



# Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR VERKEHR UND INFRASTRUKTUR

Ministerium für Verkehr und Infrastruktur  
Postfach 103452 • 70029 Stuttgart

Regierungspräsidien, Abt. 4

Stuttgart  
Karlsruhe  
Freiburg  
Tübingen

Stuttgart 04.02.2015

Name Holger Lörchner

Durchwahl 0711 231-3623

E-Mail Holger.Loerchner@mvi.bwl.de

Aktenzeichen 2-0278.-ADIS-FAK32/1

(Bitte bei Antwort angeben!)

 Bauabrechnung mittels DV-Anlagen;  
Fortschreibung der Sammlung REB, Stand: September 2013  
Schreiben des Innenministeriums Baden-Württemberg vom 16.09.2009, Az. 62-0278.-ADIS-FAK32/1

## Anlagen

- Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 19/2013 des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung vom 12.09.2013, Az. StB 14/7134.30/021/2056094
- REB Allgemein, Ausgabe 2012
- REB-VB 22.013, Ausgabe 2012
- REB-VB 23.003, Ausgabe 2012
- REB-VB 23.003, Ausgabe 2012, Formelkatalog Straßenbau
- Inhaltsverzeichnis der Sammlung REB, Stand: September 2013

Mit dem ARS Nr. 19/2013 vom 12. September 2013 hat das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung die Sammlung der Regelungen für die elektronische Bauabrechnung (Sammlung REB), Stand: September 2013, bekannt gegeben.

Die im ARS Nr. 19/2013 getroffenen Regelungen sind im Bereich der Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes und der Landesstraßen in der Baulast des Landes anzuwenden.

Alle Verfahrensbeschreibungen der Sammlung REB sind als PDF-Dateien auf den Internetseiten der BAST (Verkehrstechnik > Publikationen > Regelwerke zum Download) veröffentlicht.

Die Regierungspräsidien werden gebeten, die Landratsämter und Stadtkreise als untere Verwaltungsbehörden zu informieren.

Den kommunalen Baulastträgern wird empfohlen, diese Regelungen ebenfalls anzuwenden.

Dieses Einführungsschreiben wird entsprechend der VwV Re-StB-BW vom 01. Juli 2008 in die Liste der Regelwerke der Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg im Intra- und Internetangebot der LST beim Regierungspräsidium Tübingen eingestellt.

Das Schreiben des Innenministeriums Baden-Württemberg vom 16. September 2009, Az. 62-0278.-ADIS-FAK32/1, wird aufgehoben.

gez. Trees



Oberste Straßenbaubehörden  
der Länder

nachrichtlich:  
Bundesanstalt für Straßenwesen

Bundesrechnungshof

DEGES Deutsche Einheit  
Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH

**Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 19/2013**  
**Sachgebiet 16.2: Bauvertragsrecht und Vergabewesen,**  
**Vergabe- und Vertragsunterlagen;**  
**20.0: Datenverarbeitungsangelegenheiten,**  
**Allgemeines;**

**(Dieses ARS wird im Verkehrsblatt veröffentlicht)**

**Betreff: Bauabrechnung mittels DV-Anlagen;**  
**- Fortschreibung der Sammlung REB, Stand: September 2013**

Bezug: 1. Mein Allgemeines Rundschreiben Straßenbau (ARS)  
Nr. 12/2009 vom 24.07.2009 - S 12/7134.30/021/1054337 -  
2. Mein Rundschreiben vom 27.08.2013 - StB 14/7134.30/021/2053664 -  
Meine Schreiben vom  
3. 06.07.2012 - StB 14/7134.30/021/1725177 -  
4. 02.08.2012 - StB 14/7134.30/021/1747670 -  
Aktenzeichen: StB 14/7134.30/021/2056094  
Datum: Bonn, 12.09.2013  
Seite 1 von 3

**I.**

(1) Eine Fachgruppe der Bund-/Länder-Dienstbesprechung „Koordinierung der B/L-Fachinformationssysteme im Straßenwesen - IT-KO“ hat die „Sammlung der Regelungen für die elektronische Bauabrech-

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Josef Kunz  
Leiter der Abteilung Straßenbau

HAUSANSCHRIFT  
Robert-Schuman-Platz 1  
53175 Bonn

POSTANSCHRIFT  
Postfach 20 01 00  
53170 Bonn

TEL +49 (0)228 99-300-5140  
FAX +49 (0)228 99-300-1477

al-stb@bmvbs.bund.de  
www.bmvbs.de





Seite 2 von 3

nung (Sammlung REB), Stand: Juli 2009“ überarbeitet. Die neue „Sammlung REB“, Stand: September 2013, wird hiermit bekannt gegeben. Sie ist in allen geeigneten Fällen der Abrechnung von Bauverträgen im Bereich der Bundesfernstraßen zugrunde zu legen.

(2) Fortgeschrieben wurden

- die „Allgemeinen Bedingungen für die Anwendung der REB-Verfahrensbeschreibungen (REB-Allgemein), Ausgabe 2012“ (Anlage 1),
- die REB-Verfahrensbeschreibung (REB-VB) 22.013 „Rauminhalte und Oberflächen aus Prismen, Ausgabe 2012“ (Anlage 2) und
- die REB-VB 23.003 „Allgemeine Mengenermittlung, Ausgabe 2012“ (Anlage 3).

Die REB-VB 23.003 „Allgemeine Mengenermittlung, Ausgabe 2012, Formelkatalog Straßenbau“ (Anlage 4) wurde neu erstellt und in die „Sammlung REB“ aufgenommen. Alle neuen REB-VB wurden mit den Verbänden der Bauwirtschaft und dem Bundesverband Bausoftware e. V. (BVBS) abgestimmt. Zum vorliegenden Arbeitsergebnis wurde Ihnen die Möglichkeit zur Stellungnahme eingeräumt (siehe Bezug 3. und 4.).

(3) Das REB-Prüfprogramm für die REB-VB 22.013, Ausgabe 2012, wurde mit Rundschreiben (siehe Bezug 2.) für die Bundesfernstraßen eingeführt.

Für die REB-VB 23.003, Ausgabe 2012, stehen derzeit noch keine Erstberechnungs- bzw. Prüfprogramme zur Verfügung. Bis zu deren Verfügbarkeit sollte für Bauverträge die REB-VB 23.003, Ausgabe 2009, vereinbart werden. Mit dem BVBS besteht Übereinstimmung, dass im Interesse einer anwenderfreundlichen und effizienten Abrechnung von Baumaßnahmen die Entwicklung neuer Programmsysteme forciert wird.

## II.

(1) Diesem Allgemeinen Rundschreiben ist ein neues „Inhaltsverzeichnis der Sammlung REB, Stand: September 2013“ beigelegt (siehe Anlage 5). Es ersetzt das „Inhaltsverzeichnis, Stand: Juli 2009“.

(2) Alle Verfahrensbeschreibungen der „Sammlung REB, Stand: September 2013“ sind als pdf-Datei auf der Internetseite der BASt veröffentlicht. Die Dateien können unter [http://www.bast.de/cln\\_031/nn\\_795118/DE/Publikationen/Download-Berichte/downloads/REB-VB/REB-VB-Inhalt.html](http://www.bast.de/cln_031/nn_795118/DE/Publikationen/Download-Berichte/downloads/REB-VB/REB-VB-Inhalt.html) ([www.bast.de](http://www.bast.de) > Menüpunkt: „Publikationen“ > Untermenüpunkt: „Regelwerke zum Download“ > Unter IT-Projekte: „REB-Verfahrensbeschreibungen“) eingesehen und herunter geladen werden.





Seite 3 von 3

(3) Von Ihrem Einführungserlass bitte ich mir eine Kopie zu übersenden. Im Interesse einer einheitlichen Handhabung empfehle ich, diese Regelungen auch für die in Ihrem Zuständigkeitsbereich liegenden Straßen einzuführen.

(4) Das in Bezug 1. genannte ARS Nr. 12/2009 hebe ich auf.

Im Auftrag  
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Josef Kunz



**Beglaubigt:**

  
**Angestellte**

- Anlagen:
1. REB Allgemein, Ausgabe 2012
  2. REB-VB 22.013, Ausgabe 2012
  3. REB-VB 23.003, Ausgabe 2012
  4. REB-VB 23.003, Ausgabe 2012,  
Formelkatalog Straßenbau
  5. Inhaltsverzeichnis der Sammlung REB,  
Stand: September 2013

**Sammlung der Regelungen für die elektronische Bauabrechnung  
(Sammlung REB)**

**Allgemeine Bedingungen  
für die Anwendung der  
REB-Verfahrensbeschreibungen  
REB - Allgemein**

**Ausgabe 2012**

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	Allgemeines.....3
2	Geltungsbereich .....3
3	Eingabe.....3
3.1	Allgemeines.....3
3.2	Datenübernahme.....3
3.3	Konstanten, Kontroll- und Grenzwerte .....3
3.4	Ordnungszahlen, Positions-Nummern .....3
4	Ausgabe .....4
5	Datenübergabe für die Prüfberechnung .....4
5.1	Allgemeines.....4
5.2	Allgemeine Datensatzarten.....4
5.2.1	Allgemeines.....4
5.2.2	Überschrift des Berechnungsabschnittes - DA 00.....4
5.2.3	Ende des Berechnungsabschnittes - DA 99.....5
5.3	Zugelassene Zeichen und Codes .....5
5.4	Datenfelder.....5
5.4.1	Ordnungsbegriffe.....5
5.4.2	Zahlenwerte.....5
5.4.3	Texte .....5
6	Festlegungen zur Geometrie .....5
6.1	Dimensionen .....5
6.2	Koordinatensysteme.....6
6.2.1	Rechtwinkliges Koordinatensystem .....6
6.2.2	Achsbezogenes Koordinatensystem.....6
6.2.2.1	Berechnungssystem .....6
6.2.2.2	Parallelachse.....6
6.2.3	Höhen.....7
6.2.3.1	Berechnungssystem .....7
6.2.3.2	Parallelhorizont .....7
6.3	Böschungen .....8
6.4	Kurvenband .....8
6.4.1	Allgemeines.....8
6.4.2	Elemente des Kurvenbandes.....8
6.4.3	Krümmungsverlauf .....8
6.4.4	Datensatz Kurvenband - DA 50 .....9
6.4.5	Formeln .....9
6.4.5.1	Bezeichnungen .....9
6.4.5.2	Radien im Klotoidenbereich .....9
6.4.5.3	Verbesserungsfaktor.....10
7	Beispiel für ein Kurvenband.....11
7.1	Skizze.....11
7.2	Liste der Eingaben für Datenart 50 - Kurvenband .....12
8	Gültigkeit der allgemeinen Bedingungen .....12
8.1	Vorrang der REB-VB .....12
8.2	Vorrang der REB-Allgemein .....12
9	Änderungen gegenüber der REB-Allgemein - Ausgabe 2009 .....13

## **1 Allgemeines**

Die in der "Sammlung der Regelungen für die elektronische Bauabrechnung (Sammlung REB)" aufgenommenen REB-Verfahrensbeschreibungen (REB-VB) enthalten Lösungswege für die verschiedenen Aufgaben bei der Mengenermittlung und die für die Datenverarbeitung jeweils einzuhaltenden organisatorischen und mathematischen Bedingungen.

## **2 Geltungsbereich**

Die Allgemeinen Bedingungen für die Anwendung der REB-Verfahrensbeschreibungen - REB - Allgemein gelten für die Anwendungen der REB-VB.

## **3 Eingabe**

### **3.1 Allgemeines**

Die Eingabedaten zur Anwendung einer REB-VB gliedern sich entsprechend der Aufgabenstellung und der organisatorischen Gegebenheiten wie folgt:

- Daten aus Planungsunterlagen
- Aufmaßdaten (z.B. Querprofilaufnahmen)
- Ergebnisse aus der Anwendung anderer REB-VB (z.B. Messwertaufbereitungen)
- Ergänzende Daten (z.B. Positionsangaben der Mengenermittlung)
- Daten zur Steuerung des Berechnungsablaufes, (z.B. Konstanten, Kontroll- und Grenzwerte)

### **3.2 Datenübernahme**

Die Eingabedaten können insgesamt oder in Teilen

- durch direkte Datenübernahme aus Vorberechnungen oder elektronischen Feldebüchern,
- unmittelbar aus formlosen Abrechnungsunterlagen oder
- aus Aufmaßblättern

übernommen werden.

Eingabedaten für die Leistungsberechnung des Auftragnehmers unterliegen keiner Formvorschrift.

Eingabedaten für die Prüfberechnung des Auftraggebers müssen den in den einzelnen REB-VB beschriebenen Formaten entsprechen.

### **3.3 Konstanten, Kontroll- und Grenzwerte**

Konstanten, z.B. Additionskonstanten, dienen zur Reduzierung des Eingabeaufwandes und zur Steuerung des Berechnungsablaufes. Bei fehlender Eingabe gilt, sofern in der zugrunde liegenden REB-VB nicht anders geregelt, der Wert Null.

Kontrollwerte dienen zur Prüfung der Eingabedaten und Rechenergebnisse. Sie sind objektbezogen anzugeben (z.B. die wahrscheinlich größten Werte für Koordinatendifferenzen, Längen, Einzelflächen). Überschreitungen von Kontrollwerten sind zu protokollieren, bleiben jedoch ohne Einfluss auf den weiteren Rechengang.

Grenzwerte sind Maße, deren Überschreitung eine Korrektur der Eingabedaten erfordert. Überschreitungen der Grenzwerte werden in den Ergebnislisten der jeweiligen Prüfberechnung ausgedruckt.

### **3.4 Ordnungszahlen, Positions-Nummern**

Die Positionsnummerierung muss das Leistungsverzeichnis (LV) abbilden können. Die Untergliederung einer Ordnungszahl (OZ) muss möglich sein.

## 4 Ausgabe

Die formale Gestaltung der Ergebnislisten wird in den einzelnen REB-VB festgelegt. Eingabedaten sind zu protokollieren. Die auszugebende Anzahl von Vor- und Nachkommastellen ergibt sich aus der jeweiligen Beschreibung des betreffenden Eingabefeldes. End- bzw. Zwischenergebnisse werden grundsätzlich mit drei Nachkommastellen ausgegeben. Ausnahmen hiervon sind in den REB-VB geregelt.

In den Ergebnislisten sind die Bezeichnungen der Datenfelder (ggf. in Kurzform) der jeweiligen REB-VB zu verwenden.

## 5 Datenübergabe für die Prüfberechnung

### 5.1 Allgemeines

Zur Durchführung der Prüfberechnung ist die Art der Datenübergabe (Datenträger, E-Mail usw.) zu vereinbaren. Die Daten sind durch die Bezeichnung der Baumaßnahme und die zur Anwendung kommenden REB-VB eindeutig zu kennzeichnen.

Es existieren zwei Datenformate:

- XML und
- Allgemeine Datensatzarten

Die Allgemeinen Datensatzarten sind Gegenstand der folgenden Abschnitte.

XML-Datenformate werden in den REB-VB beschrieben, mit denen dieses Format zur Anwendung kommt.

### 5.2 Allgemeine Datensatzarten

#### 5.2.1 Allgemeines

Ein Berechnungsabschnitt (BA) stellt Datensätze für einen Berechnungslauf eines REB-Verfahrens zusammen.

Die erforderlichen Datensätze, deren Aufbau und Inhalt ergeben sich aus den REB-VB. BA beginnen generell mit einem Datensatz der Datensatzart (DA) 00 - Überschrift des BA - und enden mit dem Datensatz der DA 99 - Ende des BA. Dateien können mehrere BA mit jeweils vollständigen Daten zu einer REB-VB Anwendung enthalten.

#### 5.2.2 Überschrift des Berechnungsabschnittes - DA 00

DA 00	Auftrag	VB- Nummer	VB- Ausgabe	Überschrift	
1 2	3 10	11 16	17 20	21	80

Auftrag : Bezeichnung des Auftrags (optional)

VB-Nummer : Nummer der REB-VB, z.B. " 21.013 "

VB-Ausgabe : Version der anzuwendenden REB-VB (optional)

Die für eine bestimmte REB-VB möglichen Angaben und ihre Auswirkungen werden in der jeweiligen REB-VB beschrieben.

Überschrift : Bezeichnung der Baumaßnahme, des BA usw.

### 5.2.3 Ende des Berechnungsabschnittes - DA 99

DA 99			
1	2	3	80

Hinweis: In den Spalten 3 – 80 erfolgen keine Einträge.

### 5.3 Zugelassene Zeichen und Codes

Es sind alle druckbaren Zeichen zugelassen. Die Darstellung der Daten im Datensatz des Datenträgers erfolgt zeichenweise im ANSI-Code (ANSI: American National Standards Institute). Durch diesen wird auch die Sortierreihenfolge festgelegt.

### 5.4 Datenfelder

#### 5.4.1 Ordnungsbegriffe

Ordnungsbegriffe (z.B. OZ, Punktnummer, Kennzahl, Blatt/Zeilennummer) dienen zur Kennzeichnung und Identifikation von Daten bzw. Datensätzen. Ordnungsbegriffe sind numerische oder alphanumerische Werte, die stellengerecht anzugeben sind. Darin vorkommende Kleinbuchstaben werden wie Großbuchstaben behandelt.

#### 5.4.2 Zahlenwerte

Zahlenwerte sind numerische Eingabewerte (z.B. Koordinaten, Abmessungen), die für Berechnungen verwendet werden:

- Ganze Zahlen sind rechtsbündig anzugeben.
- Dezimalzahlen (Zahlen mit möglichen Nachkommastellen)
  - ohne Dezimalzeichen sind stellengerecht anzugeben,
  - mit Dezimalzeichen (Komma, Punkt) können stellenfrei angegeben werden.

Führende und nachfolgende Nullen haben dieselbe Bedeutung wie Leerstellen. In einem Zahlenfeld sind Leerstellen zwischen Ziffern, mehr als ein Dezimalzeichen sowie Buchstaben und Sonderzeichen nicht zulässig (z.B. ist die Schreibweise von Stationen mit km- und m-Wert "102,1 + 7,52" in "102107,52" zu ändern). Das Vorzeichen muss direkt vor der ersten Ziffer eines Wertes angegeben werden, sofern hierfür kein eigenes Feld vorgesehen ist.

#### 5.4.3 Texte

Texte bestehen aus Buchstaben, Ziffern und Sonderzeichen. Sie dienen zur Erläuterung und unterliegen keiner Formvorschrift.

## 6 Festlegungen zur Geometrie

### 6.1 Dimensionen

Abmessungen, Koordinaten, Stationierung	:	m
Flächen	:	m <sup>2</sup>
Rauminhalte (Volumen, Mengen)	:	m <sup>3</sup>
Winkel bei Vollkreis 400 <sup>g</sup>	:	<sup>g</sup> (Gon)
Winkel bei Vollkreis 360 <sup>°</sup>	:	<sup>°</sup> (Altgrad)

## 6.2 Koordinatensysteme

### 6.2.1 Rechtwinkliges Koordinatensystem

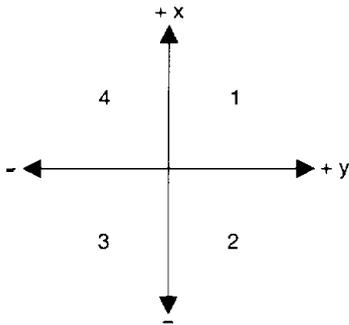
Bezeichnungen:

Nordrichtung + X = Hochwert

Ostrichtung + Y = Rechtswert

Rechtsdrehendes Koordinatensystem (z.B. Gauß-Krüger-System)

Lageskizze der Quadranten:



### 6.2.2 Achsbezogenes Koordinatensystem

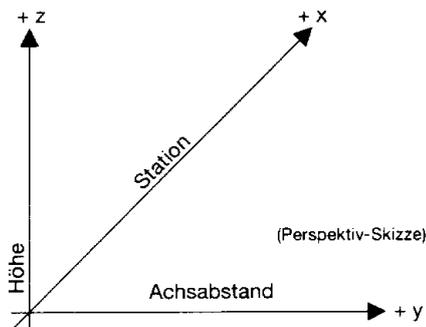
#### 6.2.2.1 Berechnungssystem

Bezeichnungen:

Achse = Kurvenbandachse (Trassierungs- und Berechnungsachse)

nach vorn + x = Stationierung der Achse

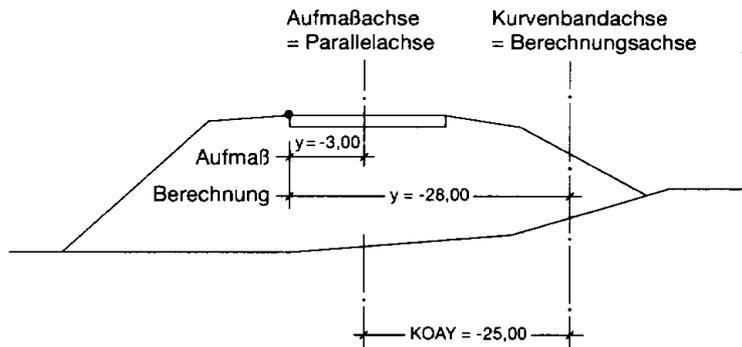
nach rechts + y = Achsabstand (Querprofil)



Negative Werte sind zulässig.

#### 6.2.2.2 Parallelachse

Wenn das Aufmaß für einzelne oder alle Horizonte in Bezug auf eine örtliche festgelegte Parallelachse zur Trassierungs- und Berechnungsachse erfolgt, kann bei der Eingabe die Umrechnung der y-Werte entfallen, wenn für diese Horizonte die entsprechende Additionskonstante KOAY angegeben wird.



Umrechnung von Aufmaß- in Berechnungskoordinaten für Querprofile im Horizont KZ:

$$Y_{KZ(\text{Berechnung})} = Y_{KZ(\text{Aufmaß})} + KOAY_{KZ}$$

Für eine Vertikale (seitliche Begrenzung) kann kein KOAY angegeben werden.

### 6.2.3 Höhen

#### 6.2.3.1 Berechnungssystem

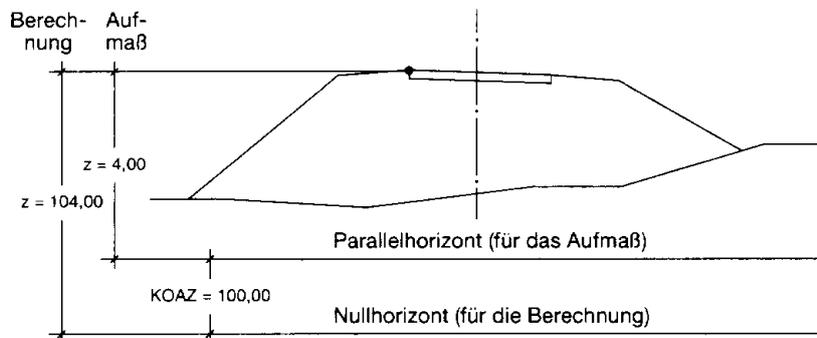
Bezeichnung:

Nullhorizont = Bezugsebene (z.B. NN)

vertikal +z = Höhe über Nullhorizont

#### 6.2.3.2 Parallelhorizont

Wenn das Aufmaß für einzelne oder alle (Boden-) Horizonte in Bezug auf einen Parallelhorizont erfolgt, kann bei der Eingabe die Umrechnung der z-Werte entfallen, wenn für diese (Boden-) Horizonte die entsprechende Additionskonstante KOAZ eingegeben wird.

