitigen Bearbeitung von Bauteilen
-  eröffnet Verwaltungsfunktionen
-  schließt den geöffneten Ordner/beendet die DTE®-Sitzung

Im Gegensatz zu anderen #-Programmen ist #-WUSL kein bauteilerzeugendes Programm, sondern ein Werkzeug, das sich nach Installation in der **Schublade** des DTE®-Schreibtisches befindet.



Nach Öffnen der DTE®-Schublade über das nebenstehende Symbol am rechten Rand der Schreibtischoberfläche kann das Programm über das markierte Symbol per Doppelclick gestartet werden.



Grundsätzliches

##WUSL ermittelt die in der statischen Berechnung anzusetzenden Wind- und Schneelasten sowohl nach DIN 1055, als auch nach Eurocode. Welche Norm die Grundlage der Lastermittlung im konkreten Fall sein soll, kann im Register *Basisdaten* festgelegt werden.

Ist hierin DIN 1055 ausgewählt, werden programmintern DIN 1055-4 für Windlasten und DIN 1055-5 für Schneelasten angewandt.

Bei Eurocode gelten EN 1991-1-4 für Windlasten und EN 1991-1-3 für Schneelasten, die in den jeweiligen Ländern nur in Verbindung mit den dort gültigen nationalen Anhängen gelten.

Eurocode erlaubt den Mitgliedsländern in den nationalen Anhängen bestimmte Parameter, die in den Eurocodes als Empfehlungen ausgewiesen sind, verbindlich zu überschreiben (NDP: national determined parameters, national festzulegende Parameter). Darüber hinaus kann ein nationaler Anhang ergänzende, nicht widersprechende Angaben zur Anwendung der Eurocodes enthalten (NCI: noncontradictory complementary information).

Den verschiedenen nationalen Anhängen der unterschiedlichen Teilnehmerstaaten werden innerhalb der ##-Programme von **pcae** so genannte nationale Anwendungsdokumente (NAD) zugeordnet.

In der nachfolgenden Darstellung ist in der ##WUSL-Benutzeroberfläche Eurocode mit Bezug auf das deutsche nationale Anwendungsdokument ausgewählt.



Soll eine statische Berechnung für ein Bauvorhaben in Europa außerhalb Deutschlands erstellt werden, muss ggf. ein anderes nationales Anwendungsdokument ausgewählt werden.

Klicken Sie hierzu die Schaltfläche mit der **Europaflagge** an. Es erscheint eine Auswahlliste mit definierten NADs.

pcae liefert die geschützten (nicht editierbaren) NADs **EC-Standardparameter** und **Deutschland**, sowie ein Werkzeug zur Erzeugung und Bearbeitung weiterer NADs mit den Statikprogrammen aus.

Das Modul wird durch Klick auf das **Eurocode-Symbol** in der Schublade des DTE®-Schreibtischs oder auf die kleine Markierung neben dem Schraubenzieher in der Auswahlbox gestartet.



Anmerkung

Die Vorschriften der DIN 1055 (betr. Wind und Schnee) liegen sehr nahe bei denen der entsprechenden Eurocodes unter Anwendung der deutschen nationalen Anhänge (auch NA-DE genannt).

Dies geht sogar so weit, dass im Vorwort der zuständigen NA-DEs darauf hingewiesen wird, dass die Regelungen aus DIN 1055-(4 und 5) zur nationalen Anwendung von Eurocode übernommen werden. Dass es eben doch Unterschiede gibt, sieht man erst bei der Betrachtung von Detailfragen, die jedoch in der Praxis von hoher Relevanz sein können.

Nachfolgend wird ##WUSL zunächst für "Bauen in Deutschland" beschrieben. Es gelten also die Regeln gemäß DIN 1055 bzw. Eurocode in Kombination mit dem nationalen Anwendungsdokument **Deutschland**.

3

Oberfläche

##WUSL ist ein Hilfsprogramm, mit dem die charakteristischen Werte für die Wind- und Schneelastannahmen normengerecht ermittelt werden können.



Im Kopf des Programmfensters sind die Steuerelemente angeordnet.

-  richtet ein neues Datenblatt ein. Alle Eingabefelder werden gelöscht bzw. auf voreingestellte Werte gesetzt.
-  bietet einen Dialog an, um ein zuvor gespeichertes Datenblatt zu öffnen und in die Oberfläche zu laden.
-  bietet einen Dialog an, um den aktuellen Datenzustand in der Oberfläche als Datenblatt zu speichern.
-  gibt den aktuellen Datenzustand in der Oberfläche auf dem Drucker aus.
-  bricht das Programm ab, schließt das Programmfenster. Änderungen in den gespeicherten Datenblättern werden ignoriert.
-  zeigt die Online-Hilfe an.
-  beendet das Programm, schließt das Programmfenster. Änderungen in den gespeicherten Datenblättern werden auf der Festplatte gesichert.

Die Eingabe eines Datenblatts erfolgt in vier Registern. Im Register *Basisdaten* werden die ortsabhängigen Eingangswerte zusammengestellt. Dies sind i.W. die Höhe über dem Meeresspiegel sowie die dem Ort des Bauvorhabens zugeordneten Wind- und Schneelastzonen. Hieraus lässt sich der Geschwindigkeitsdruck des Windes q_{ref} und der charakteristische Wert der Schneelasten auf dem Boden s_k ermitteln. Die Eingabe ist in die Punkte 1 bis 5 aufgeteilt, die Festlegungen enthalten, die von allen bauwerksspezifischen Fragestellungen in den Wind- und Schneeregistern benötigt werden.

In den Registern *Wind (1)* und *Wind (2)* sind weitere Eingabedaten festzulegen, die die geometrischen Ausmaße des Bauvorhabens betreffen und in die Ermittlung der charakteristischen Lastannahmen der Windlasten eingehen. Die hieraus resultierenden Ergebnisse werden direkt angezeigt. Dasselbe gilt sinngemäß für das Register *Schnee*.

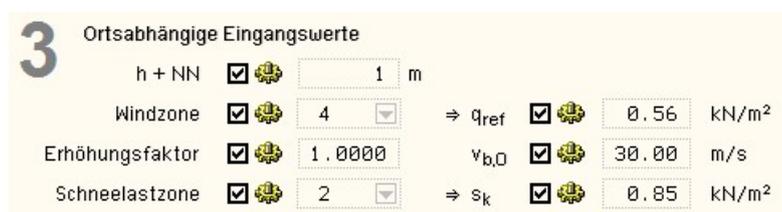
3.1

Register Basisdaten

Die standardmäßige Vorgehensweise beim Ausfüllen des Registers *Basisdaten* ist die Eingabe des Ortes (des Bauvorhabens) und das Anklicken des **suchen**-Buttons.



Hierdurch wird ##WUSL beauftragt, die angegebene **Ortsbezeichnung** in der ##WUSL-Datenbasis zu suchen und die dort gefundenen ortsabhängigen Eingangswerte automatisch festzulegen. Die Angaben zu den Punkten 2 und 3 sind damit im Regelfall korrekt ausgefüllt.



Die so ermittelten Eingangswerte können natürlich manuell überschrieben werden. Dies kann z. B. in Stuttgart erforderlich werden, da die *##-WUSL*-Datenbasis nur einen Mittelwert (245 m) für die Höhe über dem Meeresspiegel liefert, Teile Stuttgarts jedoch bei 208 m+NN - wiederum andere bei 504 m+NN liegen. In Gebieten mit hohem Gefälle muss folglich die Höhenangabe überprüft und ggf. korrigiert werden. Um einen Wert ändern zu können, ist der vorangestellte **Au-tomatik**-Schalter zu lösen.



Werden mehrere Orte mit der gesuchten Ortsbezeichnung gefunden, erscheint ein Eigenschaftsblatt zur Auswahl des Ortes unter Angabe der Postleitzahl, des Bundeslandes und des Kreises. Wird kein Ort mit der gesuchten Ortsbezeichnung gefunden, kann durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons direkt in der *##-WUSL*-Datenbasis gesucht werden.

Marne, Stadt

amtlicher Gemeindegchlüssel 01051072
 Typ Stadt
 Landkreis Dithmarschen
 Bundesland Schleswig-Holstein
 wichtige Anmerkung  anzeigen
 keine Erdbebengefährdung

Einigen Orten sind wichtige Anmerkungen zugeordnet, die einen Sondermodus ausweisen, den es am Bauort zu beachten gilt. Diese Anmerkungen werden automatisch nach Anklicken des **suchen**-Buttons eingeblendet. Sie können aber auch zu einem späteren Zeitpunkt durch Anklicken des nebenstehend dargestellten **anzeigen**-Buttons hervorgeholt werden.



Wird eine der nebenstehend dargestellten Schaltflächen angeklickt, werden **Google-Maps** (über den normalen Internetexplorer) oder **Google-Earth** (falls installiert) gestartet. Sie zeigen den aktuell in *##-WUSL* angegebenen Ort an. Insbesondere Google-Earth kann sinnvoll genutzt werden, da dieses Programm die genaue Höhe über NN unter dem Mauszeiger anzeigt.

Unter Punkt 4 wird der *Höhenabhängige Böengeschwindigkeitsdruck* festgelegt. Die Norm stellt hierzu Funktionen zur Verfügung, deren Wahl abhängig ist von der Bodenrauigkeit und ggf. von der Topographie der Umgebung.

4 Höhenabhängiger Böengeschwindigkeitsdruck
 nach DIN EC1-1-4/NA NA.B.3

benutzerdefiniert
 vereinfacht nach DIN EC1-1-4/NA NA.B.3.2 (für h≤25m)

Lage zur Abschätzung der Bodenrauigkeit nach DIN EC1-1-4/NA Anhang NA.B

Mischprofil der Geländekategorien II und III

Berücksichtigung der Topographie ⇒ Regelfall

z	q(z)
1 m	0,86 kN/m ²
2 m	0,86 kN/m ²
5 m	0,86 kN/m ²
10 m	0,97 kN/m ²
20 m	1,24 kN/m ²
50 m	1,75 kN/m ²
100 m	2,10 kN/m ²
200 m	2,50 kN/m ²

q(z) = q_p(z) nach DIN EN 1991-1-4
 NA: 2010-12 - Anhang NA.B.4.1
 Auswertung des Topografieinflusses nach DIN EN 1991-1-4:2010-12 Anhang A.3

Zur Abschätzung der Bodenrauigkeit stehen Regelfallprofile zur Verfügung. Es gilt folgende Einteilung

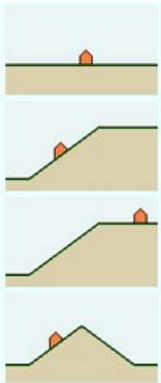
- Nordseeinsel** (= Geländekategorie I) offene See, Seen mit mindestens 5 km freier Fläche in Windrichtung; flaches Land ohne Hindernisse.
- küstennah** Mischprofil der Geländekategorien I und II
- Geländekategorie II** Gelände mit Hecken, einzelnen Gehöften, Häusern oder Bäumen, z. B. landwirtschaftliches Gebiet
- Binnenland** Mischprofil der Geländekategorien II und III
- Geländekategorie III** Vorstädte, Industrie und Gewerbegebiete, Wälder
- Geländekategorie IV** Stadtgebiete, bei denen mindestens 15% der Fläche mit Gebäuden bebaut sind, deren mittlere Höhe 15 m überschreitet.

Die oben dargestellte Auflistung weist die **Geländeprofile** von *sehr glatt* bis hin zu *sehr rau* aus. Ein vorherrschend raues Profil darf gewählt werden, wenn der Gebäudestandort weiter als 3 km von einem Gelände mit glatterem Profil entfernt liegt. Wälder dürfen maximal mit Geländekategorie II bewertet werden, da nicht sichergestellt ist, dass die Vegetation den hohen Windkräften standhält. Im Zweifelsfalle ist die glattere Geländekategorie anzunehmen.

Ist dem Datenblatt ein NAD zugeordnet, das aus einer Kopie der EC-Standardparameter entstand, lautet die Einteilung der Geländekategorien: 0, I, II, III und IV - mit vergleichbarem Sinn.