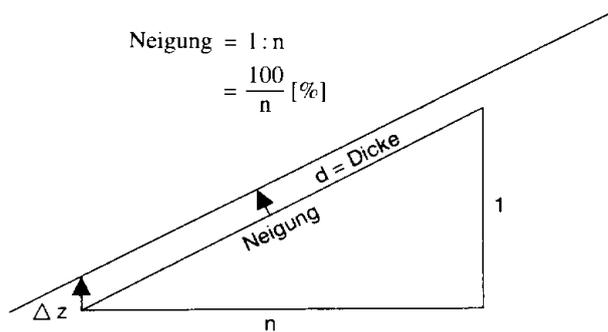


Umrechnung von Aufmaß- in Berechnungshöhen für Punkte im Horizont KZ :

$$Z_{KZ(\text{Berechnung})} = Z_{KZ(\text{Aufmaß})} + KOAZ_{KZ}$$

Für eine Horizontale (horizontaler Abrechnungshorizont) kann kein KOAZ angegeben werden.

## 6.3 Böschungen



## 6.4 Kurvenband

### 6.4.1 Allgemeines

Das Kurvenband beschreibt die Achselemente und wird benötigt

- bei gekrümmter Achse zur Berücksichtigung des Schwerpunktweges bei der Mengenberechnung und
- für die Berechnung der Querprofilage, z.B. bei der Querprofilbestimmung durch Interpolation.

### 6.4.2 Elemente des Kurvenbandes

Im Kurvenband sind die Elemente

- Gerade,
- Klotoide und
- Kreis

zulässig.

Das Kurvenband ist aufsteigend zu stationieren. Überlappungen von Achselementen oder Lücken sind nicht zulässig. Das Kurvenband muss immer mit einem Kreisbogen oder einer Geraden enden. Das gilt auch für den Fall, dass der Berechnungsabschnitt vorher in einer Klotoide endet. Das Kurvenband muss den gesamten Berechnungsabschnitt überdecken. Liegt der gesamte Berechnungsabschnitt in einer Geraden, ist kein Kurvenband erforderlich, außer die Verortung des Kurvenbands ist für das Verfahren notwendig.

### 6.4.3 Krümmungsverlauf

Bei Klotoiden ergeben sich das Krümmungsverhalten (Krümmungszunahme/-abnahme) und die Krümmungsrichtung (Rechts-, Linksbogen) aus den Radien in der Anfangs- und Endstation der Klotoiden. Tritt am Ende einer Klotoide ein Radiensprung auf oder ändert sich dort die Krümmungsrichtung, so ist zwischen Klotoide und Folgeelement ein Zwischenelement (Kreis/Gerade) von 1 mm Länge einzuschieben. Ist der Endpunkt zugleich Ursprung der Klotoide, so ist dies eine Gerade, sonst ein Kreisbogen. Der Radius des Kreisbogens und die Krümmungsrichtung entsprechen dem Radius und der Krümmungsrichtung der Klotoide in deren Endpunkt. Für Wendeklotoiden sind die beiden Klotoidenäste ohne Zwischenelement anzugeben.

### 6.4.4 Datensatz Kurvenband - DA 50

DA	Station Bogenanfang		Station Bogenende		Radius am Bogenanfang		Parameter		Rechtswert YH		Hochwert XH		Tangentenrichtung TH						
50																			
1	2	3	9	10	18	19	21	22	30	31	40	41	50	51	60	61	70	71	80

- Station Bogenanfang: Anfangsstation eines Achselementes
- Station Bogenende: Endstation des Achselementes
- Radius am Bogenanfang: Radius des Achselementes  
 positiv = Rechtskrümmung  
 negativ = Linkskrümmung  
 Bei einer Geraden ( $R = \infty$ ) ist der Wert 0 anzugeben, ebenso für den Radius im Klotoidenursprung.
- Parameter: Parameter einer Klotoide, ohne Vorzeichen
- Nur bei Verfahrensbeschreibungen, welche die Verortung des Kurvenbands erfordern, sind anzugeben:
- Rechtswert YH und Hochwert XH: Koordinaten des Bogenanfangspunktes
- Tangentenrichtung TH: Richtungswinkel der Tangente im Bogenanfangspunkt

### 6.4.5 Formeln

#### 6.4.5.1 Bezeichnungen

- St = Station
- R = Radius
- A = Klotoidenparameter
- $y_s$  = Schwerpunktsabstand von der Kurvenbandachse
- k = Verbesserungsfaktor zur Berücksichtigung des Schwerpunktsweges

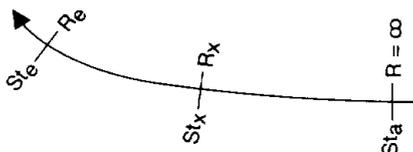
#### Indizes

- a = Anfang
- e = Ende
- i = Index der Querprofile im Sinne der Berechnungsrichtung
- x = aktuelle Station

#### 6.4.5.2 Radien im Klotoidenbereich

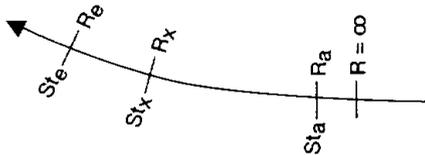
a) Station Bogenanfang liegt im Klotoidenursprung.

$$|R_x| = \frac{A^2}{|St_x - St_a|}$$



b) Station Bogenanfang liegt nicht im Klotoidenursprung, die Krümmung nimmt zu.

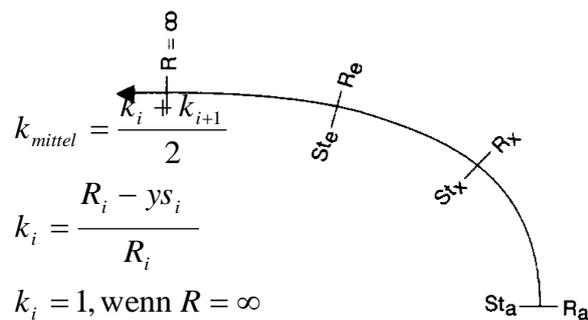
$$|R_x| = \frac{|R_a| \cdot A^2}{A^2 + |R_a \cdot (St_x - St_a)|}$$



$$|R_x| = \frac{|R_a| \cdot A^2}{A^2 - |R_a \cdot (St_x - St_a)|}$$

c) Station Bogenanfang liegt nicht im Klotoidenursprung, die Krümmung nimmt ab.

### 6.4.5.3 Verbesserungsfaktor



Bei gekrümmter Achse erfolgt die Berücksichtigung des Schwerpunktweges zwischen zwei Stationen durch den Verbesserungsfaktor.

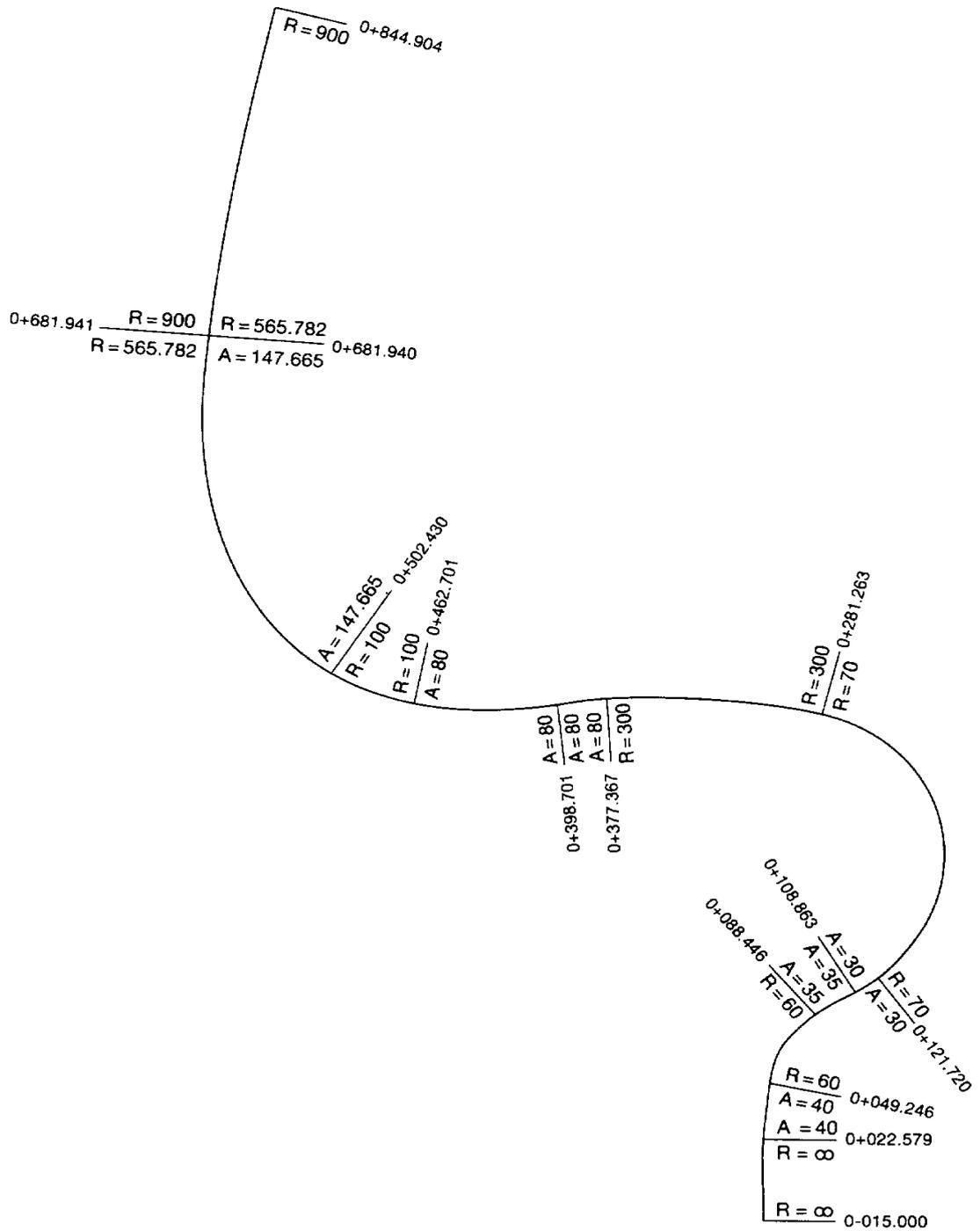
Der Schwerpunktsabstand  $y_s$  bezieht sich auf die Kurvenbandachse. Er ist definiert als der Abstand des Schwerpunkts der Querprofilfläche  $F$  zur Kurvenbandstation und berechnet sich aus den Koordinaten des Profilumrings wie folgt:

$$F = \frac{1}{2} \sum_i^{n-1} (y_i + y_{i+1}) \cdot (z_i - z_{i+1})$$

$$y_s = \frac{\frac{1}{6} \sum_{i=1}^{n-1} (y_i^2 + y_i \cdot y_{i+1} + y_{i+1}^2) \cdot (z_i - z_{i+1})}{F}$$

## 7 Beispiel für ein Kurvenband

### 7.1 Skizze



## 7.2 Liste der Eingaben für Datenart 50 - Kurvenband

Anfangsstation	Endstation	Radius	Parameter
-15.000	22.579	0.000	0.000
22.579	49.246	0.000	40.000
49.246	88.446	60.000	0.000
88.446	108.863	60.000	35.000
108.863	121.720	0.000	30.000
121.720	281.263	-70.000	0.000
281.263	377.367	-300.000	0.000
377.367	398.701	-300.000	80.000
398.701	462.701	0.000	80.000
462.701	502.430	100.000	0.000
502.430	681.940	100.000	147.665
681.940	681.941	565.782	0.000
681.941	844.904	900.000	0.000

## 8 Gültigkeit der allgemeinen Bedingungen

### 8.1 Vorrang der REB-VB

Abweichende Regelungen in den REB-VB haben Vorrang gegenüber dieser REB-Allgemein. Davon ausgenommen sind die in Abschnitt 8.2 dieser REB-Allgemein genannten Bedingungen.

### 8.2 Vorrang der REB-Allgemein

Folgende Bedingungen gelten auch bei anders lautenden Festlegungen in den REB-VB, die auf den im Abschnitt 5 beschriebenen Allgemeinen Datensatzarten basieren:

- Formulierungen zu Eintragungen in Formblätter sind hinfällig.
- Die in den REB-Allgemein beschriebenen Datensätze (DA 00, DA 99 und - soweit für das Verfahren erforderlich - DA 50) müssen als Bestandteil der Eingabedaten für die Prüfrechnung mit übergeben werden.
- Anstelle der Datensätze DA 45 können auch Datensätze DA 30 verwendet werden (Beschreibung siehe REB-VB 20.214). Dabei werden nur die Datenfelder Punktnummer, Rechtswert Y, Hochwert X und Höhe Z verwendet.
- Es ist zu beachten, dass die Punktnummern in DA 45 und DA 30 unterschiedliche Längen aufweisen:
  - 7 Zeichen bei DA 45 (Stellen 03 bis 09 und 43 bis 49) und
  - 8 Zeichen bei DA 30 (Stellen 13 bis 20).Die betroffenen REB-VB 20.003 "Querprofilbestimmung durch Interpolation" und 22.013 "Rauminhalte und Oberflächen aus Prismen" werten jedoch in der DA 30 nur 7 Zeichen der Punktnummer aus, nämlich die Stellen 14 bis 20.
- Neben Großbuchstaben ist auch die Eingabe von Kleinbuchstaben zulässig, wobei diese jedoch bei Ordnungsbegriffen als Großbuchstaben gelten.

## 9 Änderungen gegenüber der REB-Allgemein - Ausgabe 2009<sup>1</sup>

Tabelle 1: Änderungen

Abschnitt/Thema	REB-Allgemein, Ausgabe 2009	REB-Allgemein, Ausgabe 2012
1 - Allgemeines	Die in der "Sammlung der Regelungen für die elektronische Bauabrechnung (Sammlung REB)" aufgenommenen "REB-Verfahrensbeschreibungen" (REB-VB) enthalten Lösungswege für die verschiedenen Aufgaben bei der Bauabrechnung und die für die Datenverarbeitung jeweils einzuhaltenden organisatorischen und mathematischen Bedingungen	Die in der "Sammlung der Regelungen für die elektronische Bauabrechnung (Sammlung REB)" aufgenommenen "REB-Verfahrensbeschreibungen" (REB-VB) enthalten Lösungswege für die verschiedenen Aufgaben bei der <b>Mengenermittlung</b> und die für die Datenverarbeitung jeweils einzuhaltenden organisatorischen und mathematischen Bedingungen.
2 - Geltungsbereich		<i>Abschnitt zur klareren Gliederung neu aufgenommen. Damit Neunummerierung der folgenden Abschnitte.</i>
3.4 - Ordnungszahlen, Positions-Nummern	Die Positionsnummerierung muss das Leistungsverzeichnis (LV) abbilden können. Die diesbezüglichen Formvorschriften der Hinweise für die Anwendung des Standardleistungskataloges (STLK) bzw. des Handbuches für die Vergabe und Ausführung von Bauleistungen im Straßen- und Brückenbau (HVA B-StB) sind einzuhalten. Die Untergliederung einer Ordnungszahl (OZ) muss möglich sein.	Die Positionsnummerierung muss das Leistungsverzeichnis (LV) abbilden können. Die Untergliederung einer Ordnungszahl (OZ) muss möglich sein.  <i>Die Regelungen zu Formvorschriften sind entfallen, da sie in anderen Regelwerken festgelegt sind.</i>
5 - Datenübergabe für die Prüfberechnung  5.1 Allgemeines		Es existieren zwei Datenformate: <ul style="list-style-type: none"> <li>• XML und</li> <li>• Allgemeine Datensatzarten</li> </ul> Die Allgemeinen Datensatzarten sind Gegenstand der folgenden Abschnitte. XML-Datenformate werden in den REB-VB beschrieben, mit denen dieses Format zur Anwen-

<sup>1</sup> Texte in Kursivschrift sind Anmerkungen oder Hinweise.

Alle anderen Texte sind Zitate, Texte in roter Farbe kennzeichnen die Änderungen.

Abschnittsnummern beziehen sich auf Ausgabe 2012.

Abschnitt/Thema	REB-Allgemein, Ausgabe 2009	REB-Allgemein, Ausgabe 2012
		<p>dung kommt. <i>Diese Regelung wurde hinzugefügt.</i></p>
8 - Gültigkeit der allgemeinen Regelungen		<p><b>Reihenfolge der Untergliederung wurde getauscht.</b></p>
8.2 Vorrang der REB-Allgemein	<p><i>Neu:</i> 7.1 - Vorrang der REB-Allgemein</p> <p>Folgende Bedingungen gelten auch bei anders lautenden Festlegungen in den einzelnen REB-VB:</p>	<p>Folgende Bedingungen gelten auch bei anders lautenden Festlegungen <b>in den REB-VB, die auf den im Abschnitt 5 beschriebenen Allgemeinen Datensatzarten basieren:</b></p> <p><i>Mit Änderung des Datenformates z.B. der REB-VB 23.003 ist diese einschränkende Regelung nötig.</i></p>
8.2 Vorrang der REB-Allgemein	<p>– Die in den REB-Allgemein beschriebenen Datensätze (DA 00, DA 99 und DA 50) müssen als Bestandteil der Eingabedaten für die Prüfberechnung mit übergeben werden.</p>	<p>– Die in den REB-Allgemein beschriebenen Datensätze (DA 00, DA 99 und <b>- soweit für das Verfahren erforderlich - DA 50</b>) müssen als Bestandteil der Eingabedaten für die Prüfberechnung mit übergeben werden.</p>

**Sammlung der Regelungen für die elektronische Bauabrechnung  
(Sammlung REB)**

**REB-Verfahrensbeschreibung 22.013  
Rauminhalte und Oberflächen aus Prismen**

**Ausgabe 2012**

**Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung**

Abteilung Straßenbau

---



---

## Inhaltsverzeichnis

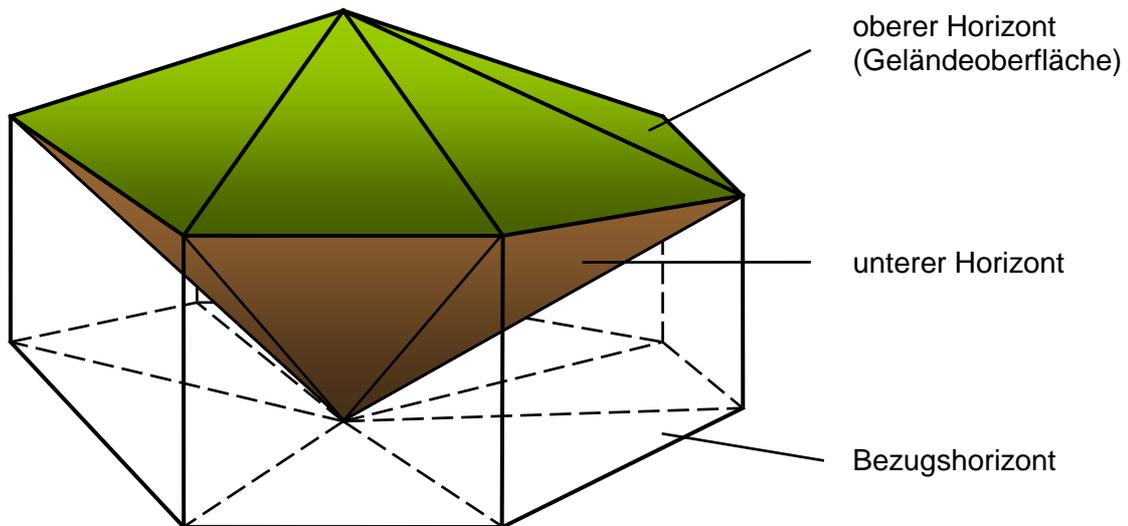
1	Allgemeine Informationen .....	4
1.1	Einleitung.....	4
1.2	Aufgabe.....	5
1.3	Lösung .....	5
1.4	Voraussetzungen und Bedingungen .....	6
1.4.1	Punkte.....	6
1.4.2	Dreieckshorizonte.....	6
1.4.3	Bruchkanten .....	7
1.4.4	Definitionen von Rauminhalten .....	7
1.5	Formeln.....	8
2	Eingabedaten.....	10
2.1	Datenformat.....	10
2.2	Verwendete OKSTRA <sup>®</sup> -Objektarten.....	11
2.2.1	Berechnung_REB_22013 .....	11
2.2.2	Mengendefinition .....	12
2.2.3	Oberflaechendefinition.....	12
2.2.4	Rauminhaltsdefinition .....	13
2.2.5	DGM .....	13
2.2.6	Dreieck.....	14
2.2.7	Bruchkante .....	14
2.2.8	Allgemeines Punktobjekt.....	15

Diese REB-Verfahrensbeschreibung 22.013 „Rauminhalte und Oberflächen aus Prismen“, Ausgabe 2012 ist nur in Verbindung mit den ebenfalls in der „Sammlung der Regelungen für die elektronische Bauabrechnung (Sammlung REB)“ enthaltenen „Allgemeinen Bedingungen zur Anwendung der REB-Verfahrensbeschreibungen (REB-Allg.)“ anzuwenden.

## 1 Allgemeine Informationen

### 1.1 Einleitung

Für die Berechnung der Rauminhalte und Oberflächen von kompakten Erdbaukörpern wie Gewinnungsstellen, Kippen, Halden, Baugruben usw., ist die Aufgliederung in vertikale Prismen oftmals besser geeignet als die in stationierte Querprofile. Das Gelände wird dazu so in Dreiecke aufgegliedert, daß deren Oberflächen als eben angesehen werden können (Abbildung 1).



**Abbildung 1: Perspektivische Darstellung eines zu berechnenden Erdkörpers**

Für die Eckpunkte der Dreiecke müssen 3D-Punktkoordinaten bestimmt werden, wozu sich verschiedene Verfahren eignen (tachymetrische Aufnahme, GPS, Laser-Scanning, Photogrammetrie usw.). Entwurfsbedingte Begrenzungen von Baugruben, Böschungen, des Planums usw. können ggf. auch aus Entwurfsdaten übernommen werden.

Die ermittelten Punktkoordinaten werden in der Lage auf das Landes- oder ein beliebiges orthogonales Koordinatensystem und in der Höhe auf NN oder einen frei gewählten Horizont bezogen. In der Lage bietet ein Bezug auf das Landessystem den Vorteil der leichteren Orientierung (z. B. können dann in grafischen Darstellungen leichter georeferenzierte Luftbilder oder Kartendarstellungen hinterlegt werden).

Sofern Knicke oder Steilstufen im Gelände vorhanden sind, sind sie zusätzlich in Form von Linien – den sogenannten Bruchkanten – aufzunehmen, die von den gebildeten Dreiecken nicht überlappt werden dürfen.

## 1.2 Aufgabe

Die vorliegende Verfahrensbeschreibung gestattet die Berechnung

- der Rauminhalte von Erdkörpern, die oben und unten von je einem Dreieckshorizont bzw. von einer Horizontalebene und einem Dreieckshorizont begrenzt werden bzw.
- der Oberflächen von Dreieckshorizonten.

Ein für die Berechnung eines Rauminhalts verwendeter Dreieckshorizont kann optional um einen Betrag  $\Delta z$  in der Höhe verschoben werden (z. B. zur Berücksichtigung eines Oberbodenabtrags).

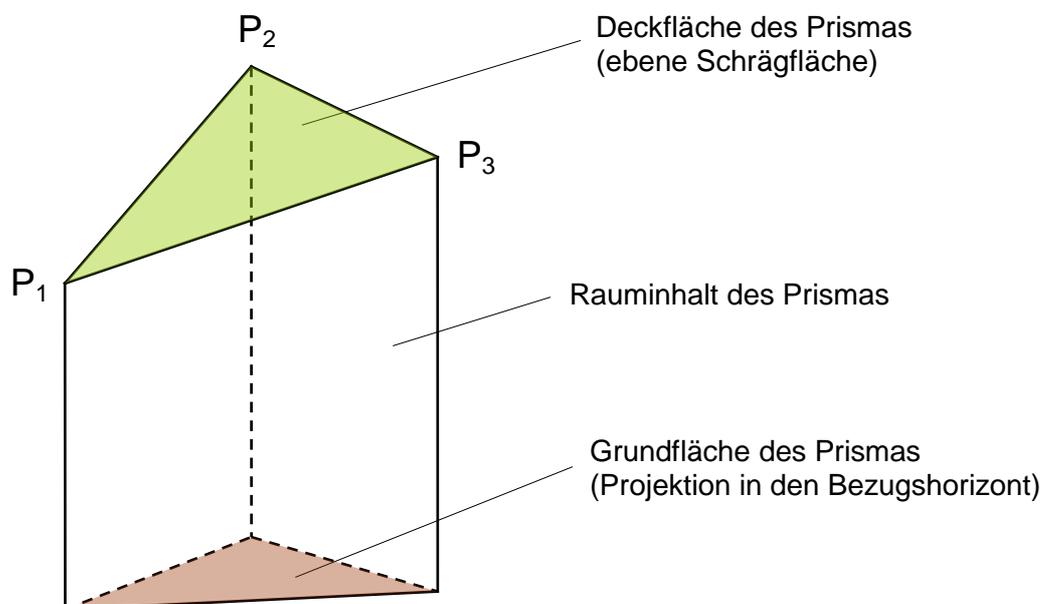
Damit bestehen die folgenden drei Möglichkeiten zur Definition eines Horizontes für die Berechnung des Rauminhalts eines Erdkörpers:

1. Angabe eines Dreieckshorizontes
2. Angabe eines um  $\Delta z$  in der Höhe verschobenen Dreieckshorizontes
3. Angabe einer Horizontalebene in der Höhe  $Z$

Dabei ist zu beachten, dass nicht mehr als einer der beiden begrenzenden Horizonte eine Horizontalebene sein darf, weil ansonsten keine seitliche Begrenzung des Erdkörpers ermittelbar ist.

## 1.3 Lösung

Zur Berechnung des Rauminhalts eines Erdkörpers wird zunächst für jeden der beiden beteiligten Horizonte ein Rauminhalt ermittelt, der sich auf den Raum zwischen dem Horizont und einem tiefer liegenden Bezugshorizont bezieht. Die Höhe des Bezugshorizontes ist für alle in einer Berechnung auftretenden Horizonte identisch und entspricht der niedrigsten in den Eingabedaten vorhandenen  $Z$ -Koordinate eines Punktes. Zur Bestimmung des Rauminhalts eines Dreieckshorizontes wird unter jedem Dreieck des Horizontes ein Prisma konstruiert, das bis zum Bezugshorizont reicht (Abbildung 2). Die Summe der Rauminhalte der einzelnen Prismen ergibt den Rauminhalt des Dreieckshorizontes.



**Abbildung 2: Prisma unter einem Dreieck eines Dreieckshorizontes**

Der Rauminhalt eines durch eine Horizontalebene gegebenen Horizontes wird dadurch bestimmt, dass die Grundfläche des zweiten Horizontes (der in diesem Fall ein Dreieckshorizont sein muss) als Grundfläche des Körpers herangezogen und mit dem Höhenunterschied zwischen der Horizontalebene und dem Bezugshorizont multipliziert wird.

Die Subtraktion des Rauminhaltes des unteren Horizontes von demjenigen des oberen Horizontes ergibt dann den gesuchten Rauminhalt des Erdkörpers.

Zur Berechnung einer Oberfläche eines Dreieckshorizontes werden die Flächeninhalte der einzelnen Dreiecke des Horizontes (als Schrägflächen im Raum) aufsummiert.

#### **1.4 Voraussetzungen und Bedingungen**

Damit das dieser Verfahrensbeschreibung zugrunde liegende Berechnungsverfahren zum richtigen Ergebnis führt und eine effiziente Prüfung der Daten gewährleistet werden kann, sind die im Folgenden aufgeführten Voraussetzungen und Bedingungen einzuhalten.

Generell gilt, dass zur Vermeidung unnötigen Prüfaufwandes nur solche Daten in einer Eingabedatei angegeben werden dürfen, die tatsächlich in der Berechnung benötigt werden. Unzulässig ist daher die Angabe von

- Punkten, die nicht in einem Dreieck verwendet werden.
- Dreiecken, die nicht in einem Dreieckshorizont verwendet werden.
- Bruchkanten, die nicht zu einem Dreieckshorizont gehören.
- Dreieckshorizonten, die nicht zur Volumenberechnung eines Erdkörpers oder zur Berechnung einer Oberfläche verwendet werden.

In der Eingabedatei enthaltene numerische Daten sind beim Datenimport vom jeweils verwendeten Programmsystem auf drei Nachkommastellen kaufmännisch zu runden.

Darüber hinaus existieren weitere Anforderungen an verschiedene Arten von Eingabedaten, die in den folgenden Abschnitten dargestellt werden.

##### **1.4.1 Punkte**

In einer Berechnung dürfen nicht mehrere Punkte mit denselben 3D-Koordinaten auftreten. Die Angabe von Punktnummern ist nicht verpflichtend; sofern zu einem Punkt eine Punktnummer angegeben wird, muss sie eindeutig sein.

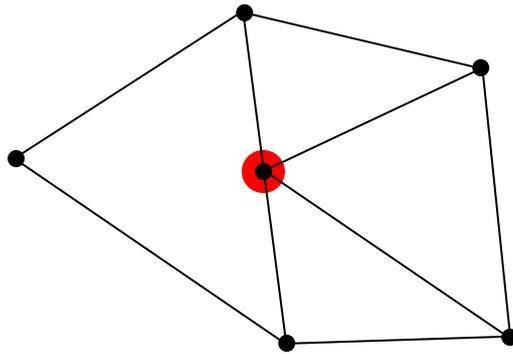
##### **1.4.2 Dreieckshorizonte**

Der von einem Dreieckshorizont in der XY-Ebene überdeckte Bereich muss zusammenhängend sein, darf allerdings Löcher aufweisen.

Desweiteren muss ein Dreieckshorizont zu einer gegebenen Lage (X, Y) einen eindeutigen Höhenwert Z liefern. Überhänge und senkrechte Bereiche innerhalb eines Dreieckshorizontes (auch in Form von Löchern) sind somit nicht zulässig. Lagegleiche Punkte sind innerhalb eines Dreieckshorizontes ebenfalls nicht erlaubt. Sollen senkrechte Strukturen innerhalb eines Dreieckshorizontes dargestellt werden, sind sie ggf. durch die Verwendung sehr steiler Dreiecke in angenäherter Form nachzubilden.

Die Dreiecke eines Dreieckshorizontes dürfen sich nicht überlappen, d. h. eine gegebene Lage (X, Y) darf nur von einem Dreieck überdeckt werden (mit Ausnahme der Dreiecksseiten und Eckpunkte, an denen mehrere Dreiecke zusammenstoßen).

Ein Dreieckshorizont muss so gebildet werden, dass keine Eckpunkte von Dreiecken auf durchgehenden Seiten anderer Dreiecke liegen (Abbildung 3).



**Abbildung 3: Unzulässiger Dreieckshorizont, da der rot markierte Eckpunkt eines Dreiecks auf einer durchgehenden Seite eines anderen Dreiecks liegt**

### 1.4.3 Bruchkanten

Sofern zu einem Dreieckshorizont Bruchkanten existieren, sind diese anzugeben, um eine diesbezügliche Prüfung des Dreieckshorizontes zu ermöglichen. Die Dreiecke des Horizontes dürfen nicht von Bruchkanten geschnitten werden, was nur dann gewährleistet ist, wenn die Bruchkanten entlang von Dreiecksseiten verlaufen. Darüber hinaus müssen die Eckpunkte einer Bruchkante gleichzeitig Eckpunkte von Dreiecken des betreffenden Dreieckshorizontes sein.

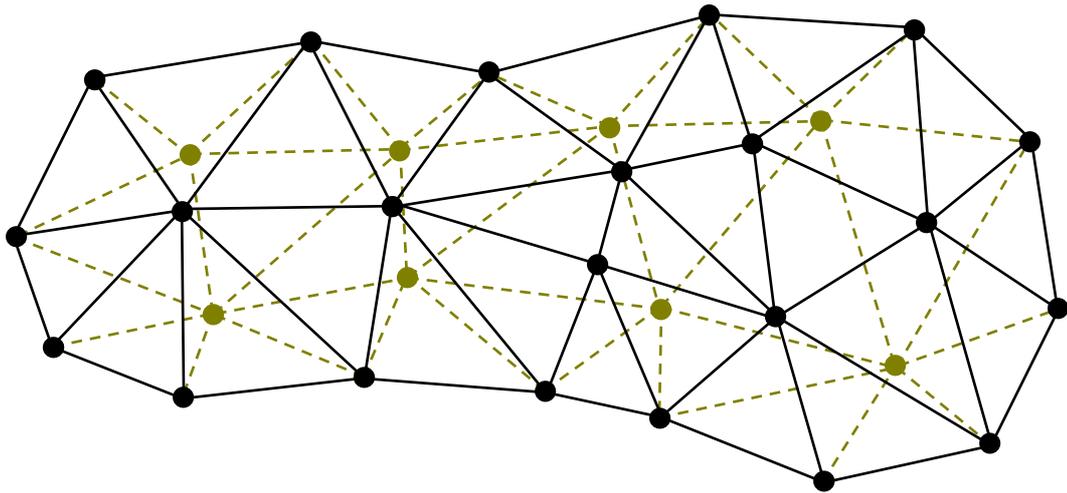
Bruchkanten dürfen sich (ggf. auch mit sich selbst) schneiden oder berühren, allerdings nur in Eckpunkten von Dreiecken des betreffenden Dreieckshorizontes.

### 1.4.4 Definitionen von Rauminhalten

Sofern der Rauminhalt eines Erdkörpers über zwei (ggf. in der Höhe verschobene) Dreieckshorizonte definiert wird, müssen beide Horizonte denselben Bereich in der XY-Ebene überdecken (vgl. Abbildung 4). Daraus folgt, dass die Grundflächen beider Horizonte gleich groß sein müssen.

Generell gilt, dass der untere zur Definition eines Rauminhalts verwendete Horizont vollständig unterhalb des oberen Horizontes verlaufen muss, da ansonsten eine Verrechnung von Auf- und Abträgen stattfinden würde. Die beiden Horizonte dürfen sich allerdings berühren bzw. in Teilbereichen in identischer Höhe verlaufen.

Höhenunterschiede an den Rändern der beiden Horizonte sind zulässig, sollten nach Möglichkeit aber nur in begründeten Fällen auftreten (z. B. bei der Berechnung einer Bauwerkshinterfüllung, an der am Rand ein senkrechter Versatz auftritt). Sofern Höhenunterschiede an den Rändern der beiden Horizonte auftreten, sind sie im Prüfungsprotokoll auszuweisen.



**Abbildung 4: Lageplan der Dreieckshorizonte an einer Baugrube**  
**Bedeutung der Farbkennzeichnungen:**  
**durchgehend schwarz: Urgelände**  
**oliv gestrichelt: Horizont nach der Entnahme**

### 1.5 Formeln

Anmerkung:

Indizes 1, 2, 3 = Punktnummern im Dreieck

Indizes o, u = Horizontzugehörigkeit „oben“/„unten“

Index  $D$  = Dreieck

$KOBH$  = Höhe des Bezugshorizontes

DH = Dreieckshorizont

$\Delta Z$  = Höhenverschiebung eines Dreieckshorizontes

$Z$  = Höhe einer Horizontalebene

Grundfläche Dreiecksprisma ( $G_D$ ):

$$G_D = \frac{1}{2} \left| x_1 \cdot (y_2 - y_3) + x_2 \cdot (y_3 - y_1) + x_3 \cdot (y_1 - y_2) \right|$$

Rauminhalt Dreiecksprisma ( $V_D$ ):

$$V_D = \frac{1}{3} \cdot (z_1 + z_2 + z_3 - 3 \cdot KOBH) \cdot \left| G_D \right|$$

Deckfläche Dreiecksprisma ( $F_D$ ):

$$\Delta y_2 = y_2 - y_1; \Delta x_2 = x_2 - x_1; \Delta z_2 = z_2 - z_1$$

$$\Delta y_3 = y_3 - y_2; \Delta x_3 = x_3 - x_2; \Delta z_3 = z_3 - z_2$$

$$A = \Delta y_3 \cdot \Delta z_2 - \Delta y_2 \cdot \Delta z_3$$

$$B = \Delta z_3 \cdot \Delta x_2 - \Delta z_2 \cdot \Delta x_3$$

$$C = \Delta x_3 \cdot \Delta y_2 - \Delta x_2 \cdot \Delta y_3$$

$$F_D = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{A^2 + B^2 + C^2}$$

Summen je Horizont  $D$ :

$$\text{Rauminhalt} = \sum V_D ; \text{Oberfläche} = \sum F_D ; \text{Grundfläche} = \sum G_D$$

Rauminhalt zwischen zwei Horizonten ( $R$ ):

$$\begin{array}{l}
 R = V_o \quad \text{---} \quad \left\{ \begin{array}{l} V_u \\ (V_u + G_u \cdot \Delta Z_u) \\ G_o \cdot (Z_u - KOBH) \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{wenn DH gegeben} \\ \text{wenn DH + } \Delta Z \text{ gegeben} \\ \text{wenn Z gegeben} \end{array} \\
 \text{(DH gegeben)} \\
 \\
 R = V_o + G_o \cdot \Delta Z_o \quad \text{---} \quad \left\{ \begin{array}{l} V_u \\ (V_u + G_u \cdot \Delta Z_u) \\ G_o \cdot (Z_u - KOBH) \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{wenn DH gegeben} \\ \text{wenn DH + } \Delta Z \text{ gegeben} \\ \text{wenn Z gegeben} \end{array} \\
 \text{(DH + } \Delta Z \text{ gegeben)} \\
 \\
 R = G_o \cdot (Z_o - KOBH) \quad \text{---} \quad \left\{ \begin{array}{l} V_u \\ (V_u + G_u \cdot \Delta Z_u) \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{wenn DH gegeben} \\ \text{wenn DH + } \Delta Z \text{ gegeben} \end{array} \\
 \text{(Z gegeben)}
 \end{array}$$

Oberfläche eines Horizontes ( $OF$ ):

$$OF = \sum F_D \quad (\text{wie oben unter „Summen je Horizont“})$$

## 2 Eingabedaten

### 2.1 Datenformat

Die Eingabedaten zu einer Berechnung sind in Form einer Eingabedatei bereitzustellen, die im Datenformat OKSTRA<sup>®</sup>-XML der OKSTRA<sup>®</sup>-Version 2.016 codiert ist. Das XML-Schema zu dieser OKSTRA<sup>®</sup>-Version, welches das Datenformat konkret definiert, ist im Internet unter [www.okstra.de](http://www.okstra.de) veröffentlicht.

Die im Rahmen der vorliegenden Verfahrensbeschreibung verwendeten OKSTRA<sup>®</sup>-Objektarten sind in Form von UML-Klassendiagrammen in den Abbildungen 5 und 6 dargestellt und werden nachfolgend beschrieben.

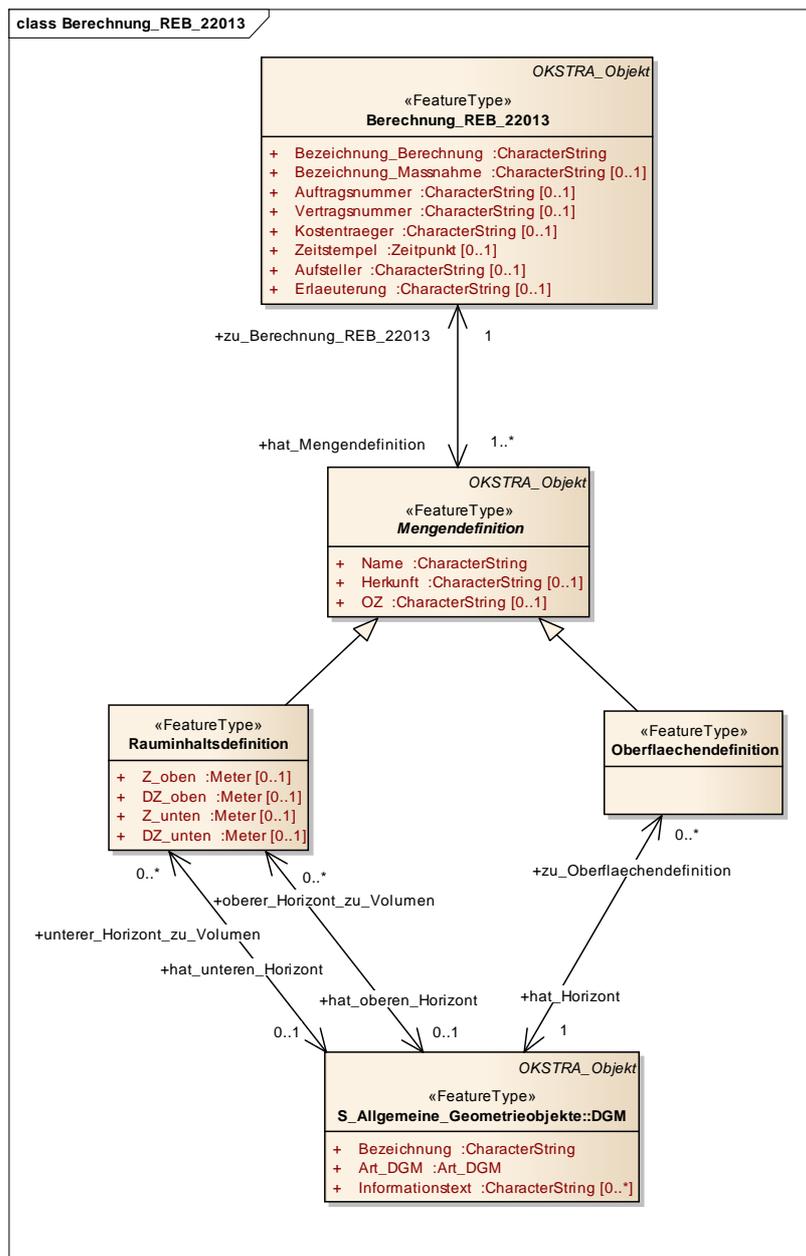
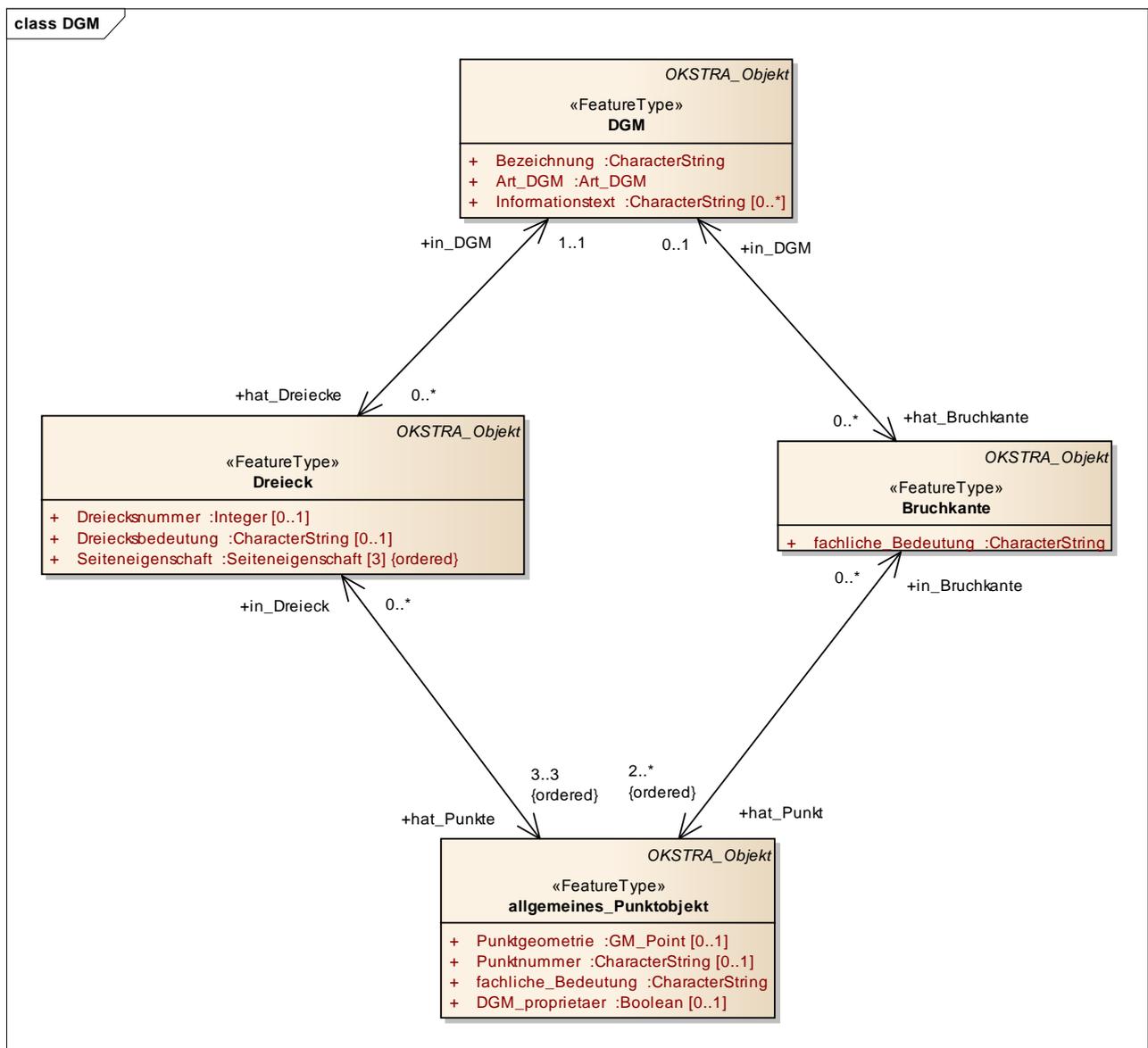


Abbildung 5: Objektart *Berechnung\_REB\_22013* (aus der OKSTRA<sup>®</sup>-Version 2.016)

Abbildung 6: Objektart *DGM* (aus der OKSTRA<sup>®</sup>-Version 2.016)

## 2.2 Verwendete OKSTRA<sup>®</sup>-Objektarten

### 2.2.1 Berechnung\_REB\_22013

Eine zentrale Stellung unter den im Rahmen der vorliegenden Verfahrensbeschreibung verwendeten OKSTRA<sup>®</sup>-Objektarten nimmt die Objektart *Berechnung\_REB\_22013* ein. Sie dient zur Angabe von Informationen zu einer Berechnung und ermöglicht über Relationen den Zugriff auf alle für eine Berechnung erforderlichen Daten. Eine Eingabedatei darf nur eine Instanz dieser Objektart enthalten. Zu einer *Berechnung\_REB\_22013* ist darüber hinaus mindestens eine *Mengendefinition* anzugeben; nach oben ist die Zahl nicht begrenzt.