Nur für Deutschland (DIN 1055 und Eurocode mit NA-DE) gilt:

Bei Gebäuden, deren Höhe 25 m nicht überschreitet, können die vereinfachten Geschwindigkeitsdrücke n. DIN 1055-4, Tab. 2, verwendet werden. Dies setzt die Wahl der Profile *Nordseeinsel*, *küstennah* oder *Binnenland* voraus. Bei den vereinfachten Geschwindigkeitsdrücken entfällt die differenzierte Lastenteilung in Höhenrichtung. Bei gedungenen Bauwerken (deren horizontale Abmessungen b und d größer sind als die Höhe h) liefert sie keinen Vorteil.



An isolierten Bergen, Bergketten oder Felsen und Böschungen (nicht jedoch bei hügeligem Gelände und in Gebirgsregionen) ergeben sich unterschiedliche Windgeschwindigkeiten aus der Geländeneigung in Strömungsrichtung.

Der größte Anstieg der Windgeschwindigkeit ergibt sich kurz vor Ende der Rampe. Dieser Effekt muss durch den **Topographiebeiwert** berücksichtigt werden. *##-WUSL* unterscheidet zwischen vier Fällen (vgl. nebenstehende Abbildung):

- in der Ebene (= Regelfall)
- im Hang eines Geländesprungs
- kurz hinter dem Kamm eines Geländesprungs
- im Hang eines Hügels

Topographieeffekte können vernachlässigt werden, wenn die mittlere Neigung des Geländes auf der Luvseite geringer als 3° ist.

Ist einer der Fälle (2) - (4) ausgewählt, müssen weitere Angaben zur Geländeform erfolgen.

In der Ebene ist der Topographiebeiwert = 1; in den anderen Fällen wird er mit Hilfe DIN 1055-4 Anhang B, Bild B.1, ermittelt bzw. (besser) EN 1991-1-4, Anh. A.3, berechnet.

Weitere Angaben bedarf es i.d.R. nicht.

Sollen Windlasten nach Eurocode für ein Bauvorhaben außerhalb Deutschlands ermittelt werden, kann es passieren, dass die in *##-WUSL* integrierten Algorithmen zur Ermittlung des höhenabhängigen Böengeschwindigkeitsdrucks die dort geltenden nationalen Regeln nicht zutreffend befriedigen. In diesem Fall besteht die Möglichkeit, ein benutzerdefiniertes Böengeschwindigkeitsprofil festzulegen.

benutzerdefiniert Für weiterführende Windlastermittlungen (wie etwa Windlasten auf Wänden, Dächern etc.) wird der höhenabhängige Böengeschwindigkeitsdruck benötigt. Er wird durch eine Funktion $q(z)$ repräsentiert, wobei die z -Ordinate von OK Boden nach oben zeigt und $q(z)$ folglich Böengeschwindigkeitsdrücke in unterschiedlichen Höhenlagen ausweist. *##-WUSL* ermittelt die Funktionen normalerweise normengerecht wahlweise nach

- DIN 1055-4
- den Eurocode-Empfehlungen oder
- Eurocode unter Berücksichtigung des deutschen nationalen Anhangs.

Für statische Berechnungen von Ingenieurbauten in Deutschland ist damit alles Erforderliche abgedeckt. Dies gilt ebenfalls für Staaten, die die Eurocode-Empfehlungen ohne Einschränkungen übernehmen.

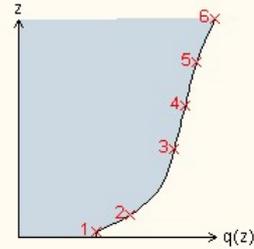
Für die statische Berechnung eines Gebäudes z.B. in England sind die genannten Verfahren jedoch nicht ausreichend, da England (genau wie Deutschland) in seinem NA eigene Formulierungen der Funktion $q(z)$ besitzt. Dies gilt u.U. für weitere Staaten Europas. Da *##-WUSL* unmöglich alle 30 nationalen Anhänge und deren Feinheiten und Abhängigkeiten programmintern vorrätig halten kann, wird die Vorgabe eines benutzerdefinierten Böengeschwindigkeitsprofils angeboten.

Höhenabhängiger Böengeschwindigkeitsdruck nach DIN EC1-1-4/NA NA.B.3

benutzerdefiniert

Anzahl Interpolationsstellen:

i	z_i	$q(z_i)$
1	2.00	0.700
2	10.00	1.000
3	40.00	1.400
4	60.00	1.500
5	80.00	1.600
6	100.00	1.770



Hierüber kann eine Anzahl Wertepaare $[z, q(z)]$ vorgegeben werden. Die Anzahl dieser Wertepaare n (Interpolationsstellen) ist mit $3 \leq n \leq 6$ beschränkt. Die z -Werte sollten in aufsteigender Reihenfolge vorgegeben werden. Werte zwischen den Interpolationsstellen werden durch Splinesfunktionen interpoliert. Da die Splineinterpolation die Eigenschaft hat, die Interpolationsstellen exakt wiederzugeben, sollten die z -Ordinaten, deren $q(z)$ -Werte benötigt werden, direkt vorgegeben werden (z.B. die Gebäudeabmessungen: $z=b$, $z=d$ und $z=h$).

Für die Extrapolation gilt

- für $z < z_1$ gilt $q(z) = q(z_1)$
- für $z > z_n$ gilt $q(z) = q(z)$ des letzten Splineabschnitts

Aufgrund der letzten Festlegung ist es ratsam, die höchste vorgegebene z -Ordinate mit der Gesamtgebäudehöhe festzulegen, da höhere Werte programmintern nicht von Interesse sind. Wird von der Möglichkeit zur Definition benutzerdefinierter Böengeschwindigkeitsprofile Gebrauch gemacht, werden alle anderen Vorgaben (wie z.B. der Grundwert der Basisgeschwindigkeit im Register *Basisdaten*) ignoriert.



Beachten Sie, dass durch die Definition nationaler Anwendungsdokumente ein weiteres, von [pcae](#) mitgeliefertes Werkzeug vorhanden ist, die nationalen Eigenarten unterschiedlicher CEN-Mitgliedsstaaten in *##-WUSL* zu berücksichtigen!

3.2

Wind-Register

Die Regeln für die Windlastannahmen sind so umfangreich, dass #WUSL zwei Register zur Eingabe bereitstellt.

Im Register *Wind(1)* werden häufig vorkommende Standardfälle behandelt, die i.d.R. Gesamtsysteme betreffen.

Wind(1): Standard / Gesamtsysteme
<input type="checkbox"/> Rechteckförmiges, geschlossenes Gebäude mit Standarddach
<input type="checkbox"/> Kraftresultierende aus Wind auf quaderförmiges Gebäude
<input type="checkbox"/> Freistehendes Dach
<input type="checkbox"/> Gekrümmte Dächer
<input type="checkbox"/> Kreiszyylinder
<input type="checkbox"/> Kugel

Im Register *Wind(2)* werden weitere Windlastermittlungen angeboten, die meist zusätzliche Detailaufgaben darstellen.

Wind(2): Bonus / Details
<input type="checkbox"/> Innendruck aus Durchlässigkeit der Wände
<input type="checkbox"/> Innendruck bei offenen Wänden
<input type="checkbox"/> Windlasten auf Vordach
<input type="checkbox"/> min/max Resultierende auf Fassadenelemente
<input type="checkbox"/> Freistehende Wand
<input type="checkbox"/> Flaggen
<input type="checkbox"/> Anzeigetafeln
<input type="checkbox"/> Reibung
<input type="checkbox"/> Kantige Querschnitte
<input type="checkbox"/> Regelmäßig polygonale Querschnitte
<input type="checkbox"/> Fachwerke, Gitter und Gerüste

I.d.R. wird für ein Projekt nur eine Untermenge des kompletten Angebots von #WUSL benötigt. Durch Anklicken wird ein Abschnitt aktiviert. In dem vorangestellten Kontrollkästchen erscheint ein Haken und der Abschnitt öffnet sich zur Dateneingabe. Bei der Drucklistenerzeugung werden nur die derart geöffneten Abschnitte zur Ausgabe angeboten.

3.2.1

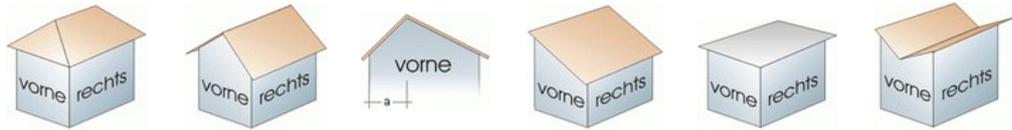
Register Wind (1)

rechteckförmiges, geschlossenes Gebäude mit Standarddach

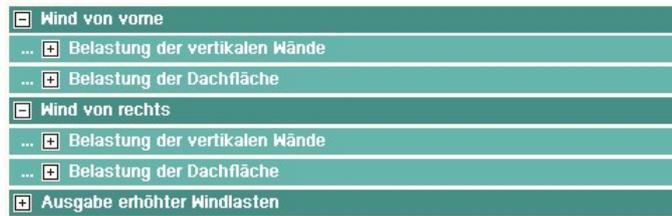
DIN EN 1991-1-4, Absätze 7.2.2 - 7.2.6, bzw. DIN 1055-4, Absätze 12.1.2 - 12.1.6

Unter diesem Abschnitt wird die Windlast am Gesamtsystem ermittelt. Da die vom Wind angeströmte Gesamtfläche bei Ingenieurbauten in aller Regel größer als 10 m² ist, wird bei der Ermittlung der Windlastordinaten hier allein der Druckbeiwert $c_{pe,10}$ verwendet. Zur Ermittlung der anzusetzenden Windlasten ist zunächst das Gebäudemodell zu beschreiben. Hierin sind die Außenmaße entsprechend der angegebenen Skizze, die Dachform (Flachdach, Pultdach, Satteldach, Trogdach oder Walmdach) anzugeben und ggf. davon abhängig weitere Festlegungen zu treffen.

Gebäudemodell				
h =	<input type="text" value="16.00"/>	m		
b =	<input type="text" value="10.00"/>	m		
d =	<input type="text" value="14.00"/>	m		
Dachform	<input type="text" value="Satteldach"/>			
	<input checked="" type="checkbox"/> symmetrisch			
α =	<input type="text" value="30.00"/>	°		
Dachüberstände in m	<input type="text" value="0.00"/>	<input type="text" value="0.00"/>	<input type="text" value="0.00"/>	<input type="text" value="0.00"/>

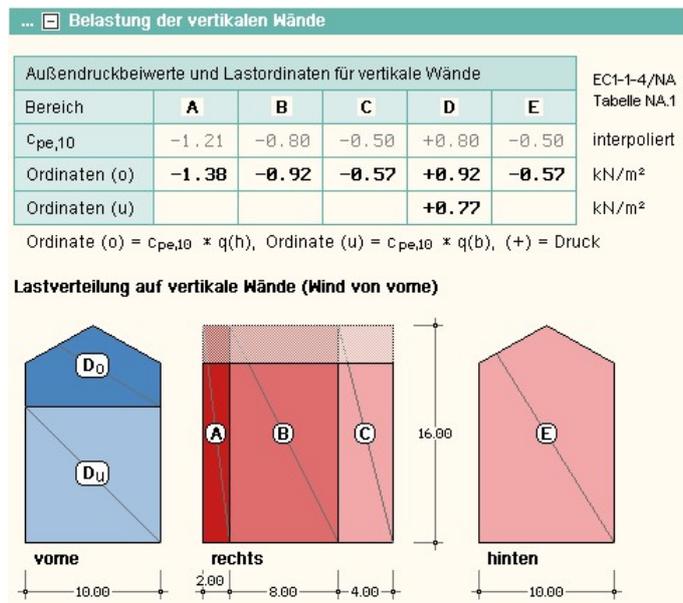


Im Register *Wind(1)* werden die sich ergebenden Windlasten unter den Überschriften



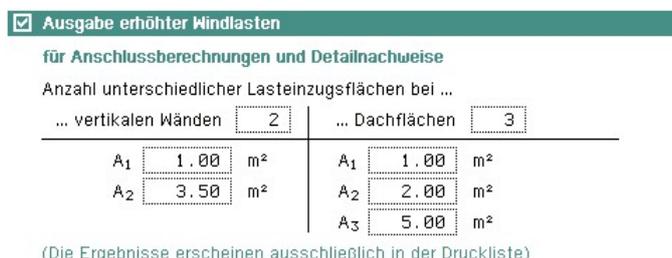
dargestellt (bei Pultdächern und unsymmetrischen Satteldächern auch: Wind von links). Ein Klick auf dem Überschriftsbalken blendet den zugeordneten Inhalt ein bzw. aus. Der den Überschriften zugeordnete Inhalt besteht jeweils aus einer Tabelle, die die den zu belastenden Bereichen zugeordneten **Außendruckbeiwerte** $c_{pe,10}$ sowie die Lastordinaten als charakteristische Werte in kN/m^2 ausweisen. Weiterhin stellt eine vermaßte Skizze die zu belastenden Bereiche (Teilflächen) dar. Das Programm geht davon aus, dass die angeströmte Gesamtfläche stets größer als 10 m^2 ist, so dass auf eine Interpolation zwischen $c_{pe,1}$ und $c_{pe,10}$ verzichtet wird.