Die einzelnen Attribute der Objektart *Berechnung\_REB\_22013* besitzen folgende Bedeutung:

<b>Objektart <i>Berechnung_REB_22013</i></b>	
<b>Attribut</b>	<b>Bedeutung</b>
Bezeichnung_Berechnung	Pflichtattribut zur Angabe der Bezeichnung der Berechnung
Bezeichnung_Massnahme	Optionales Textattribut zur Angabe der Bezeichnung der Baumaßnahme, in deren Rahmen die Berechnung erfolgt
Auftragsnummer	Optionales Textattribut zur Angabe einer Auftragsnummer
Vertragsnummer	Optionales Textattribut zur Angabe der Nummer des Bauvertrags
Kostentraeger	Optionales Textattribut zur Angabe des oder der Kostenträger der jeweiligen Baumaßnahme
Zeitstempel	Optionales Attribut zur Angabe des Zeitpunktes der Erstellung der Eingabedatei (enthält Datum und Uhrzeit)
Aufsteller	Optionales Textattribut zur Angabe des Namens der Person, die die in der Eingabedatei enthaltene Berechnung aufgestellt hat
Erlaeuterung	Optionales Textattribut zur Angabe beliebiger Erläuterungen zu der Berechnung

### 2.2.2 Mengendefinition

Die Objektart *Mengendefinition* ist eine abstrakte Objektart, die die gemeinsamen Eigenschaften der verschiedenen Arten von *Mengendefinitionen* im Datenmodell bündelt. Konkret können daher ihre instanzierbaren Subtypen *Rauminhaltsdefinition* und *Oberflaechendefinition* zu einer *Berechnung\_REB\_22013* angegeben werden.

Die Attribute der Objektart *Mengendefinition* besitzen folgende Bedeutung:

<b>Objektart <i>Mengendefinition</i></b>	
<b>Attribut</b>	<b>Bedeutung</b>
Name	Pflichtattribut zur Angabe des Namens der <i>Mengendefinition</i> . Dieser muss innerhalb einer Berechnung eindeutig sein. Alphanumerische Namen sind erlaubt.
Herkunft	Optionales Textattribut zur Angabe der Herkunft bzw. Entstehung der <i>Mengendefinition</i> . Wenn zwei <i>Mengendefinitionen</i> über eine identische Herkunfts-Angabe verfügen, kann daraus geschlossen werden, dass sie beide im Rahmen derselben DGM-Verschneidung entstanden sind. Über dieses Attribut können somit bei einer DGM-Verschneidung entstehende disjunkte <i>Mengendefinitionen</i> einander zugeordnet werden.
OZ	Optionales Textattribut zur Angabe der OZ aus dem Leistungsverzeichnis, der die in der <i>Mengendefinition</i> beschriebene Menge zuzuordnen ist

### 2.2.3 Oberflaechendefinition

Die Objektart *Oberflaechendefinition* beschreibt eine zu berechnende Oberfläche. Sie besitzt zur Angabe des Dreieckshorizontes, dessen Oberfläche berechnet werden soll, eine Pflichtrelation zur Objektart *DGM*.

Die Objektart *Oberflaechendefinition* besitzt gegenüber der Objektart *Mengendefinition*, von der sie erbt, keine weiteren Attribute.

### 2.2.4 Rauminhaltsdefinition

Die Objektart *Rauminhaltsdefinition* beschreibt einen zu berechnenden Rauminhalt. Über zwei Relationen zur Objektart *DGM* werden die beiden Dreieckshorizonte angegeben, die den zu berechnenden Körper – ggf. unter Berücksichtigung einer Höhenverschiebung – von oben und von unten begrenzen. Da es möglich ist, einen der beiden Dreieckshorizonte durch eine Horizontalebene zu ersetzen, sind die Relationen optional. Einer der beiden Dreieckshorizonte ist allerdings in jedem Fall anzugeben.

Die Attribute der Objektart *Rauminhaltsdefinition* besitzen folgende Bedeutung:

<b>Objektart <i>Rauminhaltsdefinition</i></b>	
<b>Attribut</b>	<b>Bedeutung</b>
Z_oben	Für den Fall, dass der zu berechnende Körper oben von einer Horizontalebene begrenzt wird, ist hier die Höhe dieser Horizontalebene anzugeben (in der Einheit Meter).
DZ_oben	Für den Fall, dass der zu berechnende Körper oben von einem um $\Delta z$ verschobenen Dreieckshorizont begrenzt wird, ist hier die Höhenverschiebung $\Delta z$ anzugeben (in der Einheit Meter).
Z_unten	Für den Fall, dass der zu berechnende Körper unten von einer Horizontalebene begrenzt wird, ist hier die Höhe dieser Horizontalebene anzugeben (in der Einheit Meter).
DZ_unten	Für den Fall, dass der zu berechnende Körper unten von einem um $\Delta z$ verschobenen Dreieckshorizont begrenzt wird, ist hier die Höhenverschiebung $\Delta z$ anzugeben (in der Einheit Meter).

### 2.2.5 DGM

Die Objektart *DGM* beschreibt ein Digitales Geländemodell und dient im Rahmen der vorliegenden Verfahrensbeschreibung zur Darstellung eines Dreieckshorizontes für eine *Rauminhaltsdefinition* bzw. eine *Oberflaechendefinition*. Über Relationen werden zu einem *DGM* die *Dreiecke* und *Bruchkanten* angegeben, aus denen das *DGM* besteht.

Die Attribute der Objektart *DGM* besitzen folgende Bedeutung:

<b>Objektart <i>DGM</i></b>	
<b>Attribut</b>	<b>Bedeutung</b>
Bezeichnung	Pflichtattribut zur Angabe der Bezeichnung des <i>DGM</i>
Art_DGM	Pflichtattribut zur fachlichen Beschreibung des <i>DGM</i> . Mögliche Werte: „Urgelände“, „Knoten“, „Bestand“, „Planung“, „Sonstiges“
Informationstext	Optionales Textattribut zur Angabe beliebiger Erläuterungen zu dem <i>DGM</i>

### 2.2.6 Dreieck

Die Objektart *Dreieck* dient zur Darstellung eines Dreiecks innerhalb des *DGM*, dem das *Dreieck* über eine Relation zugeordnet ist. Über eine Relation zum *allgemeinen\_Punktobjekt* werden die drei Eckpunkte des *Dreiecks* angegeben.

Die Attribute der Objektart *Dreieck* besitzen folgende Bedeutung:

Objektart <i>Dreieck</i>	
Attribut	Bedeutung
Dreiecksnummer	Optionales Attribut zur Angabe der Nummer des <i>Dreiecks</i> innerhalb eines <i>DGM</i> ; im Rahmen der vorliegenden Verfahrensbeschreibung ohne Bedeutung
Dreiecksbedeutung	Optionales Textattribut zur fachlichen Beschreibung des <i>Dreiecks</i>
Seiteneigenschaft	Pflichtattribut zur Klassifizierung der drei den drei Eckpunkten des <i>Dreiecks</i> jeweils gegenüberliegenden Dreiecksseiten. Mögliche Werte: „normale Seite“, „Bruchlinie“, „Formlinie“. Dieses Attribut ist im Rahmen der vorliegenden Verfahrensbeschreibung aufgrund seines Pflichtstatus zwar anzugeben, wird aber nicht ausgewertet.

### 2.2.7 Bruchkante

Die Objektart *Bruchkante* dient zur Darstellung einer Bruchkante innerhalb des *DGM*, dem die *Bruchkante* über eine Relation zugeordnet ist. Über eine geordnete Relation zum *allgemeinen\_Punktobjekt* werden die Eckpunkte der *Bruchkante* (entsprechend der Reihenfolge ihres Auftretens im geometrischen Verlauf) angegeben.

Die Attribute der Objektart *Bruchkante* besitzen folgende Bedeutung:

Objektart <i>Dreieck</i>	
Attribut	Bedeutung
fachliche_Bedeutung	Pflichtattribut zur fachlichen Beschreibung der <i>Bruchkante</i> . Es ist ein Wert aus einer OKSTRA®-Fachbedeutungsliste anzugeben.

## 2.2.8 Allgemeines Punktobjekt

Die Objektart *allgemeines\_Punktobjekt* dient im Rahmen der vorliegenden Verfahrensbeschreibung zur Darstellung eines Eckpunktes eines *Dreiecks* bzw. einer *Bruchkante*.

Die Attribute der Objektart *allgemeines\_Punktobjekt* besitzen folgende Bedeutung:

<b>Objektart <i>allgemeines_Punktobjekt</i></b>	
<b>Attribut</b>	<b>Bedeutung</b>
Punktgeometrie	Pflichtattribut zur Angabe der Koordinaten des <i>allgemeinen_Punktobjekts</i> (im Rahmen der vorliegenden Verfahrensbeschreibung stets in 3D)
Punktnummer	Optionales Textattribut zur Angabe einer (ggf. auch alphanumerischen) Punktnummer. Sofern der durch das <i>allgemeine_Punktobjekt</i> dargestellte Punkt eine Punktnummer besitzt, ist sie im Rahmen der vorliegenden Verfahrensbeschreibung anzugeben.
fachliche_Bedeutung	Pflichtattribut zur fachlichen Beschreibung des <i>allgemeinen_Punktobjekts</i> . Es ist ein Wert aus einer OKSTRA®-Fachbedeutungsliste anzugeben.
DGM_proprietaer	Optionales Attribut zur Angabe, ob das <i>allgemeine_Punktobjekt</i> nur innerhalb eines <i>DGM</i> oder allgemein Gültigkeit besitzt; im Rahmen der vorliegenden Verfahrensbeschreibung ohne Bedeutung

**Sammlung der Regelungen für die elektronische Bauabrechnung  
(Sammlung REB)**

**REB-Verfahrensbeschreibung 23.003  
Allgemeine Mengenberechnung**

**Ausgabe 2012**



## **Vorwort**

Mit der Einführung der REB-Verfahrensbeschreibung 23.003, Ausgabe 2009 wurde die Weiterentwicklung dieser Verfahrensbeschreibung (VB) angekündigt.

Nach intensiver Arbeit der Fachgruppe REB in Zusammenarbeit mit der vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) ins Leben gerufenen Arbeitsgruppe Sammlung REB kann nun die Ausgabe 2012 der REB-VB 23.003 - Allgemeine Mengenberechnung präsentiert werden.

Die VB liegt in einer neuen Generation vor. Es ist daher nicht zweckmäßig, eine Synopse zu erstellen. Nachfolgend werden deshalb die wichtigsten Änderungen dargestellt.

## **Datenformat**

Den Entwicklungsgrundsätzen der Dienstbesprechung zur Koordinierung der Bund/Länder-Fachinformationssysteme im Straßenwesen des BMVBS folgend, wurde das Datenaustauschformat für die Allgemeine Mengenberechnung auf die im Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen - OKSTRA<sup>®</sup> - vorgegebene XML-Auszeichnungssprache umgestellt.

Die bis dato vorhandenen Beschränkungen, die sich aus dem 80-stelligen Spaltenformat der alten VB ergeben, gehören damit der Vergangenheit an. Zum Beispiel können nun Koordinatenwerte vollständig dargestellt werden.

Der OKSTRA<sup>®</sup> stellt ein offenes Datenformat zur Verfügung. Unter [www.okstra.de](http://www.okstra.de) ist es für jedermann möglich, in das Format Einsicht zu nehmen und die dort abgelegte Modellierung des Datenmodells zu verwenden.

## **Formelkataloge**

Die neue REB-VB 23.003 erscheint mit dem Formelkatalog Straßenbau. Hier findet der Anwender neben den bekannten Formeln (und Formelnummern) Ergänzungen, u. a. zur Berechnung von Zeiträumen, vor.

Das Datenmodell lässt es zu, verschiedene und versionierte Formelkataloge für die Berechnungen zu verwenden.

Bei Bedarf können sich verschiedene Sparten des Bauwesens ebenfalls Formelkataloge erstellen, diese auf ihre speziellen Bedürfnisse anpassen und sie zur Verwendung im OKSTRA<sup>®</sup> zur Verfügung stellen.

## **Tabellen**

Für komplexe Nebenberechnungen stehen nun Tabellen zur Verfügung. Der Anwender hat die Möglichkeit, Zahlenwerte mit selbst definierten Formeln in den Nebenrechnungen zu verarbeiten und Ergebnisse über Referenzen in die Mengenberechnung eingehen zu lassen.

## **Ordnungsrahmen**

Mengenansätze können beliebig vielen Ordnungsrahmen zugeordnet werden, die der Anwender selbst und darüber hinaus hierarchisch definieren kann.

Eine feingliedrige Zuordnung von Mengenansätzen - abgestimmt auf die Bedürfnisse des jeweiligen Bauwerkes und auch die Notwendigkeiten von Kostenteilungen - ist damit ermöglicht. Zudem wird die Allgemeine Mengenberechnung nicht nur in der Phase der Abrechnung, sondern bereits bei der Kostenschätzung und in den verschiedenen Planungsphasen nutzbar.

### **Kontinuierlicher Datenaustausch**

Großer Wert wurde bei der Entwicklung darauf gelegt, dass Vertragspartner im Abrechnungsprozess kontinuierlich Daten austauschen können. Mit den Konventionen zum kontinuierlichen Datenaustausch wird ein leistungsfähiges Modul zur Verfügung gestellt, welches die Vertragspartner in die Lage versetzt, Abrechnungsdaten auszutauschen, zu prüfen und bei Notwendigkeit zu ändern. Vor allem kann es über definierte Regeln zu einer Kommunikation über die Berechnungsinhalte und schließlich zur Übereinstimmung bei unterschiedlichen Auffassungen zu Mengenansätzen kommen.

Auch Schätzwerte können auf diese Art und Weise ausgetauscht, versioniert, fortgeschrieben und schließlich durch geprüfte Mengenansätze ersetzt werden.

Bewusst wurde mit der VB auch die Möglichkeit eröffnet, ohne den kontinuierlichen Datenaustausch, also mittels Übergabe gesamter Berechnungen, arbeiten zu können.

### **Zusammenarbeit zwischen den Vertragsparteien**

Die dargestellten umfassenden Änderungen und Erweiterungen der VB erfordern es, dass sich die Vertragsparteien vor Beginn der Abrechnung von Bauverträgen über dazu geltende Bedingungen vereinbaren. Im Bereich des BMVBS wird dies ohnehin über die nach dem Handbuch für die Vergabe und Ausführung von Bauleistungen im Straßen- und Brückenbau (HVA B-StB) verbindliche „Vereinbarung über die Bauabrechnung“ geschehen. Anderen Bereichen des Bauwesens wird eine Vereinbarung mit gleicher Ergebnisqualität empfohlen.

Für den reibungslosen, zügigen und damit erfolgreichen Ablauf der Mengenberechnung ist es nötig, dass gemeinsam z. B. der verwendete Formelkatalog, Namen, Aufbau und Hierarchien der zur Verwendung kommenden Ordnungsrahmen, Konventionen zum Datenaustausch etc. vereinbart werden.

Hier bietet das offene Format der VB vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten.

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>ALLGEMEINES</b> .....	<b>7</b>
1.1	AUFGABE .....	7
1.2	LÖSUNG.....	7
1.3	ANWENDUNGSBEREICHE .....	7
<b>2</b>	<b>BESTANDTEILE DER MENGENBERECHNUNG</b> .....	<b>8</b>
2.1	MENGENANSÄTZE.....	8
2.1.1	<i>Allgemeines</i> .....	8
2.1.2	<i>Formeln</i> .....	8
2.1.3	<i>Formelkataloge</i> .....	9
2.1.4	<i>Freie mathematische Schreibweise (FN 91)</i> .....	9
2.2	TABELLEN.....	11
2.2.1	<i>Allgemeines</i> .....	11
2.2.2	<i>Aufbau</i> .....	11
2.2.3	<i>Rechenvorschriften</i> .....	12
2.3	ORDNUNGSRAHMEN .....	12
2.3.1	<i>Allgemeines</i> .....	12
2.3.2	<i>Zentraler Ordnungsrahmen</i> .....	12
2.3.3	<i>Ergänzende Ordnungsrahmen</i> .....	13
2.3.4	<i>Hierarchien ergänzender Ordnungsrahmen</i> .....	13
2.4	REFERENZEN .....	14
2.4.1	<i>Ansatzreferenzen</i> .....	14
2.4.2	<i>Tabellenreferenzen</i> .....	14
2.4.3	<i>Zuordnungssummenreferenzen</i> .....	14
2.4.4	<i>Blattsummenreferenzen</i> .....	16
2.5	KONSTANTEN.....	16
2.5.1	<i>Geltungsbereich</i> .....	16
2.5.2	<i>Zugriffsregeln</i> .....	16
<b>3</b>	<b>DURCHFÜHRUNG DER MENGENBERECHNUNG</b> .....	<b>17</b>
3.1	BERECHNUNG DER TABELLEN .....	17
3.2	BERECHNUNG DER MENGENANSÄTZE .....	17
3.3	SUMMENBILDUNG .....	17
3.4	SCHÄTZWERTE.....	17
3.5	RECHEN- UND DARSTELLUNGSGENAUIGKEIT .....	17
<b>4</b>	<b>KONTINUIERLICHER DATENAUSTAUSCH</b> .....	<b>18</b>
4.1	ZIELSETZUNG .....	18
4.2	VERFAHREN .....	18
4.2.1	<i>Versionierung der Daten</i> .....	18
4.2.2	<i>Erfassungs- und Prüfstempel</i> .....	18
4.2.3	<i>Synchronisierung</i> .....	19
4.2.4	<i>Löschkennzeichen</i> .....	19
4.2.5	<i>Anhängen von Kommentaren</i> .....	19
4.3	MINDESTANFORDERUNGEN AN DIE SYSTEME.....	19
4.3.1	<i>Allgemeines</i> .....	19
4.3.2	<i>Summenbildung</i> .....	20
<b>5</b>	<b>DATENSCHNITTSTELLE</b> .....	<b>21</b>
<b>ANHANG 1 - MODELLBESCHREIBUNG</b> .....		<b>22</b>
1	OBJEKTARTEN .....	22

---

2	DATENTYPEN .....	26
2.1	DATENTYPEN ZUR DARSTELLUNG VON FORMELN .....	26
2.2	DATENTYPEN ZUR DARSTELLUNG VON ARGUMENTEN.....	27
2.3	HILFSDATENTYPEN.....	28
3	SCHLÜSSEL-TABELLEN .....	30
<b>ANHANG 2 - FESTLEGUNG VON ZEICHENMENGEN FÜR ERGÄNZENDE ORDNUNGSRAHMEN.....</b>		<b>33</b>
<b>ANHANG 3 - BEISPIELE.....</b>		<b>34</b>
<b>ANHANG 4 - ERLÄUTERUNGEN.....</b>		<b>41</b>
<b>ANHANG 5 - BEGRIFFSBESTIMMUNGEN .....</b>		<b>50</b>
<b>ANHANG 6 - BESCHREIBUNG GÜLTIGER AUSDRÜCKE FÜR DIE FN 91 .....</b>		<b>51</b>

## **1 Allgemeines**

Die REB-Verfahrensbeschreibung 23.003, Ausgabe 2012 - „Allgemeine Mengenberechnung“ ist Bestandteil der „Sammlung der Regelungen für die elektronische Bauabrechnung (Sammlung REB)“. Sie gilt nur in Verbindung mit den dort enthaltenen „Allgemeinen Bedingungen zur Anwendung der REB-Verfahrensbeschreibungen (REB-Allg.)“.

Mit dem REB-Verfahren „Allgemeine Mengenberechnung“ können für alle Fachbereiche des Bauwesens die Mengen (z.B. Längen, Flächen, Rauminhalte etc.) für Bauleistungen ermittelt werden.

Für bestimmte Mengenberechnungen sind spezielle Verfahren besser geeignet, so z. B. für Rauminhalte und Oberflächen langgestreckter Baukörper. Hierfür stehen andere REB - Verfahrensbeschreibungen zur Verfügung.

### **1.1 Aufgabe**

Mengenermittlungen finden in den Prozessen der Bauplanung und Bauausführung statt. Dabei werden nicht nur Rechnungsmengen ermittelt, sondern auch Ausschreibungsmengen oder intern für das Controlling benötigte Mengen wie Leistungsmengen pro Berechnungszeitraum sowie voraussichtliche Mengen.

Vorliegendes Verfahren unterstützt den Mengenermittlungs- und -verwaltungsprozess in der Form, dass Mengenermittlungen zwischen Partnern, die unterschiedliche Programmsysteme einsetzen, ausgetauscht werden können.

Dabei ist neben einer einmaligen Datenübergabe auch ein kontinuierlicher Datenaustausch (mehrfach bzw. in Teilen) zwischen den Beteiligten möglich.

### **1.2 Lösung**

Abzurechnende Baukörper werden in einfache geometrische Figuren zerlegt. Die Berechnungen können unter Benutzung von Formelkatalogen oder in der üblichen mathematischen Schreibweise erfolgen.

Entsprechend des Baufortschrittes sollen die Aufstellung, Prüfung und Abstimmung der Eingabeunterlagen fortlaufend erfolgen.

### **1.3 Anwendungsbereiche**

Für alle Baumaßnahmen, z.B. des Hoch-, Tief- und Straßenbaus oder des Ingenieur- und Wasserbaus können mit Hilfe des vorliegenden Verfahrens die Mengen berechnet werden.

Es eignet sich auch für andere einfache Rechenaufgaben, wie sie täglich bei der Mengenberechnung vorkommen.

Das Verfahren unterstützt den Anschluss extern definierter Formelkataloge und ermöglicht damit die Verwendung von Spezialkatalogen, die auf spezielle Bereiche des Bauwesens abgestimmt sind.

## 2 Bestandteile der Mengenberechnung

### 2.1 Mengenansätze

#### 2.1.1 Allgemeines

Mengenansätze sind die zentralen Bausteine einer Mengenberechnung.

Ein Mengenansatz enthält eine Formel, mit der ein Ergebnis in Form eines Zahlenwertes berechnet wird, welches optional noch mit einem Faktor multipliziert werden kann. Abzüge können durch die Angabe eines negativen Faktors realisiert werden.

Das Ergebnis eines Mengenansatzes kann als Hilfwert gekennzeichnet werden. Wenn es als Hilfwert gekennzeichnet ist, geht es nicht in die Summenbildung ein (vgl. Abschnitt 3.3). Eine solche Kennzeichnung empfiehlt sich daher für Nebenrechnungen.

#### 2.1.2 Formeln

Eine Formel ist ein mathematischer Ausdruck, der ein Ergebnis in Form eines einzelnen Zahlenwertes liefert.

Es existieren zwei Arten von Formeln:

- *Funktionsformeln* und
- *Freitextformeln*.

Eine Funktionsformel besitzt ein oder mehrere Argumente, aus denen nach einer fest vorgegebenen Vorschrift das Ergebnis des jeweiligen Formelansatzes berechnet wird.

Freitextformeln besitzen hingegen keine Argumente, sondern ermöglichen die Angabe eines innerhalb vorgegebener Grenzen frei definierbaren mathematischen Ausdrucks, dessen Auswertung das Ergebnis des jeweiligen Formelansatzes liefert.

Folgende Arten von Argumenten können in Funktionsformeln verwendet werden:

- Einzelwerte
- Koordinaten
- Rechenzeichen (+, -, \*, /)
- Datumsangaben
- Uhrzeitangaben

Eine Koordinate besteht aus einer x -, einer y - und einer z - Komponente, in denen je ein Zahlenwert angegeben werden kann.