Nebenstehend ein Beispiel



Die Werte für Lasteinzugsflächen $< 10 \text{ m}^2$ sind ausschließlich für die Berechnung der Ankerkräfte von unmittelbar durch Windeinwirkungen belasteten Bauteilen, den Nachweis der Verankerungen und ihrer Unterkonstruktion zu verwenden. Bei kleinformatischen Bauteilen ist die Lasteinzugsfläche gleich der Bauteilfläche (Fassadenelemente, Tafeln für Wandverkleidungen, Elemente für Dacheindeckungen ...). Die $c_{pe,1}$ -Beiwerte dienen zur sicheren Bemessung der Befestigungselemente von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen. Hierdurch werden lokale Sogspitzen berücksichtigt.

Unter der Überschrift *Ausgabe erhöhter Windlasten* können die Größen der Lasteinzugsflächen für die vertikalen Wände und die Dachflächen vorgegeben werden. In der Druckliste werden die logarithmisch zwischen $c_{pe,1}$ und $c_{pe,10}$ interpolierten Beiwerte sowie die hierzu gehörenden Lastordinaten ausgewiesen.



Kraftresultierende aus Wind auf quaderförmiges Gebäude

DIN EN 1991-1-4, Absätze 7.6 + 7.13, bzw. DIN 1055-4, Absätze 12.4 + 12.13

Zum Nachweis der räumlichen Aussteifung eines Gebäudes muss die hier berechnete resultierende Windkraft vom Bauwerk aufgenommen werden. Diese Windkraft ist mit einer horizontalen Ausmitte von $b/10$ (Wind von vorne) bzw. $d/10$ (Wind von rechts) anzusetzen, um eine hinreichende Torsionssteifigkeit um die vertikale Gebäudeachse sicherzustellen.

Die Ermittlung der resultierenden Windkraft erfolgt nach EN 1991-1-4 Absatz 5.3 und 7.6. Die Dachform bleibt dabei unberücksichtigt.

Gebäudemodell

wie oben

h = 16.00

b = 10.00

d = 14.00

h_u = 0.00

Wind von vorne	Wind von rechts	nach EN 1991-1-4
$h/d = 1.14$	$h/b = 1.60$	
$d/b = 1.40$	$b/d = 0.71$	
$c_{f,0} = 1.91$	$c_{f,0} = 2.39$	7.6 (Bild 7.23)
$\lambda = 3.11$	$\lambda = 2.22$	7.13 (Tab 7.16)
$\Psi_{\lambda} = 0.65$	$\Psi_{\lambda} = 0.63$	7.13 (Bild 7.36)
$\zeta = 9.60 \text{ m}$	$\zeta = 9.60 \text{ m}$	irrelevant
$q(h) = 1.14 \text{ kN/m}^2$	$q(h) = 1.14 \text{ kN/m}^2$	7.6 (2) und 4.5
$A_{ref} = 160.00 \text{ m}^2$	$A_{ref} = 224.00 \text{ m}^2$	7.6 (2)
R = 226.56 kN	R = 387.97 kN	$c_{f,0} \Psi_{\lambda} q(h) A_{ref}$

freistehendes Dach

nur DIN EN 1991-1-4, Absätze 7.3 + 7.5

Freistehendes Dach

Sheddach

Dachneigung $\alpha = 5.00$

Oberfläche glatt ...

z. B. Stahl, glatter Beton

unversperrt versperrt

Anzahl Dachflächen $n = 8$

Die Ermittlung der Lasten erfolgt nach EN 1991-1-4:2010-12 (Eurocode), Absätze 7.3 und 7.5

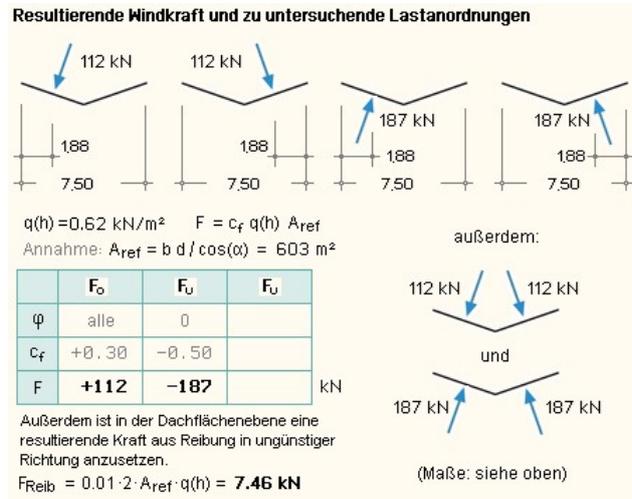
Freistehende Dächer sind Dächer, an die sich nach unten keine durchgehenden Wände anschließen, wie z.B. Tankstellendächer oder Bahnsteigüberdachungen. Für derartige Dächer mit den dargestellten möglichen Dachformen kann $\Psi_{f,WUSL}$ auf der Basis der Eurocode-Norm die anzunehmenden Windlasten ermitteln. Hierzu müssen die Geometrie und die Oberflächenbeschaffenheit (zur Ermittlung der Reibungskräfte) beschrieben werden.

Bei Vorliegen einer **Versperrung** ist der Versperrungsgrad vorzugeben.

Versperrungsgrad

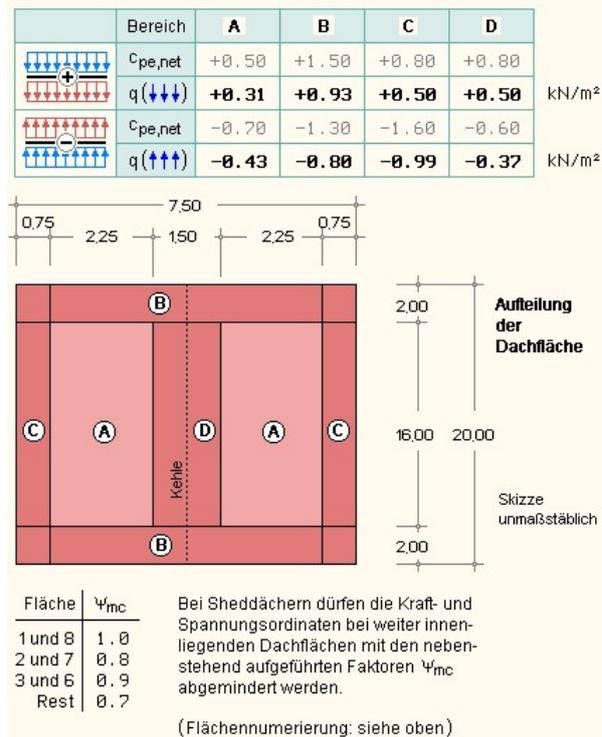
$$\varphi = \frac{A_S}{A_G} = 0.300$$

Die Ermittlung der Lasten erfolgt ausschließlich nach Eurocode, Absatz 7.3, (freistehende Dächer) und Absatz 7.5 (Reibungsbeiwerte). Als Ergebnis wird zunächst eine resultierende Windkraft zur Bemessung der statischen Gesamtkonstruktion inkl. Stützen und Lager etc. ausgewiesen. Die hierzu gehörenden unterschiedlichen Lastanordnungen sind im Einzelnen nachzuweisen. Die zusätzlich anzusetzende Kraft aus Reibung F_{Reib} ist ebenfalls angeben.



Für die Bemessung der Dachelemente und der Verankerungen sind darüber hinaus Druckverteilungen über die Dachhaut angegeben.

Druckverteilung zur Bemessung von Dachelementen und Verankerungen:



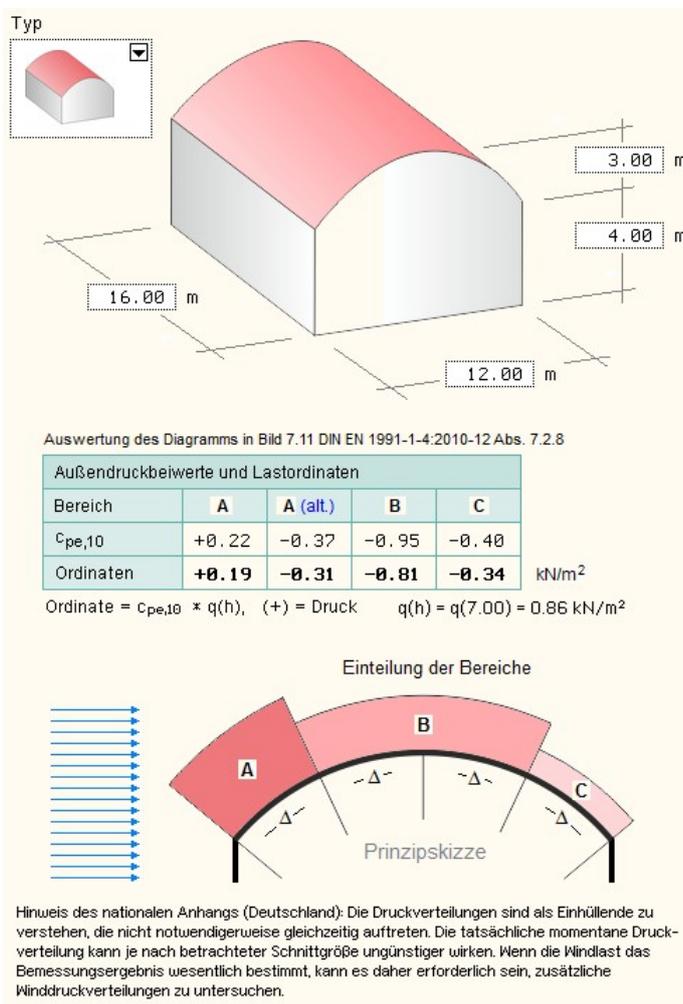
gekrümmte Dächer

nur DIN EN 1991-1-4, Absatz 7.28



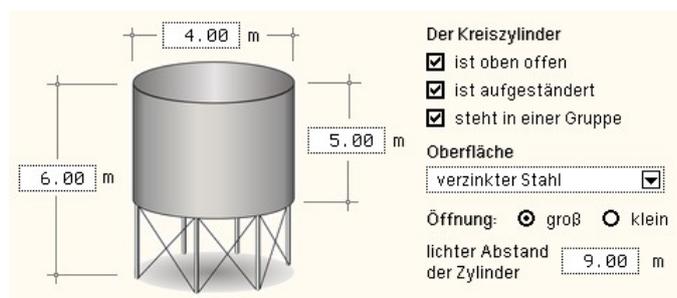
Bei gekrümmten Dächern wird zwischen kreiszylindrischen Dächern und **Kuppeln** mit kreisrunder Basis unterschieden. Die Norm weist hierfür entsprechende Druckbeiwerte $c_{pe,10}$ für die gekennzeichneten Bereiche A, B und C aus.

Beispiel



Kreiszyylinder

DIN EN 1991-1-4, Abs. 7.9, sowie DIN EN 1993-4-1



Kreiszyylinder können zur Abschätzung der Windbelastung die o.a. einstellbaren Eigenschaften besitzen.

Die Ermittlung der Druckspannungen erfolgt n. DIN EN 1991-1-4, Abs. 7.9.1, solange, wie die Reynoldszahlen nach Tab. 7.12 interpolierbar sind. Dies entspricht dem Wertebereich $5 \cdot 10^5 \leq Re \leq 1 \cdot 10^7$. Die **Reynoldszahl** ist i.W. vom Durchmesser des Zylinders abhängig.

Ergibt sich eine Reynoldszahl $< 5 \cdot 10^5$, wird auf die Ermittlung und Ausgabe der Druckspannungen verzichtet. Dies betrifft i.d.R. Zylinder mit einem Durchmesser < 30 cm (Fahnenmast, Laternenpfahl etc.).

Ergibt sich eine Reynoldszahl $> 10^7$, erfolgt die Ermittlung der Druckspannungen n. DIN EN 1993-4-1:2017-09, Anh. C *Winddruckverteilung über den Umfang kreisrunder Silos*.

Druckverteilung nach DIN EN 1991-1-4:2010-12 Abs. 7.9

$\psi_{\lambda,\alpha}$ gemäß Gl. 7.17, c_{p0} interpoliert aus Bild 7.27
 $c_{pe} = \psi_{\lambda,\alpha} \cdot c_{p0}$, $q = c_{pe} \cdot q(h)$ in kN/m^2

α	$\psi_{\lambda,\alpha}$	c_{p0}	c_{pe}	q
0	1,00	1,00	1,00	0,48
10	1,00	0,85	0,85	0,41
20	1,00	0,56	0,56	0,27
30	1,00	0,10	0,10	0,05
40	1,00	-0,33	-0,33	-0,16
50	1,00	-0,83	-0,83	-0,40
60	1,00	-1,25	-1,25	-0,60
70	1,00	-1,52	-1,52	-0,73
80	1,00	-1,61	-1,60	-0,77
90	0,93	-1,48	-1,37	-0,66
100	0,80	-1,18	-0,94	-0,45
110	0,63	-0,95	-0,60	-0,29
120	0,63	-0,77	-0,48	-0,23
130	0,63	-0,77	-0,48	-0,23
140	0,63	-0,77	-0,48	-0,23
150	0,63	-0,77	-0,48	-0,23
160	0,63	-0,77	-0,48	-0,23
170	0,63	-0,77	-0,48	-0,23
180	0,63	-0,77	-0,48	-0,23

Nach DIN EN 1993-4-1:2017-09 Anh. C sollte bei großen Öffnungen zur hier aufgelisteten Druckverteilung eine konstante Sogspannung im Inneren eines Silos in der Höhe von $0,6 \times 0,48 = 0,29 \text{ kN/m}^2$ hinzuaddiert werden.

Die Ermittlung und Ausgabe der resultierenden Kraft in Windrichtung wird in jedem Fall n. DIN EN 1991-1-4:2010-12, Abs. 7.9.2, ausgeführt.

Resultierende in Windrichtung nach DIN EN 1991-1-4:2010-12 Abs. 7.9.2

$k = 0,2000 \text{ mm}$	äquivalente Rauigkeit Tab 7.13
$k/b = 0,0000500$	
$c_{f,0} = 0,76$	Grundkraftbeiwert Bild 7.28
$A_{ref} = 20,00 \text{ m}^2$	$h_{Zyl} \cdot \varnothing_{Zyl}$
$\kappa = 1,15$	Erhöhungsfaktor Tab. 7.14
$R = 5,28 \text{ kN}$	$c_{f,0} \cdot \psi_{\lambda} \cdot \kappa \cdot A_{ref} \cdot q(h)$

Kugel

DIN EN 1991-1-4, Abs. 7.10

Das folgende Eigenschaftsblatt dient als Beispiel für eine Kugel.

Oberfläche
 verzinkter Stahl

Kennwerte
 $q(h) = 0,48 \text{ kN/m}^2$
 $v(h) = 27,71 \text{ m/s}$
 $Re = 3695042$
 $k = 0,200000 \text{ mm}$
 $k/b = 0,000100$
 $c_{fx} = 0,30$
 $c_{fz} = 0,00$
 $A_{ref} = 3,142 \text{ m}^2$

Windkraftresultierende nach DIN EN 1991-1-4:2010-12, Abs. 7.10
 $R_x = c_{fx} \cdot A_{ref} \cdot q(h) = 0,45 \text{ kN}$
 $R_z = c_{fz} \cdot A_{ref} \cdot q(h) = 0,00 \text{ kN}$

3.2.2

Register Wind (2)

Innendruck aus Durchlässigkeit der Wände

DIN EN 1991-1-4, Absatz 7.29, bzw. DIN 1055-4, Absatz 12.1.8

☑ Innendruck aus Durchlässigkeit der Wände		
Beschreibung der Öffnungen:		
Wand	Öffnungsfläche	
vorne	$A_{iv} =$	9,00 m ²
rechts	$A_{ir} =$	0,00 m ²
hinten	$A_{ih} =$	0,00 m ²
links	$A_{il} =$	0,00 m ²

Falls erforderlich, kann der Innendruck aus der **Durchlässigkeit** der Wände bei geschlossenen Baukörpern n. DIN 1055-4, Abs. 12.1.8, ermittelt werden.

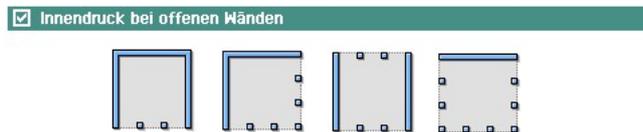
Jeder Wand muss hierbei die Öffnungsfläche (Fehlfläche) in m² zugeordnet werden. Liegt der Öffnungsanteil der Außenwände unter 1 % und ist er annähernd gleichmäßig über die Fläche verteilt, gilt der Baukörper als geschlossen. Betragen die Öffnungsflächen mehr als 30 % der ihr zugeordneten Wandfläche, gilt der Baukörper als seitlich offen. Der Nachweis muss dann n. DIN 1055-4, Abs. 12.1.9, geführt werden (folgender Absatz).

Ist als zugrunde liegende Norm **Eurocode** eingestellt, wird zunächst untersucht, ob die Öffnungen einer bestimmten Wand für die Bestimmung des Innendrucks dominant sind. In diesem Fall gilt die Regel, dass der Innendruck durch einen bestimmten (ausgewiesenen) Prozentsatz des Außendrucks an der Stelle der Öffnung zu bestimmen ist.

Liegen die Öffnungen der dominanten Seitenfläche in Bereichen mit unterschiedlichen Außendruckbeiwerten, ist ein mit den Öffnungsflächen gewichteter Mittelwert zu ermitteln.

Innendruck bei offenen Wänden

DIN 1055-4, Absatz 12.1.9 sowie DIN EN 1991-1-4/NA:2024-08 NCI zu 7.4.1



DIN 1055-4 unterscheidet in Absatz 12.1.9 bei der Festlegung der Druckbeiwerte auf innen liegende Oberflächen seitlich offener Baukörper zwischen den Situationen **eine Wand offen**, **zwei Wände über Eck offen**, **zwei Wände gegenüberliegend offen** und **drei Wände offen**.

Nach Auswahl einer dieser Festlegungen weist **#-WUSL** die zugeordneten Druckbeiwerte und resultierend hieraus die anzunehmenden Lastordinaten aus.

Eine entsprechende Festlegung wurde für Deutschland in DIN EN 1991-1-4/NA:2024-08 übernommen.

Windlasten auf Vordach

DIN EN 1991-1-4/NA, Anhang NA.V bzw. Musterliste der techn. Baubestimmungen

Das Deutsche Institut für Bautechnik hat einen Forschungsauftrag an die Ingenieurgesellschaft Niemann & Partner in Zusammenarbeit mit der Ruhr-Universität Bochum zur Ermittlung aerodynamischer Beiwerte für die normengemäße Erfassung der Winddrücke und Windkräfte an Vordächern (DIBt-Projekt ZP 52-5-3.94- 1141/05) vergeben, dessen Resultate in die Musterliste der technischen Baubestimmungen - Fassung Februar 2007 - aufgenommen wurden. Die hier ermittelten Druckbeiwerte gelten für ebene Vordächer, die mit einer maximalen Auskrägung von 10 m und einer Dachneigung bis zu +/- 10° aus der Horizontalen an eine Gebäudewand abgeschlossen sind. Bei geneigten Dächern des Hauptgebäudes ist h der Mittelwert aus Trauf- und Firsthöhe.

Diese Regeln wurden auch in das deutsche nationale Anwendungsdokument EN 1991-1-4/NA im Anhang NA.V aufgenommen.

Windlasten auf Vordach

Geometrie

$b_1 = 4,50$ m
 $d_1 = 3,00$ m
 $h_1 = 4,00$ m
 $h = 10,00$ m

h ist die mittlere Höhe des Hauptgebäudes

Die Lastermittlung erfolgt nach der Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen vom Februar 2007 - Anlage 1.1/1 - Absatz 4

$e = \min(d_1/4, b_1/2) = 0,75$ m $q(h) = 0,54$ kN/m²

zur Ermittlung von $q(h)$ siehe Register Wind(1)

Skizze unmaßstäblich

Außendruckbeiwerte und Lastordinaten für Vordächer					
Lastrichtung	↓↓↓↓ Abwärts (+)		↑↑↑↑ Aufwärts (-)		
Bereich	A	B	A	B	
$c_{p,net}$	+0.70	+0.30	-1.07	-0.24	interpoliert
Ordinaten	+0.38	+0.16	-0.58	-0.13	kN/m ²

Ordinate = $c_{p,net} \cdot q(h)$

min/max Resultierende auf Fassadenelemente

DIN EN 1991-1-4, Absatz 7.2.2, bzw. DIN 1055-4, Absatz 12.1.2

min/max Resultierende auf Fassadenelemente

Gebäudemodell

wie in Register Wind(1)

Druckbeiwerte

an Fläche angepasst
 stets $c_{pe,10}$ verwenden

Maximalwerte ergeben sich stets vertikal oben, horizontal am Rand

Anzahl zu untersuchender Fassadenelemente:

zur Ermittlung von $q(h)$ siehe Register Wind(1)

Gebäudebreite und -tiefe vertauschen					Druck	Sog
x	b	z	h		kN	kN
m	m	m	m			
0,00	2,00	6,00	2,50	<input type="checkbox"/>	2,852	-4,861
4,00	2,00	6,00	2,50	<input type="checkbox"/>	2,852	-3,343
0,00	2,00	0,00	2,50	<input checked="" type="checkbox"/>	3,230	-4,205

Die Ermittlung der Resultierenden erfolgt durch Integration der im Register Wind(1) bereichsabhängig ausgewiesenen Lastordinaten über den Bereich des Fassadenelementes.

Wenn das Fassadenelement in mehreren Bereichen mit unterschiedlichen Lastordinaten angeordnet wird, so wirkt die Resultierende nicht mehr im Schwerpunkt des Fassadenelementes. Die hierzu gehörenden Ausmitten werden in der Druckliste protokolliert.

Zur Bemessung von rechteckförmigen Fassadenelementen und ihrer Aufhängung werden die resultierenden Windlasten, die auf den Fassadenelementen wirken, benötigt. Diese Lasten sind

abhängig von der Lage und der Größe der Fassadenelemente.

Ist das Fassadenelement kleiner als 10 m^2 , muss mit dem Druckbeiwert $c_{pe,A}$ ($1 < A < 10$, $A = \text{Fläche des Fassadenelements in m}^2$) gerechnet werden, der sich durch logarithmische Interpolation aus $c_{pe,1}$ und $c_{pe,10}$ ermitteln lässt.

Es werden hier die sich jeweils einstellenden Maximalwerte für Druck (aus Wind von vorne) und Sog (aus Wind von der ungünstigeren Seite) ausgewiesen. Wird bei einem Fassadenelement der Schalter **Gebäudebreite und -tiefe vertauschen** aktiviert, gelten die ausgewiesenen Ergebnisse für ein Fassadenelement an der Seitenwand.

freistehende Wand

nur DIN EN 1991-1-4, Absatz 7.4.1



Es wird zwischen den dargestellten Wandformen unterschieden.