Einzelwerte lassen sich noch in folgende Kategorien unterteilen:

- Zahlenwerte,
- Referenzen (vgl. Abschnitt 2.4),
- Zahlenwertkonstanten (vgl. Abschnitt 2.5).

Einzelwerte der verschiedenen Kategorien können in Funktionsformeln beliebig gegeneinander ausgetauscht werden, d.h. anstelle eines Zahlenwertes kann auch eine Referenz oder eine Zahlenwertkonstante angegeben werden und umgekehrt.

In gleicher Weise kann in einer Funktionsformel anstelle einer Koordinate eine Koordinatenkonstante (vgl. Abschnitt 2.5) angegeben werden.

### 2.1.3 Formelkataloge

Die verwendbaren Formeln werden in Formelkatalogen außerhalb der Verfahrensbeschreibung definiert.

Eine Ausnahme hiervon bildet nur die freie mathematische Schreibweise, die stets verfügbar sein muss (vgl. Abschnitt 2.1.4).

Die Formeln innerhalb eines Formelkatalogs werden nummeriert.

Da Formelkataloge versioniert werden können, wird auf eine bestimmte Formel über die Angabe des verwendeten Formelkataloges, die Versionsangabe des Formelkatalogs sowie die Formelnummer (FN) zugegriffen. Der Name eines Formelkatalogs muss global, die Versionsangabe innerhalb aller Versionen eines Formelkatalogs und die Formelnummer innerhalb der betreffenden Version des Formelkatalogs eindeutig sein.

Bei jeder innerhalb eines Formelkatalogs definierten Formel muss angegeben werden, ob es sich um eine Funktionsformel oder um eine Freitextformel handelt.

Zu einer Funktionsformel müssen die Art und die Reihenfolge der Argumente sowie die auszuführende Rechenvorschrift festgelegt werden.

Sofern eine Funktionsformel Argumente vom Typ „Koordinate“ besitzt, muss angegeben werden, welche Komponenten der Koordinate in welcher Weise in der Formel verwendet werden.

Bei einer Freitextformel müssen die Regeln vorgegeben werden, nach denen die für die Formel zulässigen mathematischen Ausdrücke aufzubauen und auszuwerten sind.

### 2.1.4 Freie mathematische Schreibweise (FN 91)

Die freie mathematische Schreibweise ist eine Freitextformel und die einzige Formel, die in der vorliegenden Verfahrensbeschreibung selbst definiert ist und daher ohne den Anschluss weiterer Formelkataloge verwendet werden kann.

Sie wird folgendermaßen aufgerufen:

Formelkatalog:	23.003
Version des Formelkatalogs:	2012
Formelnummer:	91

Für die freie mathematische Schreibweise zulässige Ausdrücke müssen den folgenden, in der Grammatik in Anhang 6 formal beschriebenen Regeln genügen:

#### a) Zahlenwerte

Es können sowohl Dezimalzahlen als auch ganze Zahlen angegeben werden. Bei Dezimalzahlen wird als Dezimalzeichen das Komma verwendet, bei ganzen Zahlen wird kein Dezimalzeichen angegeben. Bei Dezimalzahlen zwischen -1 und 1 ist als Vorkommaanteil eine Null anzugeben. Einer ganzen Zahl bzw. dem Vorkommaanteil einer Dezimalzahl dürfen keine Nullen vorangestellt werden.

#### b) Referenzen und Zahlenwertkonstanten

Referenzen und Zahlenwertkonstanten können anstelle von Zahlenwerten verwendet werden.

Es sind sämtliche der in Abschnitt 2.4 aufgeführten Arten von Referenzen zulässig. Für die syntaktische Darstellung von Referenzen gelten folgende Regeln:

- Eine Blattsummenreferenz wird aus der Nummer des entsprechenden Blattes gebildet, der das Zeichen # vorangestellt wird.
- Eine Ansatzreferenz wird aus der Kombination von Blattnummer und Zeilennamen gebildet, wobei beiden Bestandteilen jeweils das Zeichen # vorangestellt wird.

- Eine Tabellenreferenz wird aus der Kombination von Blattnummer, Zeilennamen und Spaltenbezeichnung gebildet, wobei der Blattnummer und dem Zeilennamen jeweils das Zeichen # vorangestellt und die Spaltenbezeichnung in eckige Klammern [ ] eingeschlossen wird.
- Zuordnungssummenreferenzen beginnen stets mit dem Zeichen %. Eine Beschreibung der vollständigen Syntax und ihrer Bedeutung findet sich in Abschnitt 2.4.3.

Leerzeichen dürfen innerhalb von Referenzen nur in den Spaltenbezeichnungen von Tabellen und in Ordnungsbegriffen auftreten.

Auf den Inhalt einer Zahlenwertkonstante kann über ihren Namen zugegriffen werden, dem das Zeichen \$ vorangestellt wird. Der Zugriff auf Koordinatenkonstanten (vgl. Abschnitt 2.5) ist nicht zulässig.

### Beispiele:

Die Darstellung einer Blattsummenreferenz auf die Summe aller Mengenansätze im Blatt 12 lautet #12.

Die Darstellung einer Ansatzreferenz auf das Ergebnis des Mengenansatzes im Blatt 12, Zeile H32w lautet #12#H32w.

Die Darstellung einer Tabellenreferenz auf die Spaltensumme der Spalte „Aushub“ in der Tabelle im Blatt 12, Zeile H32x lautet #12#H32x[Aushub].

Auf den Wert der Zahlenwertkonstante „Breite“ kann über folgende Darstellung zugegriffen werden: \$Breite.

Beispiele für Zuordnungssummenreferenzen finden sich in Abschnitt 2.4.3 sowie in Anhang 3, Beispiel 3.

### c) Rechenzeichen

Folgende Rechenzeichen können verwendet werden:

- + für Addition
- für Subtraktion
- \* für Multiplikation
- / für Division
- \*\* für Potenzieren bzw. Radizieren

### Beispiele:

Potenzieren und Radizieren

$125^3$	in der Eingabe	$125 ** 3$
$\sqrt[3]{125}$	in der Eingabe	$125 ** 0,33333$
	oder	$125 ** (1/3)$

Das Potenzieren mit der Zahl 1 ist nicht erlaubt. Dadurch werden Eingabefehler (fehlende Klammer bei der Potenzierung mit Brüchen) vermieden.

Wurzeln aus negativen Werten sind nicht zugelassen.

## d) Funktionen

Folgende Funktionen sind erlaubt:

Winkelfunktionen

$\sin(x)$ ,  $\cos(x)$ ,  $\tan(x)$ ,  $\cot(x)$       Der Winkel  $x$  ist in Neugrad anzugeben.

Arcusfunktionen

$\asin(x)$ ,  $\acos(x)$ ,  $\atan(x)$ ,  $\acot(x)$       Die Funktionen berechnen das Ergebnis in Neugrad.

Funktionsnamen sind vollständig in Kleinbuchstaben anzugeben.

## e) Aufbau von Ausdrücken

Die Werte werden durch Rechenzeichen (siehe c)) miteinander verbunden.

Es sind nur runde Klammern zugelassen. Sie können geschachtelt werden, müssen aber paarweise angeordnet sein.

Zwei Rechenzeichen dürfen nicht unmittelbar aufeinander folgen.

### Beispiel:

falsch  $3^*-4$

richtig  $3^{*(-4)}$

Innerhalb von Zahlenwerten, Konstanten, Rechenzeichen und Funktionsnamen dürfen keine Leerzeichen auftreten, innerhalb von Referenzen nur in den Spaltenbezeichnungen von Tabellen und in Ordnungsbegriffen. Ansonsten können Leerzeichen an beliebigen Stellen erscheinen.

## f) Auswertungsreihenfolge

Die Auswertungsreihenfolge entspricht den üblichen mathematischen Regeln, d. h. die Potenzierung hat Vorrang vor Punktrechnung und diese vor Strichrechnung.

Durch Klammersetzung kann die Auswertungsreihenfolge gesteuert werden. Ohne Klammern erfolgt die Auswertung eines Ausdrucks bei gleicher Präzedenz der verwendeten Operatoren von links nach rechts.

## 2.2 Tabellen

### 2.2.1 Allgemeines

Für Nebenrechnungen können Tabellen definiert werden.

Die in einer Tabelle enthaltenen Zahlenwerte gehen nicht in die Summenbildung ein.

Es besteht lediglich die Möglichkeit, aus Mengenansätzen heraus über Tabellenreferenzen auf die Spaltensummen einer Tabelle zuzugreifen (vgl. Abschnitt 2.4.2).

### 2.2.2 Aufbau

Eine Tabelle besitzt maximal 800 Zeilen und 200 Spalten, die von oben nach unten bzw. von links nach rechts jeweils von 1 bis  $n$  durchnummeriert werden.

Jede Spalte besitzt eine innerhalb der Tabelle eindeutige Bezeichnung. Der Zeichenvorrat für die Bildung der Bezeichnungen von Tabellenspalten entspricht demjenigen für die Bildung von Ordnungsbegriffen in ergänzenden Ordnungsrahmen, vgl. Anhang 2.

Es existieren drei Arten von Tabellenspalten:

- *Textspalten*,
- *Zahlenwertspalten* und
- *Berechnungsspalten*.

In die Felder einer Textspalte können maximal 1.000 Zeichen eingetragen werden.

Felder einer Zahlenwertspalte dürfen nur Zahlenwerte enthalten.

Die Feldinhalte einer Berechnungsspalte werden aus den Werten anderer Spalten berechnet. Für eine solche Spalte muss daher eine Rechenvorschrift angegeben werden.

Für Zahlenwert- und Berechnungsspalten können optional eine Beschreibung zum Inhalt und die Maßeinheit der enthaltenen bzw. zu berechnenden Werte angegeben werden.

Außerdem kann für solche Spalten angegeben werden, dass eine Spaltensumme berechnet werden soll.

### **2.2.3 Rechenvorschriften**

Eine Rechenvorschrift gilt für sämtliche Zellen einer Berechnungsspalte und gibt an, wie die Werte der Spalte aus den Werten anderer Tabellenspalten berechnet werden.

Für die Erstellung von Rechenvorschriften gelten weitestgehend dieselben Regeln wie für die freie mathematische Schreibweise (vgl. Abschnitt 2.1.4).

Als Ergänzung kommt hinzu, dass auf die Werte anderer Zahlenwert- und Berechnungsspalten in derselben Zeile über die Angabe der jeweiligen Spaltennummer zugegriffen werden kann, wobei der Spaltennummer noch das Zeichen # vorangestellt wird.

Referenzen auf außerhalb der Tabelle befindliche Mengenansätze, Summen von Mengenansätzen oder andere Tabellen sind in den Rechenvorschriften nicht erlaubt.

#### **Beispiel:**

Die folgende Rechenvorschrift addiert zeilenweise die Werte der Spalten 5 und 6:

#5 + #6

## **2.3 Ordnungsrahmen**

### **2.3.1 Allgemeines**

Alle Mengenansätze und Tabellen einer Mengenberechnung werden in einen zentralen Ordnungsrahmen eingebunden, um sie identifizieren und referenzieren zu können.

Für Mengenansätze können darüber hinaus beliebige weitere Ordnungsrahmen definiert werden. Damit werden verschiedene Sortierungen der Mengenansätze ermöglicht und die Summenbildung lässt sich beeinflussen.

### **2.3.2 Zentraler Ordnungsrahmen**

Der zentrale Ordnungsrahmen einer Mengenberechnung besteht aus Blättern und den diesen Blättern zugeordneten Zeilen.

Jedes Blatt besitzt eine maximal sechsstellige Nummer, jede Zeile einen Namen. Dieser Name hat eine maximale Länge von 20 Zeichen. Leerzeichen sind hier nicht erlaubt.

Die Nummer eines Blattes muss innerhalb der gesamten Mengenberechnung, der Name einer Zeile muss innerhalb eines Blattes eindeutig sein.

Damit lässt sich jede Zeile einer Mengenberechnung durch eine Kombination von Blattnummer und Zeilennamen eindeutig bezeichnen.

Eine Zeile kann entweder einen Mengenansatz oder eine Tabelle enthalten.

Jeder Mengenansatz und jede Tabelle muss einer Zeile zugeordnet werden und ist damit eindeutig identifizierbar.

Der Name einer Zeile ist eine Zeichenkette, die nur aus Großbuchstaben, Kleinbuchstaben und Ziffern bestehen darf und mit einem Buchstaben beginnen muss.

Zur Erläuterung des Inhalts einer Zeile kann diese mit einer textlichen Beschreibung sowie mit Referenzen auf Bilddateien versehen werden. Eine Referenz auf eine Bilddatei wird über die Angabe des Dateinamens hergestellt, der innerhalb einer Mengenermittlung eindeutig sein muss.

### **2.3.3 Ergänzende Ordnungsrahmen**

Für Mengenansätze können darüber hinaus bis zu 99 weitere Ordnungsrahmen (z. B. die zwischen den Vertragspartnern vereinbarten Ordnungsziffern nach GAEB-Regelungen etc.) definiert werden.

Ein solcher ergänzender Ordnungsrahmen besitzt einen frei wählbaren, innerhalb einer Mengenermittlung eindeutigen Namen, eine Angabe zur Art des Ordnungsrahmens sowie eine beliebige Anzahl von Ordnungsbegriffen, denen die Mengenansätze zugeordnet werden können. Die Ordnungsbegriffe müssen innerhalb des zugehörigen Ordnungsrahmens eindeutig sein, ihre maximale Länge beträgt 60 Zeichen.

Im Gegensatz zum zentralen Ordnungsrahmen ist es in einem ergänzenden Ordnungsrahmen möglich, mehrere Mengenansätze demselben Ordnungsbegriff zuzuordnen. Umgekehrt darf ein Mengenansatz zur Vermeidung von Mehrdeutigkeiten nicht mehreren Ordnungsbegriffen desselben Ordnungsrahmens zugeordnet werden.

Die Definitionen von ergänzenden Ordnungsrahmen werden im Rahmen des kontinuierlichen Datenaustausches mit ausgetauscht und müssen wie andere Elemente der Mengenermittlung von der Gegenseite geprüft und akzeptiert werden.

### **2.3.4 Hierarchien ergänzender Ordnungsrahmen**

Die Ordnungsbegriffe ergänzender Ordnungsrahmen können hierarchisch aufgebaut werden.

Eine Hierarchie eines ergänzenden Ordnungsrahmens besteht aus einer geordneten Menge von Hierarchiestufen. Jede Stufe besitzt einen Namen und eine Information zur Festlegung ihres Endes in den Zeichenketten der zugehörigen Ordnungsbegriffe. Zur Festlegung des Endes existieren zwei Möglichkeiten:

1. Die Hierarchiestufe besitzt eine feste Stellenzahl.
2. Für die Hierarchiestufe wird nach den in Anhang 2 aufgeführten Regeln eine Gruppe von Trennzeichen festgelegt. Sobald eines dieser Zeichen erscheint, beendet es die Hierarchiestufe.

Bei der niedrigsten Hierarchiestufe kann auf die Festlegung des Endes verzichtet werden, da keine weitere Stufe folgt.

Die einzelnen Hierarchiestufen müssen in den Ordnungsbegriffen eines ergänzenden Ordnungsrahmens stets entweder auf- oder absteigend erscheinen.

Zum Ordnungsrahmen ist anzugeben, ob er auf- oder absteigend verläuft.

Es ist möglich, in einem Ordnungsbegriff beliebig viele niedrige Ebenen wegzulassen. Das Auslassen von Ebenen, wenn anschließend noch weitere niedrigere Ebenen angegeben werden, ist jedoch nicht zulässig.

Für Prüfungszwecke kann nach den in Anhang 2 beschriebenen Regeln die Menge zulässiger Zeichen innerhalb einer Hierarchiestufe angegeben werden.

Sofern das Ende einer Hierarchiestufe über das Auftreten eines Trennzeichens definiert ist, ist dieses von der Prüfung ausgenommen, d. h. es werden nur die Zeichen bis vor das Trennzeichen geprüft. Daraus ergibt sich als Konsistenzbedingung für die Definition der Hierarchiestufe, dass ein als Trennzeichen verwendbares Zeichen nicht innerhalb der Hierarchiestufe auftreten darf und umgekehrt ein Zeichen, das innerhalb der Hierarchiestufe erlaubt ist, nicht als Trennzeichen verwendet werden kann.

Ein Beispiel für die Definition eines hierarchisch strukturierten ergänzenden Ordnungsrahmens findet sich in Anhang 3, Beispiel 3.

## 2.4 Referenzen

Über Referenzen kann in einer Formel oder in der freien mathematischen Schreibweise auf anderweitig berechnete Zahlenwerte zugegriffen werden. Folgende Arten von Referenzen können verwendet werden:

- Ansatzreferenzen,
- Tabellenreferenzen,
- Zuordnungssummenreferenzen und
- Blattsummenreferenzen.

### 2.4.1 Ansatzreferenzen

Über eine Ansatzreferenz kann auf das Ergebnis eines Mengenansatzes zugegriffen werden. Eine Ansatzreferenz besteht aus der Angabe der Blattnummer und des Zeilennamens, unter denen der betreffende Ansatz im zentralen Ordnungsrahmen abgelegt ist.

### 2.4.2 Tabellenreferenzen

Über eine Tabellenreferenz kann auf eine Spaltensumme einer Tabelle zugegriffen werden. Eine Tabellenreferenz besteht aus der Angabe der Blattnummer und des Zeilennamens, unter denen die betreffende Tabelle im zentralen Ordnungsrahmen abgelegt ist, sowie der Bezeichnung der gewünschten Tabellenspalte.

### 2.4.3 Zuordnungssummenreferenzen

Über eine Zuordnungssummenreferenz kann auf die Summe der Ergebnisse derjenigen Mengenansätze zugegriffen werden, die hinsichtlich ihrer Zuordnung zu ergänzenden Ordnungsrahmen einem angegebenen Filter entsprechen. Die im Folgenden beschriebene Syntax von Zuordnungssummenreferenzen gilt sowohl innerhalb von Funktionsformeln als auch in der freien mathematischen Schreibweise (vgl. Abschnitt 2.1.4).

Eine Zuordnungssummenreferenz besteht stets aus einem %-Zeichen und einem darauf folgenden *Filter*. Bei dem Filter kann es sich entweder um einen *Elementarfilter* handeln oder um einen innerhalb von runden Klammern angegebenen *Filterausdruck*, in dem Elementarfilter mit Hilfe von logischen Operatoren miteinander verknüpft werden können.

Ein Elementarfilter besteht syntaktisch aus dem Namen eines ergänzenden Ordnungsrahmens sowie einer in eckigen Klammern enthaltenen Ordnungsbegriff-Angabe. Zur Formulierung einer Ordnungsbegriff-Angabe existieren die folgenden drei Möglichkeiten:

1. Es wird ein vollständiger Ordnungsbegriff des vor den eckigen Klammern aufgeführten ergänzenden Ordnungsrahmens angegeben. In diesem Fall wählt der Elementarfilter alle diejenigen Mengenansätze aus, die im genannten Ordnungsrahmen eine Zuordnung zum entsprechenden Ordnungsbegriff besitzen.

2. Es werden nur die obersten  $n$  Hierarchiestufen eines Ordnungsbegriffs angegeben. In diesem Fall wählt der Elementarfilter alle diejenigen Mengenansätze aus, die im genannten Ordnungsrahmen eine Zuordnung zu einem Ordnungsbegriff besitzen, der mit den entsprechenden Hierarchiestufen beginnt.
3. Es wird kein Ordnungsbegriff angegeben. In diesem Fall wählt der Elementarfilter alle diejenigen Mengenansätze aus, die im genannten Ordnungsrahmen überhaupt eine Zuordnung besitzen.

Für die Bildung von Filterausdrücken stehen folgende logische Operatoren zur Verfügung:

- **!** (NICHT-Operator, erfordert im Gegensatz zu den beiden anderen Operatoren nur einen Operanden),
- **&** (UND-Operator),
- **|** (inklusive ODER-Operator).

Der **!**-Operator hat die höchste Priorität, danach folgen der **&**-Operator und schließlich der **|**-Operator. Es besteht die Möglichkeit, durch Klammerung mit runden Klammern die Auswertungsreihenfolge zu verändern. Da zwei Operatoren nicht unmittelbar aufeinander folgen dürfen, muss auch im Falle des **!**-Operators i. d. R. mit Klammern gearbeitet werden.

### Beispiele

Die Zuordnungssummenreferenz auf die Summe aller Mengenansätze, die eine Zuordnung zum Ordnungsbegriff „27A/3344/652“ aus dem Ordnungsrahmen „Gebäude“ besitzen, lautet `%Gebäude[27A/3344/652]`.

Die Zuordnungssummenreferenz auf die Summe aller Mengenansätze, die im Ordnungsrahmen „Gebäude“ eine Zuordnung zu einem Ordnungsbegriff besitzen, der mit den beiden Hierarchiestufen „27A/3344/“ beginnt, lautet `%Gebäude[27A/3344/]`.

Die Zuordnungssummenreferenz auf die Summe aller Mengenansätze, die überhaupt eine Zuordnung im Ordnungsrahmen „Gebäude“ besitzen, lautet `%Gebäude[ ]`.

Die Zuordnungssummenreferenz auf die Summe aller Mengenansätze, die im Ordnungsrahmen „Gebäude“ eine Zuordnung zum Ordnungsbegriff „27A/3344/652“ oder zum Ordnungsbegriff „27A/3344/117“ besitzen, lautet `%(Gebäude[27A/3344/652] | Gebäude[27A/3344/117])`.

Die Zuordnungssummenreferenz auf die Summe aller Mengenansätze, die im Ordnungsrahmen „Gebäude“ eine Zuordnung zum Ordnungsbegriff „27A/3344/652“ und im Ordnungsrahmen „OZ“ eine Zuordnung zum Ordnungsbegriff „01.01.1188.0“ besitzen, lautet `%(Gebäude[27A/3344/652] & OZ[01.01.1188.0])`.

Die Zuordnungssummenreferenz auf die Summe aller Mengenansätze, die im Ordnungsrahmen „Gebäude“ eine Zuordnung mit Ausnahme der Zuordnung zum Ordnungsbegriff „27A/3344/652“ besitzen, lautet `%(Gebäude[ ] & (!Gebäude[27A/3344/652]))`.

Anmerkung: Wenn sichergestellt ist, dass alle Mengenansätze eine Zuordnung im Ordnungsrahmen „Gebäude“ besitzen, kann die Zuordnungssummenreferenz im letzten Beispiel auch auf `%(!Gebäude[27A/3344/652])` verkürzt werden. Wenn dies jedoch nicht sichergestellt werden kann, dann sollte die verkürzte Form nicht verwendet werden, weil bei dieser Variante auch all diejenigen Mengenansätze mit in die Summe eingehen würden, die im Ordnungsrahmen „Gebäude“ gar keine Zuordnung besitzen.

#### **2.4.4 Blattsummenreferenzen**

Über eine Blattsummenreferenz kann auf die Summe der Ergebnisse derjenigen Mengenansätze zugegriffen werden, die zu einem bestimmten Blatt des zentralen Ordnungsrahmens gehören. Inhaltlich besteht eine Blattsummenreferenz aus der Angabe der betreffenden Blattnummer.

#### **2.5 Konstanten**

Konstanten können definiert werden, um häufig benutzte Daten an zentraler Stelle vorzuhalten. Es existieren zwei Arten von Konstanten:

- Zahlenwertkonstanten und
- Koordinatenkonstanten.

In einer Zahlenwertkonstante kann ein Zahlenwert, in einer Koordinatenkonstante kann eine Koordinate abgelegt werden. Jede Konstante besitzt einen Namen, der maximal 40 Zeichen lang sein kann. Leerzeichen sind im Namen der Konstanten nicht erlaubt.

##### **2.5.1 Geltungsbereich**

Eine Konstante kann grundsätzlich entweder für die gesamte Mengenerrechnung, für ein einzelnes Blatt oder eine Tabelle definiert werden.

Für Koordinatenkonstanten gilt die Einschränkung, dass sie nur für die gesamte Mengenerrechnung oder einzelne Blätter, aber nicht für Tabellen definiert werden dürfen.

Die für einen bestimmten Geltungsbereich definierten Konstanten müssen eindeutige Namen besitzen.

Es ist jedoch möglich, eine Konstante für einen Teil ihres Geltungsbereichs neu zu definieren, indem im betreffenden Teil eine Konstante gleichen Namens festgelegt wird.

Eine für ein Blatt definierte Konstante kann in Tabellen des Blattes, eine für die gesamte Mengenerrechnung definierte Konstante kann in Tabellen bzw. Blättern der Mengenerrechnung neu definiert (überschrieben) werden. Dabei darf auch der Typ der Konstante geändert werden, d. h. eine Zahlenwertkonstante darf mit einer Koordinatenkonstante überschrieben werden und umgekehrt.

##### **2.5.2 Zugriffsregeln**

Auf den Inhalt einer Konstanten kann über ihren Namen zugegriffen werden.

Für die Verwendung einer Konstante in der freien mathematischen Schreibweise und in Rechenvorschriften von Tabellen ist dem Namen der Konstante das Zeichen \$ voranzustellen (vgl. Abschnitt 2.1.4).

Beim Zugriff auf eine Konstante ist ihr Geltungsbereich zu beachten. Grundsätzlich gilt:

Auf eine

- a) für die gesamte Mengenerrechnung definierte Konstante kann in allen Mengeneransätzen und Tabellen,
- b) für ein Blatt definierte Konstante kann in allen Mengeneransätzen und Tabellen des betreffenden Blattes,
- c) für eine Tabelle definierte Konstante kann nur innerhalb der betreffenden Tabelle

zugegriffen werden.

Innerhalb von Tabellen und in der freien mathematischen Schreibweise kann jedoch nur auf Zahlenwertkonstanten zugegriffen werden. Ob und auf welche Arten von Konstanten aus einer Freitextformel heraus zugegriffen werden kann, muss im zugehörigen Formelkatalog festgelegt werden.

## **3 Durchführung der Mengenberechnung**

### **3.1 Berechnung der Tabellen**

Zur Berechnung einer Tabelle werden die Werte für die Berechnungsspalten gemäß den angegebenen Berechnungsvorschriften ermittelt. Dabei ist zu beachten, dass eine Spalte erst dann berechnet werden kann, wenn in den in ihrer Berechnungsvorschrift angegebenen Spalten Werte verfügbar sind. Die Angabe von Spalten in Berechnungsvorschriften darf nicht zu Zirkelbezügen führen. Spaltensummen werden für alle Spalten berechnet, für die dies angegeben ist.

### **3.2 Berechnung der Mengenansätze**

Zur Berechnung eines Mengenansatzes wird

- bei einer Funktionsformel die durch die Formelnummer bezeichnete Formel mit den angegebenen Argumenten bzw.
- bei einer Freitextformel der angegebene mathematische Ausdruck ausgewertet.

Sofern ein Faktor angegeben ist, wird das Ergebnis der Formel noch mit dem Faktor multipliziert. Ein Mengenansatz kann erst dann berechnet werden, wenn für sämtliche in ihm auftretenden Referenzen Werte verfügbar sind. Durch die Verwendung von Referenzen dürfen keine Zirkelbezüge entstehen.

### **3.3 Summenbildung**

Die Ergebnisse der Mengenansätze können unter Bezugnahme auf Ordnungsrahmen zu Summen zusammengefasst werden. Dabei wird für jeden Ordnungsbegriff des verwendeten Ordnungsrahmens eine Summe aus den Ergebnissen all derjenigen Mengenansätze gebildet, die dem entsprechenden Ordnungsbegriff zugeordnet und nicht als Hilfswerte gekennzeichnet sind.

#### **Beispiel:**

Es wird ein Ordnungsrahmen definiert, in dem die verschiedenen Ordnungsziffern eines Leistungsverzeichnisses als Ordnungsbegriffe verwendet werden. Wird dieser Ordnungsrahmen für die Summenbildung verwendet, dann wird für jede Ordnungsziffer eine Summe aus all denjenigen Mengenansätzen berechnet, die dieser Ordnungsziffer zugeordnet und nicht als Hilfswerte gekennzeichnet sind.

### **3.4 Schätzwerte**

Der Inhalt einer Zeile, d.h. ein in einer Zeile enthaltener Mengenansatz bzw. eine in einer Zeile enthaltene Tabelle, kann als Schätzwert gekennzeichnet werden. Im Falle eines Mengenansatzes gilt dann sein Ergebnis, im Falle der Tabelle gelten alle ihre Werte und Spaltensummen als Schätzwerte. Mengenansätze, die mindestens einen Schätzwert referenzieren, erhalten ebenfalls den Status eines Schätzwertes. Dies gilt auch dann, wenn sie selbst nicht als Schätzwert gekennzeichnet sind. Eine Einstufung als Schätzwert überträgt sich auch auf die im Rahmen der Summenbildung berechneten Summen. Eine Summe wird dann als Schätzwert eingestuft, wenn sie mindestens einen als Schätzwert eingestuften Mengenansatz enthält.

### **3.5 Rechen- und Darstellungsgenauigkeit**

Alle Berechnungen im Rahmen dieser Verfahrensbeschreibung haben mit doppelter Genauigkeit gemäß dem internationalen Standard ANSI/IEEE Std 754-1985 zu erfolgen. Erfolgt eine Berechnung in mehreren Schritten, ist intern mit doppelter Genauigkeit weiterzurechnen, d.h. es dürfen keine über ANSI/IEEE Std 754-1985 hinausgehenden Rundungsoperationen vorgenommen werden. Erst die Ausgaben von Zahlenwerten (in Protokollen, auf dem Bildschirm usw.) sind auf drei Nachkommastellen kaufmännisch zu runden.

## **4 Kontinuierlicher Datenaustausch**

### **4.1 Zielsetzung**

Die vorliegende Verfahrensbeschreibung bietet neben der einmaligen Datenübergabe einer fertig gestellten Mengenberechnung auch ein Verfahren zum kontinuierlichen Datenaustausch zwischen Auftragnehmer (AN) und Auftraggeber (AG) mit den folgenden Möglichkeiten an:

- Sukzessiver Aufbau der Mengenberechnungsdaten je nach Projektfortschritt
- Lieferung von Teilmengen der erfassten Daten (Teildatenlieferungen)
- Prüfung von Teilen der übergebenen Daten (Teilprüfungen)
- Korrekturen fehlerhafter Mengenansätze
- Dokumentation und Rückmeldung von Prüfungsergebnissen und Korrekturen

### **4.2 Verfahren**

Das Verfahren zum kontinuierlichen Datenaustausch geht davon aus, dass beide Seiten die Daten zu einem konkreten Mengenberechnungsprojekt in einem eigenen System verwalten und parallel an ihnen arbeiten.

#### **4.2.1 Versionierung der Daten**

Die am Datenaustausch beteiligten Systeme müssen über die Möglichkeit zur Versionierung der Daten verfügen, d. h. zur Speicherung von Zuständen der Mengenberechnung. Dabei ist es nicht notwendig, dass jede einzelne Datenänderung im Nachhinein nachvollzogen werden kann. Es müssen aber zumindest bestimmte Stände – die sogenannten „gekennzeichneten Stände“ – abrufbar sein.

Bei der Generierung eines gekennzeichneten Standes speichert das System den Zeitpunkt sowie den in diesem Moment aktuellen Stand der Mengenberechnung. Kennzeichnungen von Ständen können sowohl durch den Anwender als auch – im Zusammenhang mit bestimmten Operationen – vom System erzeugt werden.

Durch die Versionierung der Daten können von einem Element einer Mengenberechnung (d. h. von einem Mengenansatz, einer Tabelle, einem ergänzenden Ordnungsrahmen oder einer Konstanten, sofern diese nicht nur innerhalb einer Tabelle Gültigkeit besitzt) verschiedene Versionen mit inhaltlichen Unterschieden entstehen.

#### **4.2.2 Erfassungs- und Prüfstempel**

Jede Version eines Elementes erhält bei ihrer Entstehung durch das erzeugende System einen Erfassungstempel, in dem der Name des Erfassers, das Entstehungsdatum sowie die erfassende Seite (AN bzw. AG) angegeben sind. Der Erfassungstempel kann von den Anwendern nicht geändert werden.

Damit eine einmal erfasste Version eines Elementes volle Gültigkeit erhält, muss sie von der Gegenseite geprüft und akzeptiert werden.

Die Dokumentation des Ergebnisses einer solchen Prüfung geschieht über einen Prüfstempel, der an die jeweilige Version angehängt werden kann.

Die Angaben in einem Prüfstempel entsprechen denjenigen im Erfassungstempel, wobei noch das Prüfungsergebnis (akzeptiert bzw. abgelehnt) hinzukommt.

Das Anfügen, Ändern oder Entfernen eines Prüfstempels führt im Gegensatz zu einer inhaltlichen Änderung nicht zur Bildung einer neuen Version des entsprechenden Elementes. Damit ändert sich auch der Erfassungstempel in diesen Fällen nicht.

Weiterhin ist zu beachten, dass ein Prüfstempel sich nur auf eine bestimmte Version eines Elementes bezieht.

Wenn eine Seite eine inhaltliche Änderung an einem bereits geprüften Element vornimmt, muss die dadurch entstehende neue Version des Elementes auch erneut geprüft werden.

### **4.2.3 Synchronisierung**

Bei einer Synchronisierung kann durch Übergabe einer Austauschdatei der aktuelle Stand eines Systems ganz oder teilweise an ein anderes System übertragen werden. Der eingelesene Stand wird dadurch zum aktuellen Stand des Zielsystems.

Die Stände vor und nach erfolgtem Datenimport werden im Zielsystem automatisch gekennzeichnet. Ebenso wird der Stand des exportierenden Systems unmittelbar vor dem Datenexport automatisch gekennzeichnet. Dieser Stand entspricht damit dem Stand des Zielsystems nach dem Datenimport. Bei einer Teildatenlieferung werden nur diejenigen Elemente der Mengenermittlung aktualisiert, die in der Datenlieferung vorhanden sind. Die übrigen im Zielsystem existierenden Elemente bleiben unverändert aktuell.

Durch einen Vergleich der beiden beim Datenimport gekennzeichneten Stände kann der Empfänger der Daten kontrollieren, was ihm geliefert worden ist. Darüber hinaus kann er von der Gegenseite erzeugte Versionen mit einem Prüfkennzeichen versehen oder ggf. auch seiner Meinung nach fehlerhafte Versionen durch die Anlage neuer Versionen korrigieren. Ziel des Verfahrens ist, dass am Ende in den aktuellen Ständen beider Systeme nur noch Versionen auftreten, die von der Gegenseite akzeptiert worden sind.

### **4.2.4 Löschkennzeichen**

An einem Element der Mengenermittlung kann ein Löschkennzeichen gesetzt werden. Ein solches Löschkennzeichen zeigt an, dass das betreffende Element in der Mengenermittlung nicht mehr benötigt wird. Das Setzen eines Löschkennzeichens führt im Gegensatz zur Vergabe eines Prüfstempels zu einer neuen Version des Elementes.

Gehört eine Version mit gesetztem Löschkennzeichen zum aktuellen Stand in einem System und wird dieser Stand im Rahmen der Synchronisierung an die Gegenseite übertragen, dann gilt für diese Version dasselbe wie für alle anderen Versionen des übertragenen Standes, d. h. sie wird Bestandteil des aktuellen Standes des Zielsystems und muss im Laufe des Verfahrens mit einem Prüfstempel der Gegenseite versehen oder durch eine andere Version ersetzt werden.

Das Setzen eines Löschkennzeichens führt nicht dazu, dass das betreffende Element keinen Wert bzw. Inhalt mehr besitzt. Dieser bleibt vielmehr erhalten und kann insbesondere dann wieder zum Tragen kommen, wenn die Löschung von der Gegenseite abgelehnt wird (vgl. Anhang 2).

### **4.2.5 Anhängen von Kommentaren**

Zur Vereinfachung der Kommunikation zwischen den am Datenaustausch beteiligten Seiten besteht die Möglichkeit, Kommentare an die Elemente der Mengenermittlung anzuhängen, in denen z. B. Prüfentscheidungen erläutert oder gewünschte Änderungen beschrieben werden können.

Ein Kommentar wird in den Systemen stets an eine bestimmte Version des betroffenen Elementes gebunden und mit dieser zusammen versioniert. Er kann von den Anwendern gelöscht werden, wenn er nicht mehr benötigt wird.

Wird ein Kommentar zu einem Element der Mengenermittlung im Rahmen der Synchronisierung übertragen, ist er vom Zielsystem stets zu übernehmen. Dies gilt auch dann, wenn das Zielsystem feststellt, dass die übertragene Version des Elementes bereits der aktuellen Version im Zielsystem entspricht.

## **4.3 Mindestanforderungen an die Systeme**

### **4.3.1 Allgemeines**

An die beim kontinuierlichen Datenaustausch einzusetzenden Softwaresysteme werden folgende Mindestanforderungen gestellt:

- Funktionalität eines Versionsverwaltungssystems:
  - Kennzeichnung von Ständen einer Mengenberechnung zu einem bestimmten Zeitpunkt.
  - Möglichkeit zum Aufruf und zur Berechnung gekennzeichnete Stände.
  - Zurücksetzen des aktuellen Standes auf einen vorher gekennzeichneten Stand (wobei alle gekennzeichneten Stände dazwischen entfallen).
  - Erhebung eines vorher gekennzeichneten Standes zum aktuellen Stand.
  - Vergleich zweier gekennzeichnete Stände in fachlich aufbereiteter Form.
- Die im Abschnitt 4.2 beschriebene Fachlogik hinsichtlich der Behandlung von Erfassungstempeln, Prüfstempeln und Löschkennzeichen sowie des Systemverhaltens bei der Synchronisierung muss unterstützt werden.

Ein Softwaresystem, das den kontinuierlichen Datenaustausch nicht unterstützt, kann nur für den Anwendungsfall der einmaligen Datenübergabe eingesetzt werden.

#### **4.3.2 Summenbildung**

Eine Summenbildung bezieht sich im Hinblick auf den kontinuierlichen Datenaustausch stets auf einen bestimmten Stand der Daten in einem System. Dies kann sowohl der zum Zeitpunkt der Summenbildung aktuelle Stand als auch ein bestimmter gekennzeichnete Stand sein.

Hinsichtlich der Erfassungstempel, Prüfstempel und Löschkennzeichen der Elemente eines Standes (d. h. der Mengenansätze, Tabellen, ergänzenden Ordnungsrahmen und Konstanten, die nicht nur innerhalb einer Tabelle Gültigkeit besitzen) kann eine Summenbildung mit verschiedenen Filtern erfolgen, über die festgelegt wird, welche Elemente in der Summenbildung berücksichtigt werden und welche nicht. Um sicherzustellen, dass verschiedene Softwaresysteme mit denselben Daten zu den gleichen Ergebnissen kommen können, sind in Systemen, die den kontinuierlichen Datenaustausch unterstützen, mindestens die folgenden drei Filter anzubieten (Systeme, die nur für den Anwendungsfall einer einmaligen Datenübergabe ausgelegt sind, müssen verpflichtend nur den Filter „Globale Sicht“ anbieten):

##### (1) Standard - AN - Sicht

Es sind grundsätzlich alle Elemente des jeweiligen Standes zu berücksichtigen mit Ausnahme derjenigen, die vom AN über einen Prüfstempel abgelehnt worden sind bzw. die ein Löschkennzeichen tragen. Sofern der AN eine vom AG vorgeschlagene Löschung eines Elementes über einen Prüfstempel abgelehnt hat, geht das betreffende Element allerdings doch in die Summenbildung ein, und zwar mit dem Wert, den es im betrachteten Stand hat.

##### (2) Standard - AG - Sicht

Es sind grundsätzlich alle Elemente des jeweiligen Standes zu berücksichtigen mit Ausnahme derjenigen, die vom AG über einen Prüfstempel abgelehnt worden sind bzw. die ein Löschkennzeichen tragen. Sofern der AG eine vom AN vorgeschlagene Löschung eines Elementes über einen Prüfstempel abgelehnt hat, geht das betreffende Element allerdings doch in die Summenbildung ein, und zwar mit dem Wert, den es im betrachteten Stand hat.

##### (3) Globale Sicht

Es sind alle Elemente des jeweiligen Standes zu berücksichtigen mit Ausnahme derjenigen, die ein Löschkennzeichen tragen, unabhängig von eventuell vorhandenen Prüfstempeln. Dieser Filter ist insbesondere für Softwaresysteme gedacht, die den kontinuierlichen Datenaustausch nicht unterstützen und nur für den Anwendungsfall der einmaligen Datenübergabe eingesetzt werden können.

Das Anbieten weiterer Filter liegt im Ermessen des jeweiligen Systemherstellers. Erläuterungen zu Filtern finden sich im Anhang 3.

## **5 Datenschnittstelle**

Für den Datenaustausch wird die Auszeichnungssprache XML genutzt.

Eine Modellierung im OKSTRA<sup>®</sup> besteht.

Innerhalb einer Datenaustauschdatei dürfen nur Daten zu einer einzigen Mengenermittlung enthalten sein.

## Anhang 1 - Modellbeschreibung

Die Eingabedaten zu einer Berechnung sind in Form einer Eingabedatei bereitzustellen, die im Datenformat OKSTRA<sup>®</sup>-XML der OKSTRA<sup>®</sup>-Version 2.016 codiert ist. Das XML-Schema zu dieser OKSTRA<sup>®</sup>-Version, welches das Datenformat konkret definiert, ist im Internet unter [www.okstra.de](http://www.okstra.de) veröffentlicht und wird nachfolgend dargestellt.

### 1 Objektarten

Die folgenden Objektarten wurden zur Realisierung des Datenaustauschformates für die REB-VB 23.003, Ausgabe 2012 in den OKSTRA<sup>®</sup> aufgenommen und dem neuen Schema „S\_Allgemeine\_Mengenberechnung“ zugeordnet:

- *Allgemeine\_Mengenberechnung*,
- *Blatt*,
- *Zeile*,
- *Mengenansatz*,
- *Tabelle*,
- *Ordnungsrahmen*,
- *Konstante*,
- *Zahlenwertkonstante*,
- *Koordinatenkonstante*.

Eine Übersicht über die Attribute dieser Objektarten sowie die Relationen und Vererbungsbeziehungen zwischen ihnen zeigt das UML-Klassendiagramm in Abbildung 1.

Die genannten Objektarten besitzen folgende Bedeutung:

#### **Allgemeine\_Mengenberechnung**

Die Objektart *Allgemeine\_Mengenberechnung* repräsentiert eine Mengenberechnung gemäß der REB-VB 23.003, Ausgabe 2012.

Diese Objektart bildet den zentralen Einstiegspunkt in das Modell. Von ihr aus sind – ggf. über eine Verfolgung der Relationen – alle zu einer Berechnung gehörenden Daten erreichbar.

An eine *Allgemeine\_Mengenberechnung* können über eine Relation diejenigen *Konstanten* angebunden werden, die für die gesamte Berechnung Gültigkeit besitzen sollen. Über weitere Relationen sind die *Ordnungsrahmen* und die *Blätter* anzugeben, die in der Berechnung verwendet werden bzw. enthalten sind.

Im Attribut „Formelkatalog“ der *Allgemeinen\_Mengenberechnung* sind die in den *Mengenansätzen* der Berechnung verwendeten Formelkataloge anzugeben (zum Datentyp *Formelkatalog* siehe Abschnitt 2.1). Dieses Attribut ist insofern redundant, als in den *Mengenansätzen* der Berechnung auch noch einmal der jeweils verwendete Formelkatalog angegeben wird. Es dient somit nur zur Erleichterung des Datenimports.

Im Attribut „Ordnungsrahmen\_Summation“ kann zur Information des Empfängers der Name des für die Summenbildung vorgesehenen *Ordnungsrahmens* angegeben werden.

**Blatt**

Die Objektart *Blatt* bildet zusammen mit der Objektart *Zeile* den zentralen Ordnungsrahmen innerhalb einer *Allgemeinen\_Mengenberechnung*. *Mengenansätze* und *Tabellen* werden eindeutig einem *Blatt* zugeordnet, wobei diese Zuordnung nicht direkt, sondern über die Objektart *Zeile* erfolgt, die über eine Relation an das *Blatt* angebunden ist. Ein *Blatt* wird per Relation eindeutig einer *Allgemeinen\_Mengenberechnung* zugeordnet und durch eine innerhalb der Berechnung eindeutige Blattnummer identifiziert. *Konstanten*, die innerhalb eines *Blattes* gelten sollen, können über eine weitere Relation an das *Blatt* angebunden werden.

**Zeile**

Die Objektart *Zeile* realisiert zusammen mit der Objektart *Blatt* den zentralen Ordnungsrahmen innerhalb einer *Allgemeinen\_Mengenberechnung*. Jede *Zeile* ist per Relation eindeutig einem *Blatt* zugeordnet und besitzt einen innerhalb des *Blattes* eindeutigen Zeilennamen. Damit ist die Kombination Blattnummer-Zeilennamen innerhalb der gesamten Berechnung eindeutig.

Eine *Zeile* enthält normalerweise entweder einen *Mengenansatz* oder eine *Tabelle*, die über entsprechende Relationen an die *Zeile* angebunden werden (beides gleichzeitig ist jedoch nicht erlaubt). Es ist auch möglich, *Zeilen* zu definieren, die weder einen *Mengenansatz* noch eine *Tabelle* enthalten. Solche *Zeilen* können als Kommentarzeilen dienen, sofern im Attribut „Beschreibung“ ein Kommentar eingetragen wird.

**Mengenansatz**

Die Objektart *Mengenansatz* beschreibt eine fachliche Version eines Mengenansatzes. Ein *Mengenansatz* ist über eine Relation stets einer bestimmten *Zeile* zugeordnet.

In dem Attribut „Versionsinfo“ vom gleichnamigen Datentyp werden Informationen zum kontinuierlichen Datenaustausch angegeben (Erfassungstempel, Prüfstempel etc.).

Über das Attribut „Zuordnung“ vom Datentyp *Zuordnung* kann ein *Mengenansatz* Ordnungsbegriffen aus ergänzenden Ordnungsrahmen zugeordnet werden.

Der eigentliche mathematische Ansatz wird im Attribut „Formel“ vom Datentyp *Formel* aufgeführt.

**Tabelle**

Die Objektart *Tabelle* dient zur Abbildung tabellarisch durchgeführter Nebenrechnungen. Eine *Tabelle* ist über eine Relation stets einer bestimmten *Zeile* zugeordnet. Über eine weitere Relation können einer *Tabelle* diejenigen *Zahlenwertkonstanten* zugeordnet werden, die nur innerhalb der *Tabelle* Gültigkeit besitzen.

Zur Angabe der Inhalte der einzelnen Spalten einer *Tabelle* dient das Attribut „Tabellenspalte“ vom gleichnamigen Datentyp.