Freistehende Wand

Wandform

Völligkeitsgrad φ

Höhe Wandunterkante m über Grund
(nur für Brüstungen und Geländer auf Gebäuden)

alle Maßangaben in m

Die Windlastermittlung erfolgt nach DIN EN 1991-1-4 Abs. 7.4 / Tab. 7.9
Die Ergebnisse verstehen sich als Extremwerte aller Windrichtungen.
 $q(ze) = q(2.00) = 0.86 \text{ kN/m}^2$

Bereich	Δx	$c_{p,net}(x)$	$q(x)$
1) $0.00 \text{ m} < x < 0.60 \text{ m}$	0.60m	2.10	$\pm 1.80 \text{ kN/m}^2$
2) $0.60 \text{ m} < x < 4.00 \text{ m}$	3.40m	1.80	$\pm 1.54 \text{ kN/m}^2$
3) $4.00 \text{ m} < x < 6.00 \text{ m}$	2.00m	1.40	$\pm 1.20 \text{ kN/m}^2$
4) $6.00 \text{ m} < x < 9.40 \text{ m}$	3.40m	1.80	$\pm 1.54 \text{ kN/m}^2$
5) $9.40 \text{ m} < x < 10.00 \text{ m}$	0.60m	2.90	$\pm 2.48 \text{ kN/m}^2$

Darstellung der Bereiche

Flaggen

nur DIN EN 1991-1-4, Absatz 7.12



Die Norm unterscheidet zwischen einer rechteckigen, allseits befestigten Flagge und den rechteckigen bzw. dreieckigen frei flatternden Flaggen.

Flaggen

Flaggentyp

Gewicht des Flaggenstoffes pro m^2 kg/m^2

Höhe der Flaggenoberkante über Grund m

rechteckig, frei flatternd

Die Berechnung erfolgt nach DIN EN 1991-1-4:2010-12 Absatz 7.12
 $q(ze) = q(7.00) = 0.86 \text{ kN/m}^2$, $A_{ref} = 11.250 \text{ m}^2$, $c_f = 0.0332$
Resultierende Windlast $H = 0.32 \text{ kN}$ (in Flaggenebene)
Der Wert schließt dynamische Kräfte aufgrund des Flattereffektes ein.

Anzeigetafeln

nur DIN EN 1991-1-4, Absatz 7.4.3

Anzeigetafeln

Die Berechnung erfolgt nach DIN EN 1991-1-4:2010-12 Absatz 7.4.3
 $q(z_e) = q(2.50) = 0.86 \text{ kN/m}^2$, $A_{ref} = 6.000 \text{ m}^2$, $c_f = 1.8000$
Resultierende Windlast $F = 9.25 \text{ kN}$
 Die Kraft ist mit einer horizontalen Ausmitte gemäß Skizze anzusetzen.

Reibung

nur DIN EN 1991-1-4, Absatz 7.5



Die Norm unterscheidet bei Reibungseffekten aus Wind zwischen dem freistehenden Dach, der freistehenden Wand und dem lang gestreckten, geschlossenen Gebäude.

Reibung

Typ

Oberfläche
 sehr rauh

Die Berechnung erfolgt nach DIN EN 1991-1-4:2010-12 Absatz 7.5
 $q(h) = q(5.00) = 0.86 \text{ kN/m}^2$
 Reibungsbeiwert $c_{fr} = 0.04$ $x = 20.000 \text{ m}$
 Bezugsfläche $A_{fr} = 363.96 \text{ m}^2$ $c = 5.099 \text{ m}$
Resultierende Windkraft aus Reibung (in Windrichtung): $H = 12.47 \text{ kN}$

Kantige Querschnitte

DIN EN 1991-1-4, Abs. 7.7

Zunächst muss hier zwischen dem allgemeinen kantigen Profil n. DIN EN 1991-1-4:2010-12, Abs. 7.7, und den speziellen, im deutschen nationalen Anhang aufgeführten kantigen Profilen unterschieden werden.

Während für das erstgenannte Profil je ein Wert für die x- und die y-Richtung (unabhängig von der Windrichtung) berechnet und ausgewiesen werden, können für die speziellen Profile gemäß nationalem Anhang für alle um 45° versetzten Windrichtungen Windlastwerte ermittelt werden. Die Norm liefert eine resultierende Kraft auf das Profil unter Zuhilfenahme von Kraftbeiwerten.

Da es sich bei den Profilen i.d.R. um Stabquerschnitte handelt, wird in #WUSL das Ergebnis als Gleichstreckenlast über die Länge l in kN/m ausgewiesen.

Beispiel für den allgemeinen Fall

1. Profil

all-gemein

Höhe b = 20.00 cm
Breite d = 10.00 cm
Länge l = 5.00 m
höchste Ordinate über Grund h = 10.00 m

qx und qy sind als gleichzeitig wirkend anzunehmen.
 $q = \psi_{\lambda\alpha} \cdot A_{ref} \cdot 2.0 \cdot q(h)$
 mit $q(h) = 0.54 \text{ kN/m}^2$

Die Ermittlung der Kraftbeiwerte erfolgt nach
 DIN EN 1991-1-4:2010-12 Abs. 7.9
 $\psi_{\lambda\alpha}$ nach DIN EN 1991-1-4:201-12 Absatz 7.13

x-Richtung: $\psi_{\lambda\alpha} = 0.87$ $A_{ref} = 0.20 \text{ m}^2/\text{m}$ $q_x = 0.19 \text{ kN/m}$
 y-Richtung: $\psi_{\lambda\alpha} = 0.91$ $A_{ref} = 0.10 \text{ m}^2/\text{m}$ $q_y = 0.10 \text{ kN/m}$

Als spezielle Profile werden die nebenstehend dargestellten Querschnitte berücksichtigt.



Beispiel für einen speziellen Fall

2. Profil

I

Höhe b = 20.00 cm
Breite d = 10.00 cm
Länge l = 5.00 m
höchste Ordinate über Grund h = 10.00 m

Die Ermittlung der Kraftbeiwerte erfolgt nach
 DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 (deutsches nationales Anwendungsdokument) Tabelle NA.2
 $\psi_{\lambda\alpha}$ nach DIN EN 1991-1-4:2010-12 Absatz 7.13

$d/b \approx 0.50!$

Windrichtung	$\psi_{\lambda\alpha}$	A_{ref} m ² /m	$c_{fx,0}$	q_x kN/m	$c_{fy,0}$	q_y kN/m
N	0.91	0.100	0.00	0.00	-1.60	-0.08
NO	0.87	0.212	-1.80	-0.18	-1.20	-0.12
O	0.87	0.200	-2.00	-0.19	0.00	0.00
SO	0.87	0.212	-1.80	-0.18	1.20	0.12
S	0.91	0.100	0.00	0.00	1.60	0.08
SW	0.87	0.212	1.80	0.18	1.20	0.12
W	0.87	0.200	2.00	0.19	0.00	0.00
NW	0.87	0.212	1.80	0.18	-1.20	-0.12

$q = \psi_{\lambda\alpha} \cdot A_{ref} \cdot c_{f,0} \cdot q(h)$
 mit $q(h) = 0.54 \text{ kN/m}^2$

qx und qy sind als gleichzeitig wirkend anzunehmen.

Es können bis zu 20 verschiedene kantige Profile in ein #WUSL-Datenblatt aufgenommen werden.

- Über das +-Symbol wird ein neues Profil eingerichtet.
- Der nach unten gerichtete Pfeil sortiert das Profil in der Liste eine Position weiter unten ein.
- Der nach oben gerichtete Pfeil sortiert das Profil in der Liste eine Position weiter oben ein.
- Über das Mülleimersymbol wird ein Profil gelöscht.

Regelmäßig polygonale Querschnitte

DIN EN 1991-1-4, Abs. 7.8

#WUSL bietet die nachfolgend aufgeführten, regelmäßig polygonal umrandeten Querschnitte zur Windlastermittlung an.

- Dreieck - n. DIN EN 1991-1-4/NA:2024-08, NDP zu 7.8
- Quadrat - n. DIN EN 1991-1-4:2010-12, 7.6
- Fünf-, Sechs-, Acht-, Zehn-, Zwölfeck - n. DIN EN 1991-1-4:2010-12, 7.8
- 16-Eck, 18-Eck - n. DIN EN 1991-1-4:2010-12, 7.8 oder 7.9

Die Norm liefert eine resultierende Kraft auf das Profil unter Zuhilfenahme von Kraftbeiwerten.

Da es sich bei den Profilen i.d.R. um Stabquerschnitte handelt, wird in #WUSL das Ergebnis als Gleichstreckenlast über die Länge l in kN/m ausgewiesen.

2. Profil

Achteck a = 5.00 cm ø = 13.07 cm

Länge l = 5.00 m

Ecken abgerundet r = 1.00 cm

höchste Ordinate über Grund h = 10.00 m

Die Ermittlung erfolgt nach DIN EN 1991-1-4:2010-12 Abs. 7.8
Voraussetzung: glatte Oberfläche

q[h] = 0.54 kN/m² Ψ_s = 0.91 A_{ref} = 0.13 m²/m
v[h] = 29.50 m/s Re = 256979.53 r/ø = 0.0765
Tabelle 7.1f (ggf. interpoliert) c_{f,D} = 1.28 ⇒ q = 0.08 kN/m

Zur Beschreibung des Profils muss entweder die Kantenlänge a oder der Durchmesser des Umkreises \varnothing vorgegeben werden. Setzen Sie hierzu den entsprechenden **Automatik**-Schalter.

Es können bis zu 10 verschiedene regelmäßig polygonal umrandete Querschnitte in ein #WUSL-Datenblatt aufgenommen werden.

- Über das +-Symbol wird ein neues Profil eingerichtet.
- Der nach unten gerichtete Pfeil sortiert das Profil in der Liste eine Position weiter unten ein.
- Der nach oben gerichtete Pfeil sortiert das Profil in der Liste eine Position weiter oben ein.
- Über das Mülleimersymbol wird ein Profil gelöscht.

Fachwerke, Gitter und Gerüste

DIN EN 1991-1-4, Abs. 7.11

Die Norm unterscheidet zwischen einem ebenen Fachwerk und den räumlichen Fachwerken mit drei bzw. vier Längsholmen wie nebenstehend abgebildet.



Darüber hinaus wird zwischen Fachwerken mit abgewinkelten scharfkantigen Profilen und solchen mit kreisförmigen Profilen unterschieden. Insgesamt ergeben sich somit sechs zu differenzierende Modelle.

Beispiel

Fachwerktyp

Profile
 abgewinkelt, scharfkantig
 kreisförmig

mittlerer Stabdurchmesser $\varnothing = 8.00$ cm
 höchste Ordinate über Grund $h = 9.00$ m

$l = 5.00$ m
 $d = 0.80$ m
 $A_{\square} = 1.20$ m²

Bei A_{\square} sind die Stabquerschnitte und Knotenbleche in Projektion der Luv-Richtung zu berücksichtigen.

Jedem dieser Modelle ist ein Diagramm zugeordnet, mit dem sich der Kraftbeiwert $c_{f,0}$ ermitteln lässt.

Das Ergebnis der Berechnung unter Zuhilfenahme weiterer Kennwerte ist eine resultierende Kraft F , die sich als Streckenlast q auf die Länge des Fachwerks verteilen lässt.

Die Ermittlung der Windbelastung erfolgt nach DIN EN 1991-1-4:2010-12 ohne Berücksichtigung von Abschattungseffekten.

$q(h) = 0.52$ kN/m² $\Psi_{\lambda} = 0.72$ $A_{ref} = 1.20$ m² $\varphi = 0.30$
 $v(h) = 28.93$ m/s $Re = 154309.63$

$c_{f,0} = 1.30$ $F = 0.59$ kN $q = F/l = 0.12$ kN/m
 $c_{f,0} = 1.47$ $F = 0.67$ kN $q = F/l = 0.13$ kN/m

vgl. Bild 7.35 (Diagramme zweite Reihe)

3.3 Register Schnee

Zur Ermittlung der anzusetzenden Schneelasten ist zunächst wieder das Gebäudemodell (hier: nur die Dachform) zu beschreiben. Ist die Schaltfläche **wie Register Wind** aktiviert, werden die Festlegungen aus dem Register **Wind** übernommen. Andernfalls können individuelle Einstellungen vorgenommen werden.