Die Attribute „Zeilenzahl“ und „Spaltenzahl“ der *Tabelle* sind insofern redundant, als diese Angaben auch aus der Anzahl der im Attribut „Tabellenspalte“ enthaltenen *Tabellenspalten* und der Anzahl der darin enthaltenen *Tabellenfelder* entnommen werden können. Sie dienen somit nur zur Erleichterung des Datenimports.

In dem Attribut „Versionsinfo“ vom Datentyp *Versionsinfo* werden die Informationen zum kontinuierlichen Datenaustausch angegeben.

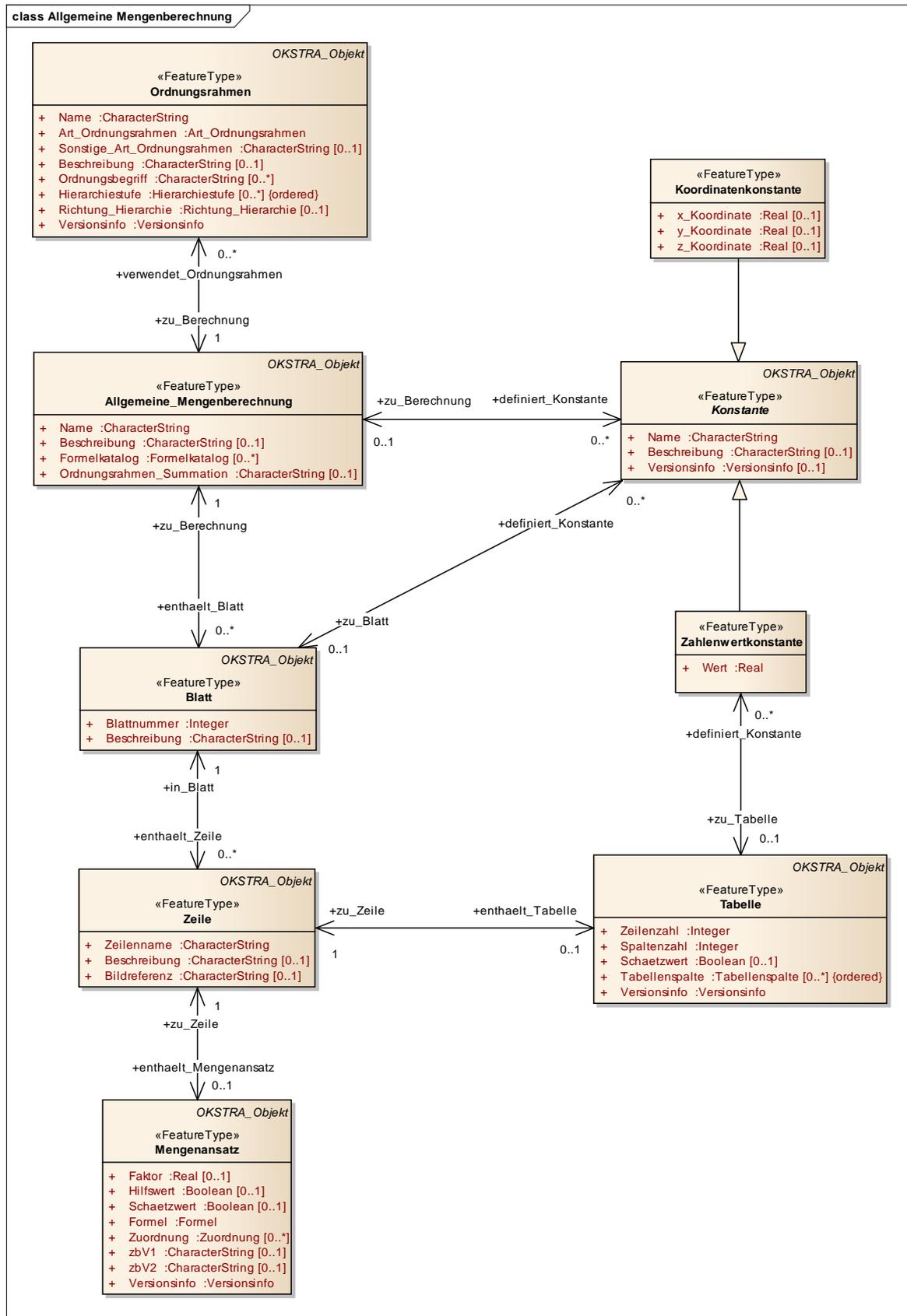


Abbildung 1: Objektarten des Schemas „S\_Allgemeine\_Mengenberechnung“

### **Ordnungsrahmen**

Die Objektart *Ordnungsrahmen* ist per Relation an eine *Allgemeine\_Mengenberechnung* angebunden und dient zur Darstellung der in der Berechnung verwendeten ergänzenden Ordnungsrahmen. Anzugeben sind der Name des Ordnungsrahmens, die Art des Ordnungsrahmens (über die Schlüsseltabelle *Art\_Ordnungsrahmen* bzw. das Attribut „Sonstige\_Art\_Ordnungsrahmen“, wenn in der Schlüsseltabelle außer „Sonstige“ kein geeigneter Eintrag existiert) und die in ihm auftretenden Ordnungsbegriffe. Ein *Ordnungsrahmen* wird beim kontinuierlichen Datenaustausch wie ein *Mengenansatz*, eine *Konstante* oder eine *Tabelle* behandelt. Daher besitzt der *Ordnungsrahmen* ebenfalls das Attribut „Versionsinfo“ vom gleichnamigen Datentyp.

Sofern bei einem *Ordnungsrahmen* mit einer Hierarchie gearbeitet wird, sind außerdem die *Hierarchiestufen* und im Attribut „Richtung\_Hierarchie“ die Richtung der Hierarchie anzugeben (von links nach rechts absteigend bzw. aufsteigend).

### **Konstante**

Die abstrakte Objektart *Konstante* dient zur Bündelung der gemeinsamen Eigenschaften der verschiedenen Arten von Konstanten.

Eine *Konstante* muss entweder einer *Allgemeinen\_Mengenberechnung*, einem *Blatt* oder einer *Tabelle* zugeordnet werden. Daher existieren entsprechende Relationen, wobei die Relation zur *Tabelle* nicht bei der *Konstante*, sondern bei ihrer Spezialisierung *Zahlenwertkonstante* angesiedelt ist, weil innerhalb von *Tabellen* nur *Zahlenwertkonstanten* verwendet werden können.

Wenn eine *Zahlenwertkonstante* einer *Allgemeinen\_Mengenberechnung* oder einem *Blatt* zugeordnet werden soll, sind dazu die von der *Konstante* geerbten Relationen zu verwenden.

Das Attribut „Versionsinfo“ vom gleichnamigen Datentyp dient zur Aufnahme von Informationen für den kontinuierlichen Datenaustausch und wird nur bei *Konstanten* belegt, die einer *Allgemeinen\_Mengenberechnung* oder einem *Blatt* zugeordnet sind, weil an *Tabellen* definierte *Konstanten* Bestandteil der jeweiligen *Tabelle* sind, die im Rahmen des kontinuierlichen Datenaustausches stets als Ganzes (mit allen ihren Bestandteilen) betrachtet wird.

### **Zahlenwertkonstante**

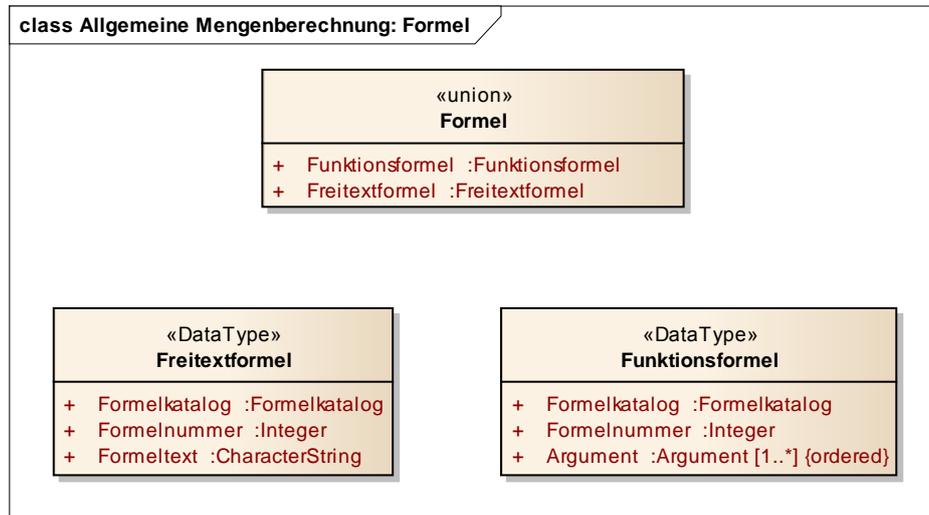
Die Objektart *Zahlenwertkonstante* ist eine Spezialisierung der abstrakten Objektart *Konstante* und stellt eine Konstante vom Datentyp „Zahlenwert“ dar.

### **Koordinatenkonstante**

Die Objektart *Koordinatenkonstante* ist eine Spezialisierung der abstrakten Objektart *Konstante* und stellt eine Konstante vom Datentyp „Koordinate“ dar. Es können darin bis zu drei Koordinatenwerte abgelegt werden.

## 2 Datentypen

### 2.1 Datentypen zur Darstellung von Formeln



**Abbildung 2: Datentypen zur Darstellung von Formeln**

Zur Darstellung der in der REB-VB 23.003, Ausgabe 2012 vorgesehenen Formelarten werden die beiden Datentypen *Freitextformel* und *Funktionsformel* eingeführt. In ihnen werden über Attribute die Formelnummer sowie der Formelkatalog angegeben, dem die jeweilige Formel entstammt. Zur Angabe eines Formelkataloges wird dabei der Datentyp *Formelkatalog* verwendet. Im Falle einer *Freitextformel* ist darüber hinaus ein Formeltext-Ausdruck anzugeben, im Falle einer *Funktionsformel* eine geordnete Liste von Argumenten, die über den Datentyp *Argument* dargestellt werden.

Der Union-Datentyp *Formel* ermöglicht die wahlweise Angabe einer *Funktionsformel* oder einer *Freitextformel*. Er wird im Attribut „Formel“ der Objektart *Mengenansatz* verwendet.

## 2.2 Datentypen zur Darstellung von Argumenten

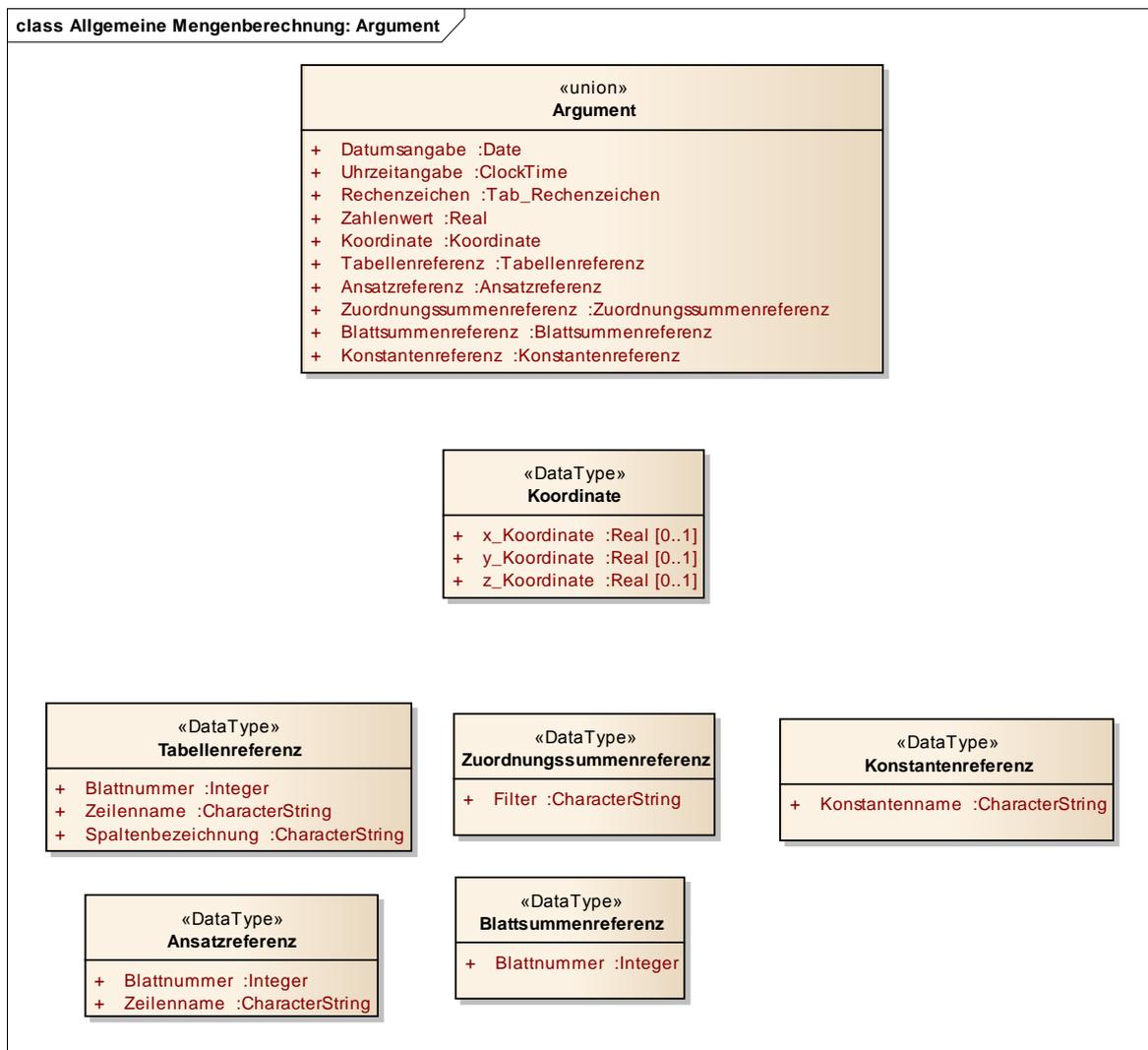


Abbildung 3: Datentypen zur Darstellung von Argumenten

In der REB-VB 23.003, Ausgabe 2012 gibt es in Funktionsformeln folgende Arten von Argumenten:

- Datumsangaben,
- Uhrzeitangaben,
- Rechenzeichen,
- Zahlenwerte,
- Koordinaten,
- Tabellenreferenzen,
- Ansatzreferenzen,
- Zuordnungssummenreferenzen,
- Blattsummenreferenzen,
- Konstantenreferenzen.

Zur Darstellung eines Argumentes dient der Union-Datentyp *Argument*. Er ermöglicht die Angabe eines Argumentes von einer der oben aufgeführten Arten.

Datumsangaben, Uhrzeitangaben und Zahlenwerte werden im Union-Datentyp *Argument* direkt auf die elementaren Typen *Date*, *ClockTime* und *Real* zurückgeführt. Rechenzeichen werden über die Schlüsseltabelle *Tab\_Rechenzeichen* dargestellt, zur Angabe von Koordinaten und den verschiedenen Arten von Referenzen werden die folgenden Datentypen eingeführt:

- *Koordinate*,
- *Tabellenreferenz*,
- *Ansatzreferenz*,
- *Zuordnungssummenreferenz*,
- *Blattsummenreferenz*,
- *Konstantenreferenz*.

### 2.3 Hilfsdatentypen

Zur Unterstützung des in der REB-VB 23.003, Ausgabe 2012 vorgesehenen kontinuierlichen Datenaustausches dienen die Datentypen *Prüfstempel*, *Erfassungstempel* und *Kommentar\_Mengenberechnung*. Ihre gemeinsamen Eigenschaften sind im Datentypen *Bearbeitungs\_Mixin* zusammengefasst und werden über Vererbung an die drei Datentypen vermittelt. Als Datentyp für das Attribut „Seite“ im *Bearbeitungs\_Mixin* wird die Schlüsseltabelle *Rolle\_Mengenberechnung* verwendet. Über das Attribut „Seite“ wird angegeben, welche am Datenaustausch beteiligte Seite (Auftraggeber, Auftragnehmer) eine bestimmte Aktion durchgeführt hat.

Ein *Prüfstempel* dient zur Angabe der Akzeptanz oder der Ablehnung eines Elementes einer *Allgemeinen\_Mengenberechnung*. Hat das Attribut „akzeptiert“ den Wert „true“, dann ist das Element akzeptiert, beim Wert „false“ ist es abgelehnt.

Die Datentypen *Prüfstempel*, *Erfassungstempel* und *Kommentar\_Mengenberechnung* werden im Datentypen *Versionsinfo* verwendet, der die Informationen zum kontinuierlichen Datenaustausch bündelt und in den Objektarten *Mengenansatz*, *Konstante*, *Ordnungsrahmen* und *Tabelle* des Schemas „S\_Allgemeine\_Mengenberechnung“ zum Einsatz kommt.

Mit dem Datentypen *Formelkatalog* wird eine Referenz auf einen bestimmten Formelkatalog dargestellt. Über Attribute sind der Name und die Versionsbezeichnung des jeweiligen Katalogs anzugeben.

Über den Datentypen *Zuordnung* kann eine Zuordnung zu einem bestimmten Ordnungsbegriff eines ergänzenden Ordnungsrahmens angegeben werden. Der Ordnungsbegriff und der Name des Ordnungsrahmens sind über Attribute anzugeben.

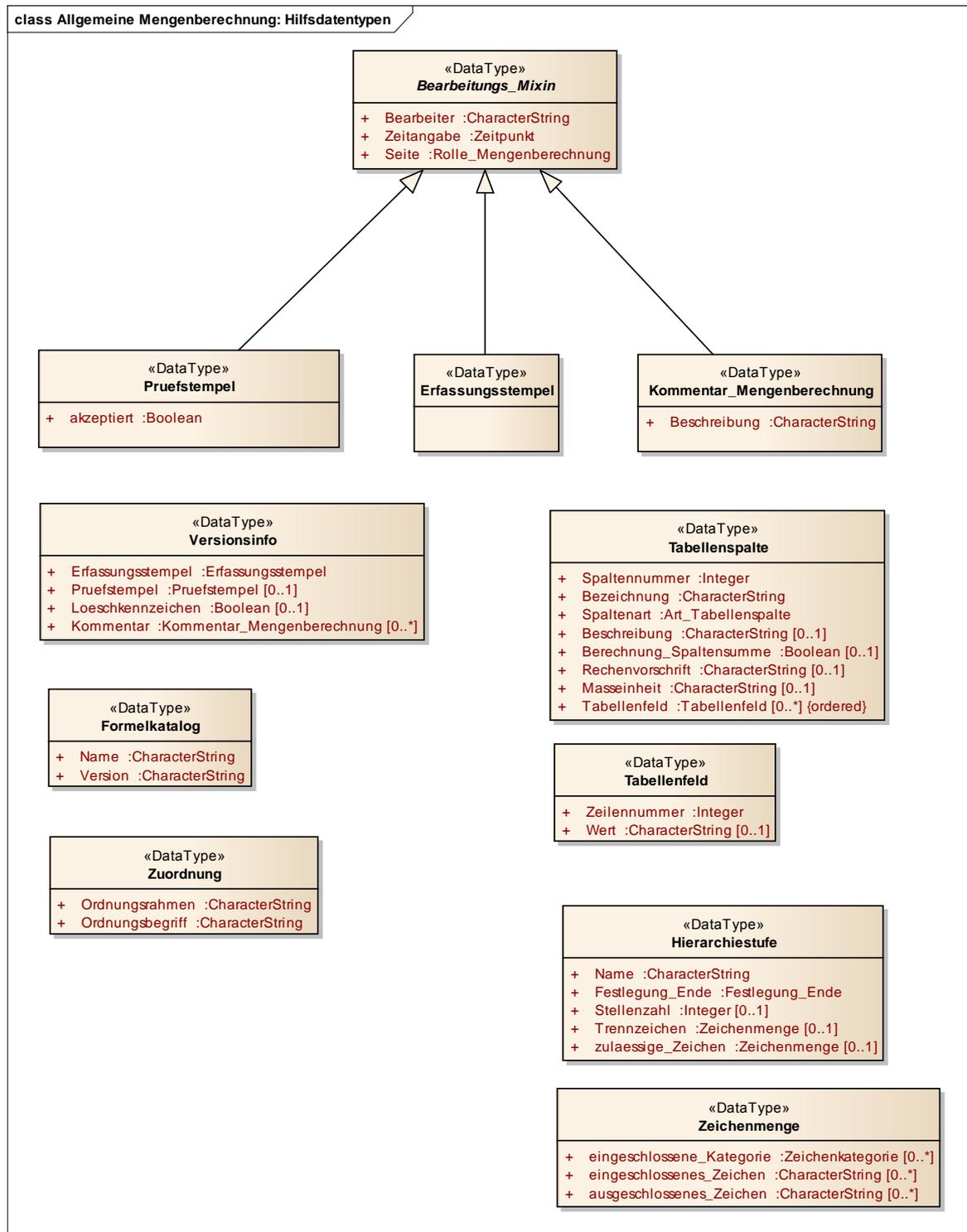


Abbildung 4: Hilfsdatentypen

Der Datentyp *Tabellenspalte* dient zur Angabe einer Tabellenspalte in der Objektart *Tabelle*. Die einzelnen Felder einer Tabellenspalte werden dabei über den Datentypen *Tabellenfeld* dargestellt. Zur Angabe der Art einer Tabellenspalte wird die Schlüsseltablette *Art\_Tabellenspalte* verwendet.

Der Datentyp *Hierarchiestufe* dient zur Darstellung einer Hierarchiestufe in der Hierarchie eines *Ordnungsrahmens*. Anzugeben ist neben dem Namen der *Hierarchiestufe* auch die Festlegung ihres Endes über die Schlüsseltablette *Festlegung\_Ende* im gleichnamigen Attribut. Im Falle der Vorgabe einer festen Stellenzahl ist das Attribut „Stellenzahl“ zu belegen, bei der Definition einer Menge von Trennzeichen das Attribut „Trennzeichen“. Für Prüfungszwecke können darüber hinaus im Attribut „zulässige\_Zeichen“ die in der *Hierarchiestufe* erlaubten Zeichen (mit Ausnahme der ggf. definierten Trennzeichen) angegeben werden.

Der Datentyp *Zeichenmenge* dient zur Definition einer Zeichenmenge gemäß Anhang 2 der REB-VB 23.003, Ausgabe 2012. Er wird im Datentyp *Hierarchiestufe* zur Angabe der Trennzeichen und der zulässigen Zeichen verwendet. Im Datentyp *Zeichenmenge* können zum einen über die Schlüsseltablette *Zeichenkategorie* im Attribut „eingeschlossene\_Kategorie“ eine oder mehrere Kategorien von in der *Zeichenmenge* enthaltenen Zeichen angegeben werden (Großbuchstaben, Kleinbuchstaben, Ziffern, Sonderzeichen). Zum anderen können in der *Zeichenmenge* enthaltene Zeichen im Attribut „eingeschlossenes\_Zeichen“ einzeln aufgezählt werden. Über das Attribut „ausgeschlossenes\_Zeichen“ können ggf. einzelne, durch die Angabe einer Zeichenkategorie prinzipiell mit ausgewählte Zeichen aus der *Zeichenmenge* ausgeschlossen werden.