Gebäudemodell wie Register <Wind>

Dachform: **Satteldach**

symmetrisch

$\alpha_1 = 45,00^\circ$

$\alpha_2 = 30,00^\circ$

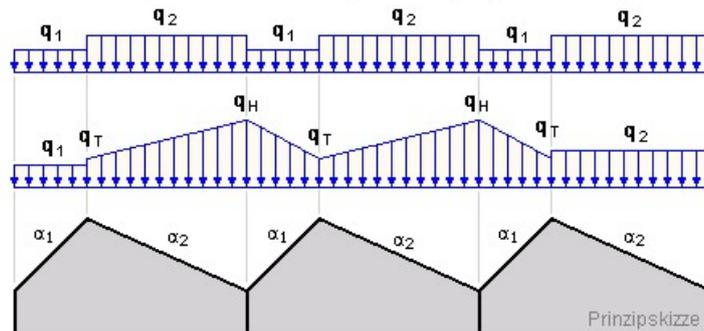
aneinandergereiht

$h = 1,50$ m

Die Lastordinaten werden normenkonform und nachvollziehbar ermittelt und ausgewiesen. Eine Prinzipskizze stellt die Figur der Belastung dar. Nachfolgend ein Beispiel:

$\mu_1(\alpha_1) = 0,40$	$\Rightarrow q_1 = \mu_1(\alpha_1) s_k = \underline{\underline{0,49 \text{ kN/m}^2}}$
$\mu_1(\alpha_2) = 0,80$	$\Rightarrow q_2 = \mu_1(\alpha_2) s_k = \underline{\underline{0,97 \text{ kN/m}^2}}$
$\mu_1(\bar{\alpha}) = 0,60$	$\Rightarrow q_T = \mu_1(\bar{\alpha}) s_k = \underline{\underline{0,73 \text{ kN/m}^2}}$
$\mu_2(\bar{\alpha}) = 1,60$	$\Rightarrow q_H = \mu_2(\bar{\alpha}) s_k = \underline{\underline{1,94 \text{ kN/m}^2}}$

gemäß Tabelle 1 - DIN 1055 - 5 $\bar{\alpha} = (\alpha_1 + \alpha_2) / 2$; $\mu_2 \leq \gamma \cdot h / s_k + \mu_1$ mit $\gamma = 2 \text{ kN/m}^3$



Die nachfolgend dargestellten Funktionen verhalten sich optional und müssen im Bedarfsfalle durch Anklicken aktiviert werden. Sie befassen sich mit der Bemessung von auskragenden Teilen (Dachüberständen) und zusätzlichen Lastannahmen bei Schneefanggittern, Höhengsprung und Verwehung.

Dachüberstand

Dachüberstand

Bei der Bemessung der auskragenden Teile eines Daches ist zusätzlich zur Schneelast auf dem Kragarm der überhängende Schnee an der Traufe zu berücksichtigen.

$S_e = 0,4 (\mu_1 s_k)^2 / \gamma = \underline{\underline{0,64 \text{ kN/m}}}$

gemäß DIN 1055-5 / Absatz 5.1 $\gamma = 3,0 \text{ kN/m}^3$
sowie Musterliste der Techn. Baubestimmungen (Febr. 2007)

Schneefanggitter

Schneefanggitter

Werden Schneefanggitter oder ähnliche, die abgleitenden Schneemassen anstauende Maßnahmen angeordnet, so ist die Linienlast F_s anzusetzen.

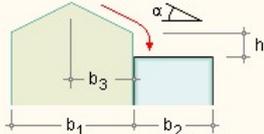
$F_s = \bar{\mu}_1 s_k b \sin \alpha = \underline{\underline{15,52 \text{ kN/m}}}$

gemäß DIN 1055-5 / Absatz 5.2 $\bar{\mu}_1 = 0,8$
mit $b = 10,00$ m

Höhensprung

Höhengsprung

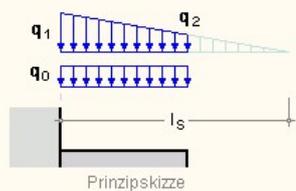
$h = 3.00$ m
 $b_1 = 12.00$ m
 $b_2 = 5.00$ m
 $b_3 = 6.00$ m
 $\alpha = 45.00^\circ$



Länge:	$l_s = 5 \leq 2h \leq 15$	= 6.00 m
abrutschende Schneelast:	$\mu_s = 0.8 b_3 / l_s$	= 0.80
Verwehung:	$\mu_{W1} = (b_1 + b_2) / 2h$	= 2.83
$\gamma = 2 \text{ kN/m}^3$	$\mu_{W2} = \gamma \cdot h / s_k - \mu_s$	= 1.39
	$\mu_w = \min(\mu_{W1}, \mu_{W2})$	= 1.39
gesamt:	$\mu_h = 0.8 \leq \mu_s + \mu_w \leq 2.0$	= 2.00

Lastordinaten:	$q_0 = \mu_1(0) s_k$	= <u>2.19 kN/m²</u>
	$q_1 = \mu_h s_k - q_0$	= <u>3.29 kN/m²</u>

$$q_2 = \frac{q_1}{l_s} (l_s - b_2)$$

$$= \underline{\underline{0.55 \text{ kN/m}^2}}$$


Prinzipskizze

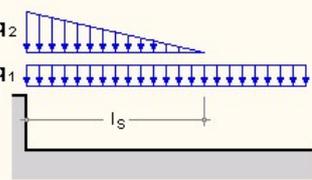
Die Schneelasten aus Höhengsprung setzen sich aus der abrutschenden Schneelast und der Schneeverwehung zusammen. Die Ermittlung erfolgt nach DIN 1055-5, Abs. 4.2.7, unter Berücksichtigung der Änderungen und Ergänzungen der Musterliste der Technischen Baubestimmungen vom Februar 2007, bzw. DIN EN 1991-1-3, Abs. 5.36.

In speziellen Fällen kann es vorkommen, dass zusätzlich zum Nachweis in der ständigen und vorübergehenden Bemessungssituation auch ein Nachweis in der außergewöhnlichen Bemessungssituation mit erhöhten Schneelasten geführt werden muss. #WUSL meldet dies und weist auch die erhöhten Schneelasten aus.

Verwehung

Verwehung

$h = 1.50$ m



$\mu_1 = 0.8$	$\Rightarrow q_1 = \mu_1 s_k$	= <u>0.88 kN/m²</u>
$\mu_2 = 0.8 \leq \gamma \cdot h / s_k \leq 2.0 = 2.00$	$\Rightarrow q_2 = (\mu_2 - \mu_1) s_k$	= <u>1.32 kN/m²</u>
Länge:	$l_s = 5 \leq 2h \leq 15$	= <u>5.00 m</u>

gemäß DIN 1055-5 Abs. 4.2.8 $\gamma = 2 \text{ kN/m}^3$

Die Ermittlung erfolgt nach DIN 1055-5, Absatz 4.2.8, bzw. DIN EN 1991-1-3, Abs. 6.2, und gilt für Verwehungen an Wänden und Aufbauten.

3.4

Speichern und Laden

Die eingegebenen Daten können permanent gespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt wieder geladen werden. Die hierzu gehörenden Interaktionselemente werden nachfolgend beschrieben.

-  richtet ein neues Datenblatt ein. Alle Eingabefelder werden gelöscht bzw. auf voreingestellte Werte gesetzt. Der sich so ergebende Datenzustand hat keine Bezeichnung und ist keinem gespeicherten Datenblatt zugeordnet.
-  öffnet das Eigenschaftsblatt zur Verwaltung gespeicherter Bauvorhaben, in dem die gespeicherten Datenblätter zur Auswahl stehen. Ein dort ausgewähltes Datenblatt kann geöffnet werden. Hierbei werden die Daten des gespeicherten Datenblattes in die Eingabefelder (in allen Registern) übernommen.
-  öffnet das Eigenschaftsblatt zur Verwaltung gespeicherter Bauvorhaben und bietet die Möglichkeit, den aktuellen Datenzustand unter einem bestimmten Namen (Datenblattbezeichnung, Bauvorhaben) zu speichern.

Das Eigenschaftsblatt zur Verwaltung gespeicherter Bauvorhaben weist im linken Fenster die vom Benutzer eingerichteten Ordner und im rechten Fenster die dem ausgewählten Ordner zugeordneten Datenblätter aus.



Die Buttons in der Kopfzeile des Eigenschaftsblattes haben folgende Funktionen:

-  erzeugt einen neuen Ordner
-  löscht den aktuell ausgewählten Ordner
-  bietet die Möglichkeit, den aktuell ausgewählten Ordner umzubenennen
-  erzeugt ein neues Datenblatt
-  löscht das aktuell ausgewählte Datenblatt
-  bietet die Möglichkeit, das aktuell ausgewählte Datenblatt umzubenennen
-  schneidet das aktuell ausgewählte Datenblatt aus ([Strg]+X) und speichert es in der Ablage
-  erzeugt eine Kopie des aktuell ausgewählten Datenblattes ([Strg]+C) in der der Ablage
-  fügt das Datenblatt aus der Ablage in den aktuell ausgewählten Ordner ein ([Strg]+V)
-  vom aktuell ausgewählten Datenblatt wird eine **pcae**-Paketdienst-Datei (ppd) erzeugt, die per E-Mail verschickt oder anderweitig zum Zwecke des Datenaustausches weitergegeben werden kann
-  eine auf dem oben beschriebenen Wege erzeugte ppd-Datei wird in #/-WUSL eingelesen und in den aktuell ausgewählten Ordner integriert



Es wurde bereits weiter oben darauf hingewiesen, dass Eurocode nur im Zusammenhang mit den länderspezifischen nationalen Anhängen angewendet werden kann. **pcae** ermöglicht ihren Kunden, statische Berechnungen für Bauwerke in allen CEN-Mitgliedsländern Europas zu erstellen. Die vollständige Einführung von Eurocode bietet hierzu eine Chance. Allein die nationalen Anhänge der teilnehmenden Staaten müssen in die Software eingepflegt werden.

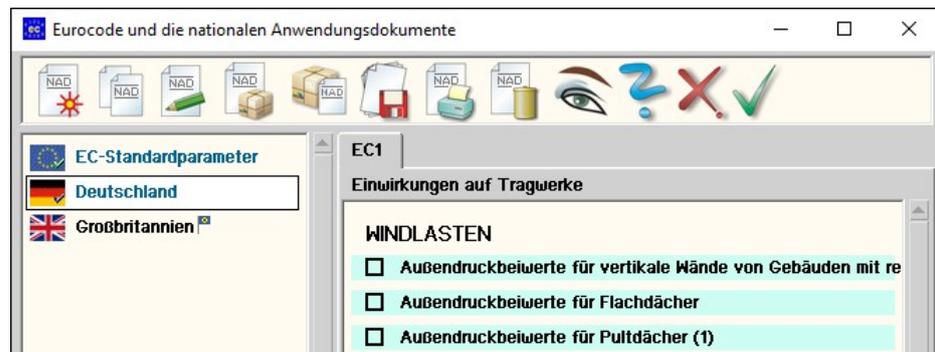
Die CEN-Mitgliedstaaten sind

Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, die Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, die Schweiz, die Slowakei, Slowenien, Spanien, die Tschechische Republik, Ungarn, das vereinigte Königreich und Zypern.

pcae bietet ein Werkzeug an, das aus der DTE[®]-Schublade heraus wie auch von allen Programmen, die Eurocodenachweise anbieten, aufgerufen werden kann und die nationalen Anhänge unterschiedlicher europäischer Mitgliedsländer verwaltet.

Das Modul wird durch einen Doppelklick auf das o.a. Symbol aus der DTE[®]-Schublade heraus gestartet. Mit diesem Werkzeug können nationale Anwendungsdokumente (**NAD**) verwaltet werden, in denen Besonderheiten der unterschiedlichen nationalen Anhänge länderspezifisch hinterlegt werden können.

Auf die hiermit festgelegten Spezifika gehen die *##*-Rechenprogramme ein. Die für *##*-WUSL wesentlichen Einstellungen finden sich im Register *EC1*.



Hier werden zunächst die Außendruckbeiwerte für vertikale Wände, Flachdächer, Pultdächer, Sattel- und Trogdächer sowie Walmdächer für jedes definierte NAD in geeigneten Tabellen vorrätig gehalten.

Die hierin gelisteten Werte können von Land zu Land unterschiedlich sein. Eurocode erlaubt dies ausdrücklich und Deutschland macht hiervon bereits Gebrauch: vgl. hierzu z.B. die unterschiedlichen Außendruckbeiwerte für Flachdächer im Bereich I in den NADs *EC-Standardparameter* und *Deutschland*.

Da diese Zahlen von *##*-WUSL berücksichtigt werden, kann und wird es passieren, dass bei einem Wechsel von einem NAD zu einem anderen auch unterschiedliche Ergebnisse produziert werden.

Auf eine weitere Eigenart sei an dieser Stelle hingewiesen: In Deutschland wird der Böengeschwindigkeitsdruck, der maßgeblich für alle weiteren Windlastberechnungen innerhalb von *##*-WUSL ist, anders ermittelt, als es in Eurocode vorgegeben ist. Hier unterscheidet sich Eurocode vom deutschen nationalen Anhang (NA-DE) nicht nur durch zahlenmäßig erfassbare Parameter, sondern bereits durch die Wahl der auszuwertenden Funktionen!

Aus diesem Grunde sind den mitgelieferten NADs zwei unterschiedliche Tabellen zugeordnet.

Während *EC-Standardparameter* die Tabelle *Rauigkeitslängen und Mindesthöhen in Abhängigkeit der Geländekategorien* zur Bearbeitung anbietet, gilt für das in Deutschland geltende NAD die Tabelle *Mittlere Windgeschwindigkeiten und Turbulenzintensitäten*.

Wird mit dem hier diskutierten Werkzeug ein neues NAD für ein bestimmtes europäisches Land eingerichtet, geschieht dies i.d.R. aus einer Kopie der *EC-Standardparameter*. Wenn sich jedoch herausstellt, dass das Land, in dem ein zu berechnendes Bauteil errichtet werden soll, die *Methode Deutschland* favorisiert, muss das NAD *Deutschland* kopiert und bearbeitet werden, um an die entsprechenden Tabellendaten zu gelangen.

Die #WUSL-Datenbasis verwaltet über 11500 Städte und Gemeinden Deutschlands (s. Abs. 4, S. 31) mit dem Sinn, geografische Informationen (h+NN, Windzone, Schneelastzone etc.) potenzieller Baustandorte vorrätig anzubieten. Der normale Weg, ein #WUSL-Datenblatt im Register *Basisdaten* auszufüllen, wird in Deutschland unabhängig von der gewählten Norm stets die Vorgabe des Ortes sein. I.d.R. werden dann alle erforderlichen Angaben automatisch eingestellt, nachdem auf den Button **suchen** geklickt wurde.

pcae sieht sich jedoch außerstande, einen entsprechenden Service für alle 30 europäischen CEN-Staaten, die sich zur Anwendung von Eurocode verpflichtet haben, anzubieten. Aus diesem Grunde müssen die ortsabhängigen Eingangswerte bei Bauvorhaben außerhalb Deutschlands vor Ort erfragt und per Hand eingegeben werden.

Ist das projektbezogene NAD aus einer Kopie von *EC-Standardparameter* entstanden, werden der *Grundwert der Basiswindgeschwindigkeit* $v_{b,0}$ und die *charakteristische Schneelast am Boden* s_k vorzugeben sein.



Eingehende Informationen zur Verwaltung der NADs finden Sie im DTE®-Handbuch.

3.6

Sichern und Laden der #WUSL-Datenblätter

Die Inhalte der DTE®-Schublade und damit auch die #WUSL-Datenblätter können gesichert und auf demselben oder dem Schreibtisch eines anderen Anwenders geladen werden. Rufen Sie hierzu auf der Oberfläche der DTE®-Schublade das dargestellte Menü und bestimmen für die markierten Speicherkategorien einen Sicherungspfad.



4

Datenbasis - Wind und Schneelastzonen



Das Programm wird gestartet, indem im Programm #-WUSL im Register *Basisdaten* der nebenstehend dargestellte Button angeklickt wird.

4.1

Allgemeines zum Gemeindeverzeichnis

Das vorliegende Programm *Datenbasis: Wind- und Schneelastzonen* entstand als **pcae**- internes Werkzeug zur Eingabe und Verwaltung des Gemeindeverzeichnisses und der zur Ermittlung der Wind- und Schneelasten n. DIN 1055 /4 und /5 relevanten Daten. Alle Bearbeitungsfunktionen, die verändernd in die Datenbasis eingreifen, wurden in der vorliegenden Kundenversion deaktiviert, so dass die Datenbasis mit Hilfe des Programms zwar eingesehen, nicht jedoch verändert werden kann.

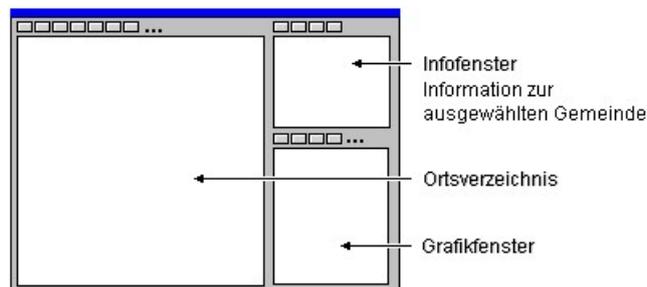
- Grundlage der Datenbasis ist das Gemeindeverzeichnis des Statistischen Bundesamtes Deutschland. Nähere Informationen finden Sie unter www.destatis.de
- Die Höhenangaben (h+NN) entstammen dem Datenbestand geografischer Namen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie. Nähere Informationen finden Sie unter www.bkg.bund.de
- Die Zuordnung der Gemeinden zu den Wind- und Schneelastzonen wurde den Excel-Tabellen des Deutschen Instituts für Bautechnik entnommen. Nähere Informationen finden Sie unter www.dibt.de
- Die Daten wurden mit großer Sorgfalt von **pcae** zusammengestellt. Wegen möglicher Unstimmigkeiten in den Ausgangsdaten sowie nicht auszuschließender Fehler in der Übertragungsphase kann jedoch keine Gewähr für die Richtigkeit übernommen werden. Verbindliche Auskünfte können bei den lokalen Bauämtern eingeholt werden.

Sollten Sie als Benutzer dieses Programms Fehler in der Datenbasis finden, wäre es schön, wenn Sie uns diesen per E-Mail (dte@pcae.de, betr. "Fehler in WUSL-Datenbasis") melden würden. Auf diese Weise können wir fehlerbereinigte Versionen allen unseren Kunden (via Patch-Mechanismus) zugänglich machen und dauerhaft für eine qualitativ zuverlässige Datenbasis sorgen.

4.2

Oberfläche

Die nachstehende Skizze zeigt die Grundstruktur der grafischen Oberfläche. Diese ist in die drei Fenster *Ortsverzeichnis*, *Infofenster* und *Grafikfenster* eingeteilt. Im Fenster *Ortsverzeichnis* sind normalerweise alle 11516 Gemeinden Deutschlands zeilenweise aufgelistet.



Schlüssel	Ortsbezeichnung	PLZ	Größe	Xgeo	Ygeo	h+NN	WZ	SLZ	x
07235001	Aach	54298	696	63530	494727	250	2	2	-
08335001	Aach, Stadt	78267	1069	85111	475037	545	1	1	-
05313000	Aachen, Stadt	52062	16083	60506	504634	173	2	2	-
08136088	Aalen, Stadt	73430	14662	100538	485012	429	1	2	-
06439001	Aarbergen	65326	3394	80440	501356	251	1	2	-
01061001	Aasbüttel	25560	453	92624	540360	52	3	2	3

Die Spalteneinträge bedeuten (von links nach rechts):

Schlüssel	achtstelliger amtlicher Gemeindegchlüssel. Die ersten beiden Ziffern weisen das Bundesland aus. Die dritte Ziffer ist die Kennung für den Regierungsbezirk (falls das Land in Regierungsbezirke aufgeteilt ist). Die Ziffern 4 und 5 sind dem Landkreis zugeordnet und die letzten drei Ziffern weisen die Gemeinde aus.
Ortsbezeichnung	Name des Ortes bzw. der Gemeinde
PLZ	Postleitzahl des Ortes bzw. der Gemeinde
Größe	Größe des Ortes bzw. der Gemeinde in ha
Xgeo	geografischer Längengrad des Schwerpunktes des Ortes bzw. der Gemeinde. XXYYZZ steht für XX° YY' ZZ" (Grad, Minuten, Sekunden).
Ygeo	geografischer Breitengrad des Schwerpunktes des Ortes bzw. der Gemeinde. XXYYZZ steht für XX° YY' ZZ" (Grad, Minuten, Sekunden).
h+NN	Höhe über dem Meeresspiegel
WZ	Windzonenzuordnung des Ortes bzw. der Gemeinde
SLZ	Schneelastzonenzuordnung des Ortes bzw. der Gemeinde
x	Bemerkungsindex: ein Strich (-) in dieser Spalte zeigt an, dass es keine außergewöhnlichen Anmerkungen bzgl. des Ortes oder der Gemeinde gibt
EBZ	Erdbebenzone / Geologische Untergrundklasse des Ortes bzw. der Gemeinde. (-) zeigt an, dass der Ort keiner Erdbebenzone zugeordnet ist; (*) zeigt an, dass dem Ort mehrere Erdbebenzonen zuzuordnen sind

Zeilen im Ortsverzeichnisfenster können angeklickt werden. Eine so ausgewählte Gemeinde wird gelb hinterlegt. Weitere Informationen über diese Gemeinde können dann dem Infofenster entnommen werden. Eine Pinwandnadel im Grafikfenster zeigt die Lage des ausgewählten Ortes bzw. der Gemeinde in Deutschland an.



Um den Auswahlzustand wieder rückgängig zu machen, klicken Sie auf den nebenstehend dargestellten Button, der sich über dem Infofenster befindet.

4.3 Einträge sortieren



Mit Hilfe des nebenstehend dargestellten Buttons kann auf die Sortierreihenfolge der Einträge im Ortsverzeichnisfenster Einfluss genommen werden. Die Sortierung kann nach jedem Spaltenelement (vorwärts, wie auch rückwärts) festgelegt werden.

I.d.R. ist es einfacher, einen der den Namen der Spalte tragenden Buttons in der Überschriftenleiste anzuklicken. Ein wiederholter Klick ändert die Sortierreihenfolge von vorwärts auf rückwärts (und umgekehrt).

Durch Vorgabe der Sortierreihenfolge kann sehr schnell der höchste (tiefste) Ort, der am weitesten westlich (nördlich, östlich, südlich) liegende Ort, der Ort mit der Größten (kleinsten) Postleitzahl etc. herausgefunden werden.

4.4 Einträge filtern

Unter Filtern wird hier verstanden, nur solche Einträge im Ortsverzeichnisfenster anzuzeigen, die bestimmten Filterkriterien genügen. Die Anzahl der aktuell dargestellten Einträge (ungefiltert: 11516) wird jeweils rechts über dem Ortsverzeichnisfenster eingeblendet.

- ?????????? Deutschland
- 01??????? Schleswig-Holstein
- 02??????? Hamburg
- 03??????? Niedersachsen
- 04??????? Bremen
- 05??????? Nordrhein-Westfalen
- 051??????? Reg.-Bez. Düsseldorf
- 053??????? Reg.-Bez. Köln
- 055??????? Reg.-Bez. Münster
- 05512???? Bottrop, Stadt
- 05513???? Gelsenkirchen
- 05515???? Münster
- 05554???? Borken
- 05558???? Coesfeld
- 05562???? Recklinghausen
- 05566???? Steinfurt
- 05570???? Warendorf
- 057??????? Reg.-Bez. Detmold
- 059??????? Reg.-Bez. Arnsberg
- 06??????? Hessen
- 07??????? Rheinland-Pfalz
- 08??????? Baden-Württemberg

II. S. W.

-  Um alle zuvor definierten Filter auszuschalten und somit sicherzustellen, dass alle gespeicherten Orte bzw. Gemeinden im Ortsverzeichnisfenster erscheinen, muss der nebenstehend dargestellte Button angeklickt werden.
-  Wird der nebenstehend dargestellte Button angeklickt, so erscheint ein Eigenschaftsblatt, in dem die Bundesland-Regierungsbezirk-Landkreis-Struktur Deutschlands in Form einer Baumansicht dargestellt wird. Erfährt hierin ein Element einen Doppelklick (oder wird das Eigenschaftsblatt nach Auswahl eines Elementes bestätigt), so werden nur die Orte bzw. Gemeinden angezeigt, die zu dem ausgewählten Bundesland, Regierungsbezirk bzw. Landkreis gehören.
-  Durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Buttons wird das Eigenschaftsblatt des allgemeinen Filters eingeblendet.

Hierin können Filterkriterien zu fast allen Spalteninhalten festgelegt werden. Ein bestimmtes Kriterium muss zunächst über die vorangestellte logische Schaltfläche aktiviert werden. Sind mehrere Filterkriterien aktiviert, werden nur diejenigen Orte bzw. Gemeinden angezeigt, die gleichzeitig allen Kriterien genügen.

<input type="checkbox"/>	Schlüssel	05554???	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ort	A???	
<input type="checkbox"/>	PLZ	> 00000	
<input checked="" type="checkbox"/>	Größe	> 1000	
<input type="checkbox"/>	geogr. X	> 0	
<input type="checkbox"/>	geogr. Y	> 0	
<input type="checkbox"/>	Höhe	> 0	
<input type="checkbox"/>	WZ	unbekannt	
<input type="checkbox"/>	SLZ	unbekannt	

In dem oben dargestellten Zustand werden nur noch die Orte Apen (Niedersachsen) und Aham (Bayern) ausgewiesen, da allein sie 1. mit dem Buchstaben A beginnen, 2. aus genau vier Buchstaben bestehen und 3. größer als 1000 ha sind.



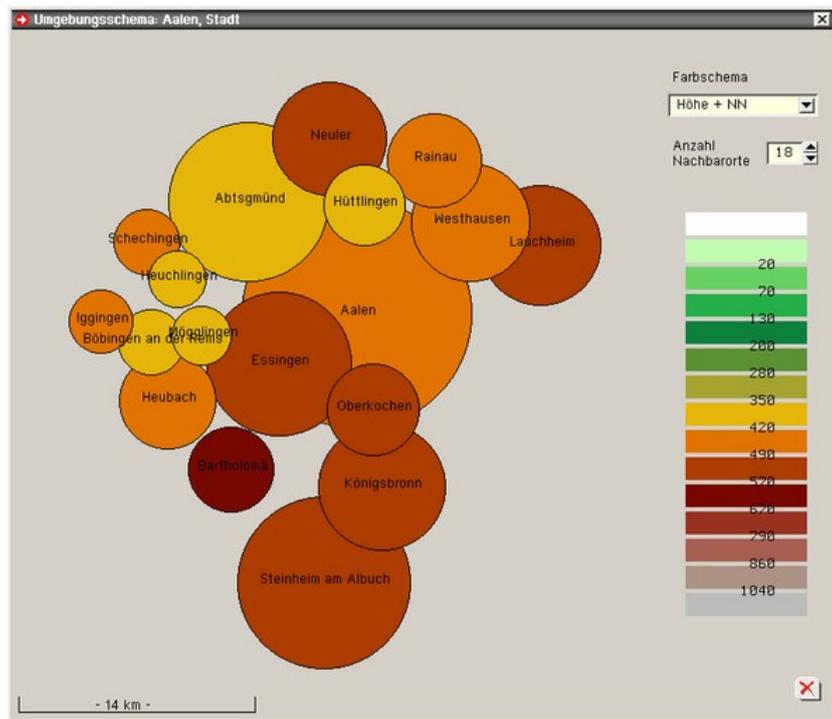
Es wird empfohlen, beim Bezeichnungsfiler **Ort** (außer wenn die Anzahl der Buchstaben eine Rolle spielen soll) stets ein * nach dem gesuchten Namen folgen zu lassen, da oftmals hinter dem gespeicherten Namen weitere Kürzel stehen (wie z.B. ", Stadt"), die herausgefiltert würden.

-  Ist ein Ort bzw. eine Gemeinde im Ortsverzeichnisfenster ausgewählt, kann der nebenstehend dargestellte Button angeklickt werden, der sich über dem Infofenster befindet.

Dies bewirkt, dass alle Nachbargemeinden des aktuell ausgewählten Ortes herausgefiltert werden. Die Anzahl der Orte kann zuvor festgelegt werden.

-  Ist ein Ort bzw. eine Gemeinde im Ortsverzeichnisfenster ausgewählt, kann der nebenstehend dargestellte Button angeklickt werden, der sich über dem Infofenster befindet. Es erscheint ein Eigenschaftsblatt, in dem die geometrischen Beziehungen des ausgewählten Ortes zu seinen Nachbargemeinden schematisch angezeigt werden. Die Anzahl der dargestellten Nachbarorte kann hier ausgewählt werden.

Das Farbschema unterscheidet zwischen **Höhe über NN**, **Windzonen**, **Schneelastzonen** und **Erdbebenzonen**.



4.5 Darstellungen im Grafikfenster

Jeder im Ortsverzeichnisfenster aufgeführte Ort bzw. jede Gemeinde wird im Grafikfenster durch einen Punkt dargestellt. Ist aktuell ein Ort ausgewählt, weist das Symbol einer Pinwandnadel die Lage des Ortes zusätzlich aus.



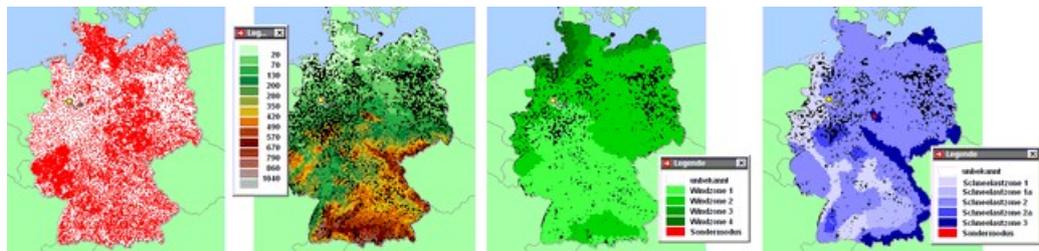
Durch Anklicken eines der nebenstehend dargestellten Buttons kann die Größe des Punktes festgelegt werden (1 Bildschirmpixel ... 5x5-Bildschirmpixel).



Auch auf die Farbe des Punktes kann Einfluss genommen werden. In der normalen Einstellung weist ein roter Pixel die Verteilung der Orte und Gemeinden in Deutschland aus. Ein Klick auf den **Höhe**-Button sorgt dafür, dass die Höhenlage (h+NN) des Ortes in Abhängigkeit einer vorgegebenen Farbskala visualisiert wird. Es entsteht so eine Art topografische Karte, die besonders bei etwas dicker gewählten Punkten eindrucksvoll die tiefer liegenden Orte von den gebirgigen Lagen trennt.



Ein Klick auf den Button **Wind** bzw. **Schnee** erlaubt eine Kontrolle der Wind- bzw. Schneelastzonenzuordnung. Ein Klick auf den nebenstehend dargestellten Button zeigt zusätzlich in einer Legende die Farbeinteilung an. Nachfolgend einige Beispiele:



Ein Klick auf den nebenstehend dargestellten Button erlaubt das Auswählen eines Punktes im Grafikfenster. Es erscheint ein Fadenkreuz, mit dem der Punkt angeklickt werden kann. Der so ausgewählte Ort wird im Ortsverzeichnisfenster als ausgewählt markiert und seine 30 nächstliegenden Nachbarorte gefiltert.

4.6 Ende und Hilfe

-  schließt das Fenster und beendet das Programm
-  öffnet das Hilfefenster
-  Ist im Ortsverzeichnisfenster aktuell ein Ort oder eine Gemeinde ausgewählt, so kann dieser an das aufrufende Programm #WUSL übergeben werden. Hierzu muss der nebenstehend dargestellte Button angeklickt werden. Das Fenster wird sodann geschlossen und das Programm beendet.

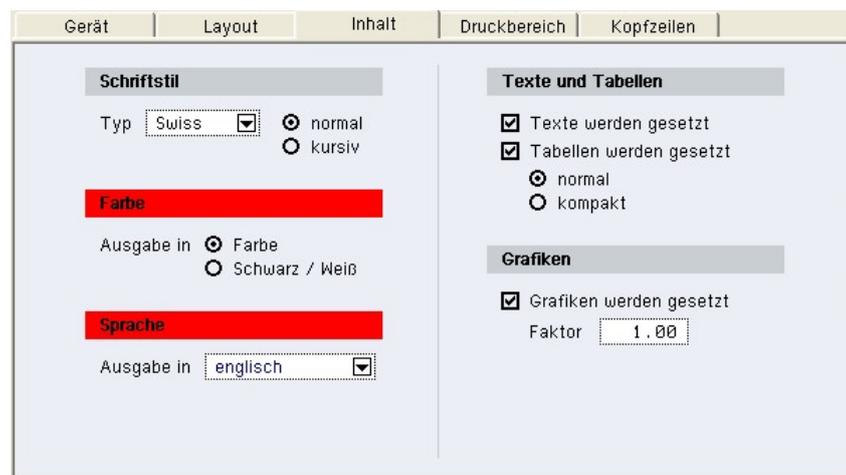
4.7 Druckausgabe

-  Die vorhergehenden Kapitel zeigten die Darstellung der Berechnungsergebnisse auf dem Bildschirm. Über den nebenstehend dargestellten Button wird die Erstellung eines Druckdokumentes eingeleitet, für das benutzerseits Druckoptionen gesetzt werden können.



Das fertig gesetzte Dokument kann über den DTE[®]-Viewer auf dem Bildschirm eingesehen werden.

Im Register *Inhalt* des Druckmanagers kann zwischen s/w- und **Farbausgabe** gewählt und die zum Lieferumfang gehörende **englischsprachige Druckausgabe** angesteuert werden.



Informationen zum Druckmanager und zur Erstellung von weiteren Wörterbüchern finden Sie im DTE[®]-Handbuch.

Fertige Druckdokumente finden Sie im Internet unter www.pcae.de.

5

Literatur

- /1/ DIN EN 1991-1-3, Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten; Deutsche Fassung EN 1991-1-3:2003/A1:2015 (Dez. 2015)
- /2/ DIN EN 1991-1-3/NA, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen - Schneelasten (April 2019)
- /3/ DIN EN 1991-1-3, Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-3: General actions - Snow loads (includes Corrigendum AC:2009) English translation of DIN EN 1991-1-3:2010-12
- /4/ DIN EN 1991-1-4, Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten; Deutsche Fassung EN 1991-1-4:2005 + A1:2010 + AC:2010 (Dezember 2010)
- /5/ DIN EN 1991-1-4/NA:2024-08, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten (Aug. 2024)
- /6/ DIN EN 1991-1-4, Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-4: General actions - Wind actions (includes Amendment A1:2010 + Corrigendum AC:2010) English translation of DIN EN 1991-1-4:2010-12
- /7/ DIN 1055-4, Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 4: Windlasten (März 2005)
- /8/ DIN 1055-5, Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 5: Schnee- und Eislasten (Juli 2005)

6

Index

- Abkürzungen 2
- Anzeigetafel 22
- Außendruckbeiwert 14
- Basisdaten 9
- blank 2
- Böengeschwindigkeitsdruck 11
- Buttons 2
- CEN 29
- Cursor 2
- Dach freistehendes 15
- Dach gekrümmtes 17
- Dachform 13
- Dachüberstand 26
- Druckausgabe 35
- Druckausgabe englische 35
- DTE[®]-Viewer 35
- Durchlässigkeit 19
- Einwirkung 2
- e-Mail 6
- Englisch 35
- Extremalbildungsvorschrift 2
- Fachwerk 25
- Fangrechteck 2
- Farbausgabe 35
- Fassadenelement 21
- Flagge 21
- freistehende Wand 21
- freistehendes Dach 15
- gekrümmtes Dach 17
- Geländeprofil 11
- Gemeindeverzeichnis 31
- Gerüst 25
- Gitter 25
- Google-Earth 10
- Google-Maps 10
- Höhensprung 27
- Innendruck 19
- Installation 5
- kantiger Querschnitt 23
- Kontextsensitivität 6
- Kraftresultierende 15
- Kreiszyylinder 17
- Kugel 18
- Kuppel 17
- laden 28
- Lastbild 2
- Lastfall 2
- Lastkollektiv 2
- NAD 29
- Ortsbezeichnung 9
- polygonaler Querschnitt 24
- Querschnitt kantiger 23
- Querschnitt polygonaler 24
- Reibung 22
- Reynoldszahl 17
- Schneefanggitter 26
- Schneelast 26
- Schreibtisch 6
- Schreibtischauswahl 5
- Schublade 7
- speichern 28
- Startsymbol 5
- Steuerbutton 6
- Topographiebeiwert 11
- Versperrung 15
- Verwehung 27
- Vordach 19
- Wand freistehende 21
- Wand offen 19