### 3 Schlüsseltabletteln

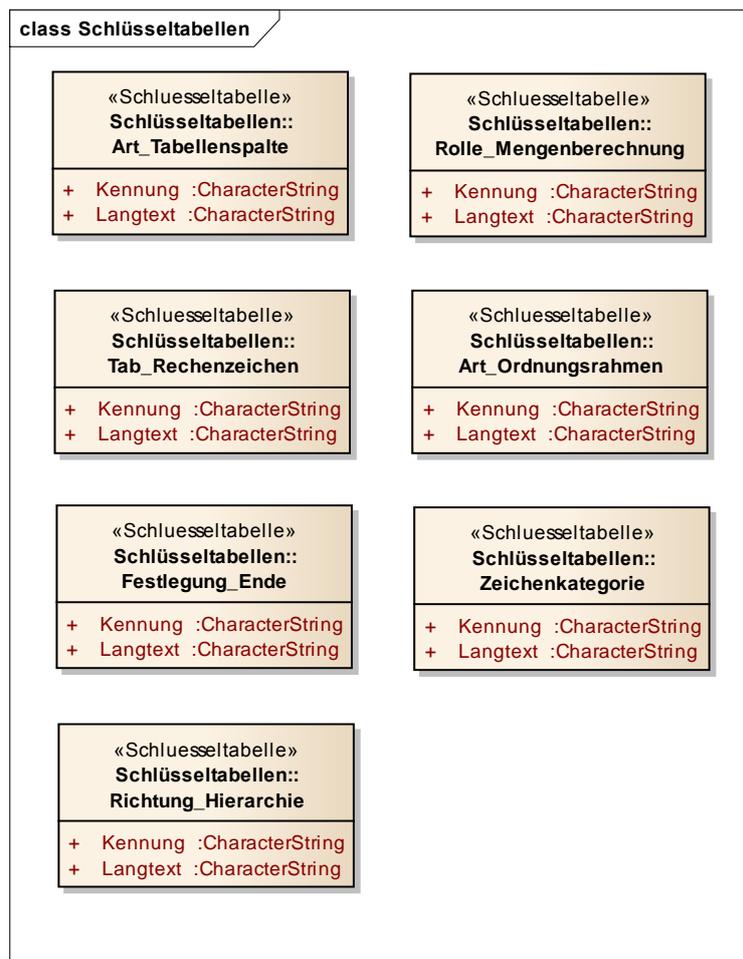


Abbildung 5: Schlüsseltabletteln

Die folgenden Schlüsseltabellen werden neu eingeführt:

**Art\_Tabellenspalte**

Diese Schlüsseltabelle dient zur Angabe der Art einer Tabellenspalte im Datentyp *Tabellenspalte*.

Wertekatalog:

"1", "Textspalte"

"2", "Zahlenwertspalte"

"3", "Berechnungsspalte"

**Rolle\_Mengenberechnung**

Diese Schlüsseltabelle dient zur Angabe einer an einer Mengenberechnung teilnehmenden Seite (Auftraggeber, Auftragnehmer) im Datentyp *Bearbeitungs\_Mixin*.

Wertekatalog:

"AG", "Auftraggeber"

"AN", "Auftragnehmer"

**Tab\_Rechenzeichen**

Diese Schlüsseltabelle dient zur Angabe eines Rechenzeichens als Argument im Union-Datentyp *Argument*.

Wertekatalog:

"+", "Addition"

"-", "Subtraktion"

"\*", "Multiplikation"

"/", "Division"

**Art\_Ordnungsrahmen**

Diese Schlüsseltabelle dient zur Angabe der Art des ergänzenden Ordnungsrahmens in der Objektart *Ordnungsrahmen*.

Wertekatalog (ggf. mit Erläuterung in Klammern):

"1", "OZ GAEB 90"

"2", "GAEB OZ"

"3", "Alternative OZ"

"4", "Abrechnungsperiode"

"5", "Datum"

"6", "KBK" (Kostenberechnungskatalog nach AKS 85)

"7", "DIN 276"

"8", "PP" (Prozessphase)

"9", "Ort"

"10", "CAD ID"

"11", "BwNr" (Bauwerks-Nr. der ASB-ING)

"12", "SIBBW"

"13", "CPVNr"

"14", "DStNr" (Dienststellenummer)

"15", "NutsCode"

"16", "KT" (Kostenträger)

"17", "PB" (Projektbeteiligte)

"18", "DB AG KGK" (Kostengruppenkatalog der DB AG – 808.0210)

"19", "DB AG Kontierungsziele"

"20", "DB AG KE" (Kostenelemente der DB AG)

"21", "AP" (Arbeitspakete)

"22", "Zwischensumme"

"23", "STLKNr" (Nummer nach Standardleistungskatalog)

"24", "STLBNr" (Nummer nach Standardleistungsbuch)

"99", "Sonstige"

### **Festlegung\_Ende**

Diese Schlüsseltabelle dient zur Festlegung des Endes einer Hierarchiestufe im Datentyp *Hierarchiestufe*.

Wertekatalog:

"1", "feste Stellenzahl"

"2", "Trennzeichen"

"3", "keine"

### **Zeichenkategorie**

Diese Schlüsseltabelle dient zur Angabe der in einer Zeichenmenge enthaltenen Kategorien von Zeichen im Datentyp *Zeichenmenge*.

Wertekatalog:

"1", "Großbuchstaben"

"2", "Kleinbuchstaben"

"3", "Ziffern"

"4", "Sonderzeichen"

### **Richtung\_Hierarchie**

Diese Schlüsseltabelle dient zur Angabe der Richtung der Hierarchie eines ergänzenden Ordnungsrahmens in der Objektart *Ordnungsrahmen*.

Wertekatalog:

"1", "von links nach rechts absteigend"

"2", "von links nach rechts aufsteigend"

## Anhang 2 - Festlegung von Zeichenmengen für ergänzende Ordnungsrahmen

Die Definition der Gruppe der Trennzeichen bzw. der zulässigen Zeichen innerhalb einer Hierarchiestufe eines ergänzenden Ordnungsrahmens kann über die Nennung der Kategorien

- „Großbuchstaben“,
- „Kleinbuchstaben“,
- "Ziffern" und
- „Sonderzeichen“

sowie

die Aufzählung von einzelnen Zeichen erfolgen, wobei mehrere Kategorien angegeben und ggf. mit weiteren einzelnen Zeichen kombiniert werden können.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, einzelne Zeichen auszuschließen, beispielsweise in der Form „alle Ziffern außer 0 und 1 beenden die aktuelle Hierarchiestufe“.

Die o.g. Kategorien umfassen jeweils die folgenden Zeichen:

- Großbuchstaben: Die Buchstaben A-Z sowie die Umlaute Ä, Ö, Ü
- Kleinbuchstaben: Die Buchstaben a-z, ß sowie die Umlaute ä, ö, ü
- Ziffern: Die Ziffern von 0-9
- Sonderzeichen: Leerzeichen, Bindestrich (-), Unterstrich (\_), Punkt (.), Doppelpunkt (:), Backslash (\) und Slash (/)

Als Zeichenvorrat für die Hierarchiestufen eines ergänzenden Ordnungsrahmens stehen nur die Zeichen der o.g. Kategorien zur Verfügung, d.h. darin nicht auftretende Zeichen dürfen in den Ordnungsbegriffen eines ergänzenden Ordnungsrahmens nicht verwendet werden.

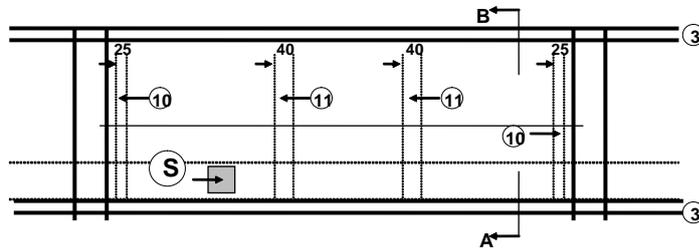
## **Anhang 3 - Beispiele**

Nachfolgende Beispiele gelten *nicht* als Formvorschriften für die Erfassung und Darstellung von Eingabedaten und Ergebnissen.

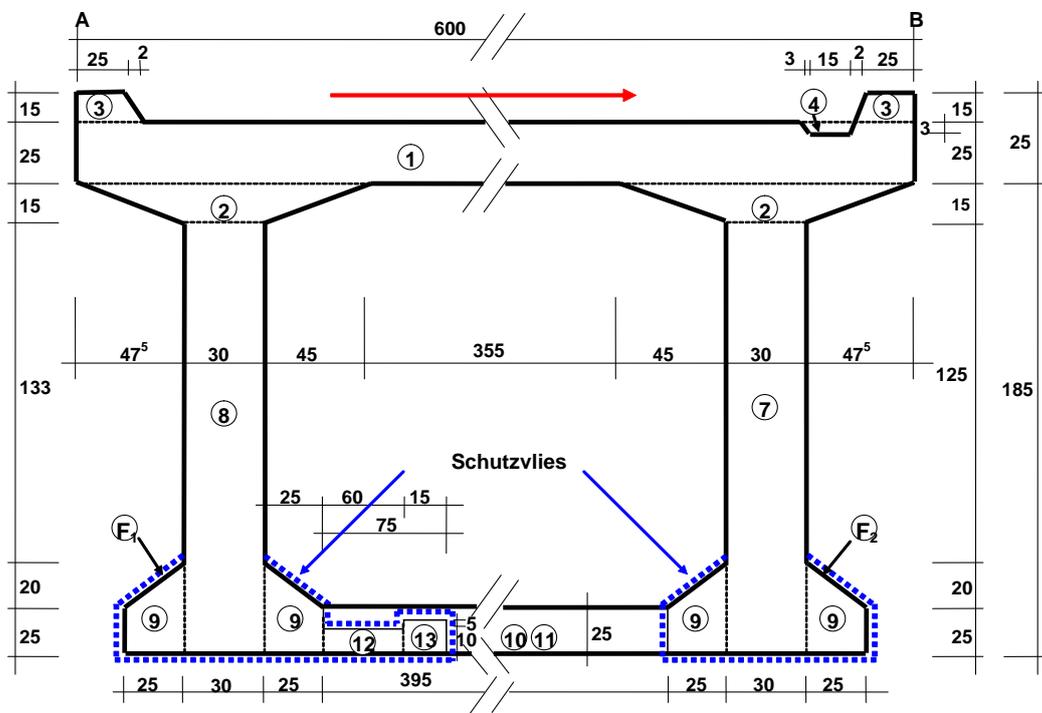
**Beispiel 1 - Bildung von Ansätzen**

Dieses Beispiel verdeutlicht die Bildung von Ansätzen anhand einer Mengenermittlung für einen Brückenüberbau.

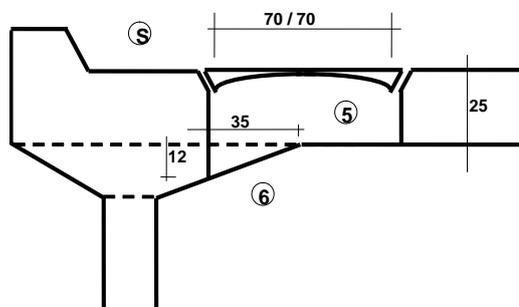
Draufsicht:



Querprofil:



Detail:



Die folgende Tabelle zeigt die zugehörigen Mengenansätze. Es handelt sich hierbei um eine **rein beispielhafte Darstellung** und **nicht** um ein Muster dafür, wie die Daten in einer Programmoberfläche oder einem Berechnungsprotokoll zu präsentieren sind. Auf die Angabe der zum kontinuierlichen Datenaustausch gehörenden Stempel und Kennzeichen wird hier aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet. Die verwendeten Formelkataloge und Ordnungsrahmen sind lediglich zu Übersichtszwecken nummeriert. Verwendete Formeln können im Formelkatalog Straßenbau 2012 nachvollzogen werden.

BEISPIEL REB-VB 23.003 Ausgabe 2012  
BRÜCKE TYP A

Formelkataloge:

1	23.003	2012
2	Formelkatalog Straßenbau	2012

ergänzende Ordnungsrahmen:

1	OZ
---	----

Blatt 742 FAHRBAHNPLATTE							
Zeile	Beschreibung	Faktor	Status	Katalog	Formel	Argumente/Formeltext	Zuordnung 1
A0	FIGUR 1						
		1.000		2	4	6,000 0,250 22,720	0. 0.1181.0
B0	FIGUR 2						
		1.000	Hilfswert	2	0	0,450 + 0,300 + 0,475	0. 0.1181.0
C0	FIGUR 2						
		2.000		2	5	#742#B0 0,300 0,150 22,720	0. 0.1181.0
D0	FIGUR 3						
		1.000	Hilfswert	2	0	0,250 + 0,020	0. 0.1181.0
E0	FIGUR 3						
		2.000		2	5	#742#D0 0,250 0,150 22,720	0. 0.1181.0
F0	FIGUR 4						
		1.000	Hilfswert	2	0	0,150 + 0,030	0. 0.1181.0
G0	FIGUR 4						
		-1.000		2	5	#742#F0 0,150 0,030 22,720	0. 0.1181.0
H0	FIGUR 5						
		-1.000		2	4	0,700 0,700 0,250	0. 0.1181.0
I0	FIGUR 6						
		-1.000		2	1	0,350 0,120 0,700	0. 0.1181.0
Blatt 743 LÄNGSTRÄGER							
Zeile	Beschreibung	Faktor	Status	Katalog	Formel	Argumente/Formeltext	Zuordnung 1
A0	FIGUR 7						
		1.000		1	91	(1,85-0,15)*0,30*22,72	0. 0.1181.0
B0	FIGUR 8						
		1.000		1	91	(1,33+0,20+0,250)*0,30*22,72	0. 0.1181.0
C0	FIGUR 9						
		4.000		1	91	(0,25+0,25+0,20)/2*0,25*22,72	0. 0.1181.0

Blatt 744 TRAVERSESEN							
Zeile	Beschreibung	Faktor	Status	Katalog	Formel	Argumente/Formeltext	Zuordnung 1
A0	FIGUR 10						
		2.000		2	4	0,250 0,250 3,950	0. 0.1181.0
B0	FIGUR 11						
		2.000		1	91	0,40*0,25*3,95	0. 0.1181.0
Blatt 745 BEDIENUNGSSTEG							
Zeile	Beschreibung	Faktor	Status	Katalog	Formel	Argumente/Formeltext	Zuordnung 1
A0	FIGUR 12						
		1.000		2	4	0,100 0,600 22,720	0. 0.1181.0
B0	FIGUR 13						
		1.000	Hilfswert	2	0	0,100 + 0,050	0. 0.1181.0
C0	FIGUR 13						
		1.000		2	4	#745#B0 0,150 22,720	0. 0.1181.0
Blatt 746 SCHUTZVLIES (F 1 UND F 2)							
Zeile	Beschreibung	Faktor	Status	Katalog	Formel	Argumente/Formeltext	Zuordnung 1
A0	PYTHAG.						
		1.000	Hilfswert	1	91	$((0,25^{**2})+(0,20^{**2}))^{**0,5}$	0. 0.1184.0
B0	TRAEG+ST						
		2.000		1	91	$(\#746\#A0+(0,25-0,10)+0,60+0,05+0,15+0,15+0,75+0,25+0,30+0,25+0,25+\#746\#A0)*22,72$	0. 0.1184.0
C0	TRAEGER						
		2.000		1	91	$(\#746\#A0+0,25+0,25+0,30+0,25+0,25+\#746\#A0)*22,72$	0. 0.1184.0
Blatt 747 BAUWERKSHINTERFÜLLUNG - WIDERLAGER A							
Zeile	Beschreibung	Faktor	Status	Katalog	Formel	Argumente/Formeltext	Zuordnung 1
A0	SCHÄTZMENGE: 5. ABSCHLAG VOM 31.01.2010						
		1.000	Schätz- wert	1	91	1000	0. 0.2204.0

### Beispiel 2 - Tabellen

Konstanten	Bezeichnung	Wert
	DickeOberbau	0,600
	Bettung	0,100

Spaltennummer	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12
Beschreibung	Haltung	Haltungslänge	Deckel 1	Sohle 1	Schachttiefe 1	Grabentiefe 1	Deckel 2	Sohle 2	Schachttiefe 2	Grabentiefe 2	Grabenbreite	Aushub
Maßeinheit		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m3
Rechenvorschrift					#3 - #4	#5 + \$Bettung - \$DickeOberbau			#7 - #8	#9 + \$Bettung - \$DickeOberbau		(#6+#10)/2*#2*#11
Summenbildung		ja										Ja
	S0 bis S1	40,000	75,320	72,830	2,490	1,990	75,500	72,990	2,510	2,010	1,200	96,000
	S1 bis S2	27,000	75,500	72,990	2,510	3,010	75,700	73,100	2,600	2,100	1,200	82,782
	S2 bis S3	26,500	75,700	73,100	2,600	2,100	75,810	73,200	2,610	2,110	1,400	78,096
Summen		93,500										258,878

Erläuterungen:

	= Textspalte
	= berechnete Werte
	= Zahlenwertspalten

**Beispiel 3 - Hierarchien für Ergänzende Ordnungsrahmen/Zuordnungssummenreferenzen**

## Beispiel 3.1

Die Ordnungsbegriffe eines ergänzenden Ordnungsrahmens "Raumnummer" bestehen aus folgenden drei Hierarchiestufen:

## 1. Stufe:

Name: "Gebäude"

Festlegung des Endes: Markierung durch Trennzeichen

Trennzeichen: "/"

## 2. Stufe:

Name: "Etage"

Festlegung des Endes: feste Stellenzahl

Anzahl Stellen: 2

## 3. Stufe:

Name: "Raum"

Festlegung des Endes: keine (niedrigste Stufe, daher keine Festlegung erforderlich)

Mit diesen Festlegungen kann z.B. der Ordnungsbegriff "27A/0311" in folgende Hierarchiestufen zerlegt werden:

Gebäude: 27A

Etage: 03

Raum: 11

Mit der Zuordnungssummenreferenz

*%Raumnummer[27A/03]*

kann die Summe sämtlicher Mengenansätze referenziert werden, die eine Zuordnung zu einem Ordnungsbegriff besitzen, der mit "27A/03" beginnt, d. h. die sich auf die 3. Etage des Gebäudes 27A beziehen.

## Beispiel 3.2

Bei einem in aufsteigender Reihenfolge definierten Ordnungsrahmen ändert sich das Verfahren nur insofern, als die ersten  $n$  Hierarchiestufen nicht am Anfang, sondern am Ende der Ordnungsbegriffe erscheinen.

Es wird somit eine Summe derjenigen Mengenansätze referenziert, die eine Zuordnung zu einem Ordnungsbegriff besitzen, der mit der in der Referenz angegebenen Vorgabe endet.

Dies soll nun anhand des Ordnungsrahmens "Raumnummer2" gezeigt werden, der in Analogie zum o.g. Ordnungsrahmen "Raumnummer" in aufsteigender Reihenfolge definiert wird:

1. Stufe:

Name: "Gebäude"

Festlegung des Anfangs: Markierung durch Trennzeichen

Trennzeichen: "/"

2. Stufe:

Name: "Etage"

Festlegung des Anfangs: feste Stellenzahl

Anzahl Stellen: 2

3. Stufe:

Name: "Raum"

Festlegung des Anfangs: keine (niedrigste Stufe, daher keine Festlegung erforderlich)

Der Ordnungsbegriff zum Raum 11 in der 3. Etage des Gebäudes 27A würde damit im Ordnungsrahmen "Raumnummer2" folgendermaßen lauten:

*1103/27A*

Die Zuordnungssummenreferenz auf alle Ansätze, die einen Bezug zur 3. Etage des Gebäudes 27A besitzen, würde damit wie folgt aussehen:

*%Raumnummer2[03/27A]*

Beispiel 3.3

*%(Raumnummer[27A/03] & Position[1.2.3456.1])*

Diese Zuordnungssummenreferenz referenziert die Summe aller Mengenansätze, die eine Zuordnung zur Raumnummer "27A/03" UND zur Position "1.2.3456.1" besitzen.

Beispiel 3.4

*&(Raumnummer[27A/] & (!Raumnummer[27A/03]) & Position[1.2.3456])*

Diese Zuordnungssummenreferenz referenziert die Summe aller Mengenansätze, die eine Zuordnung zur Raumnummer 27A (Gebäude 27A), jedoch nicht dessen 3. Etage, UND zur Position "1.2.3456" (einschließlich ihrer Unterpositionen (Indizes)) besitzen.

---

## Anhang 4 - Erläuterungen

### Zu Abschnitt 3.3 - Summenbildung

Neben den ergänzenden Ordnungsrahmen kann auch der zentrale Ordnungsrahmen für eine Summenbildung verwendet werden. Da im zentralen Ordnungsrahmen jeder Mengenansatz einem anderen Ordnungsbegriff zugeordnet wird und somit in diesem Fall für jeden Mengenansatz eine eigene Summe entsteht, ist seine Verwendung jedoch nicht unbedingt sinnvoll.

### Zu Abschnitt 4 - Kontinuierlicher Datenaustausch

Der im Abschnitt 4 beschriebene Datenaustausch zwischen Auftragnehmer (AN) und Auftraggeber (AG) wird wie folgt charakterisiert:

1. Im Standardfall erfasst der AN die Elemente der Mengenermittlung (Mengenansätze, Konstanten, Tabellen) und der AG akzeptiert die Elemente, die seiner Meinung nach in Ordnung sind. Erst durch diese Akzeptanz erlangt ein Element volle Gültigkeit.
2. Falls der AG (oder auch der AN) eine andere Meinung zu einem Element der Mengenermittlung hat, kann er es ablehnen oder ändern. Eine Änderung muss von der Gegenseite akzeptiert werden, um volle Gültigkeit zu erlangen. Wird ein Element abgelehnt, kann jede der beiden Seiten eine neue Version des Elementes erfassen.
3. AN und AG verwalten die Daten jeweils in einem eigenen System. Zur Synchronisierung können sie den aktuellen Stand ihrer Daten (oder einen Teil davon) an die Gegenseite liefern.
4. AN und AG können parallel an den Daten arbeiten. Sie sind nicht gezwungen, nach einer Lieferung an die Gegenseite mit der weiteren Bearbeitung bis zur Antwort der Gegenseite zu warten.
5. Ziel des Verfahrens ist, dass der aktuelle Stand der Daten beim AN und beim AG irgendwann identisch ist und alle Elemente von der jeweiligen Gegenseite akzeptiert sind.

Zur Realisierung eines solchen Datenaustauschs wird Folgendes notwendig:

1. **Versionierung:** Die Daten zu einer Berechnung werden in den beiden beteiligten Systemen getrennt voneinander versioniert.  
Eine Versionierung erfolgt im jeweiligen System dann, wenn eine Änderung an den Daten vorgenommen wird.  
Dabei ist es unerheblich, ob die Änderung in manueller Form durch den Anwender oder durch den Import von Daten der Gegenseite erfolgt (→Synchronisierung).  
Die technische Umsetzung der Versionierung bleibt prinzipiell den Systemen überlassen. Sie hat allerdings so zu erfolgen, dass Stände der Berechnung gekennzeichnet und Differenzen zwischen gekennzeichneten Ständen bzw. zwischen einem gekennzeichneten und dem aktuellen Stand dargestellt werden können.  
„Kennzeichnung“ bedeutet hier, dass ein System den aktuellen Stand der Berechnung zu einem bestimmten Zeitpunkt speichert.  
Es sollte für einen Anwender möglich sein, selbst eine Kennzeichnung eines Standes vorzunehmen.  
Im Zusammenhang mit der →Synchronisierung werden Kennzeichnungen von Ständen darüber hinaus automatisch vorgenommen.  
Ebenfalls sehr sinnvoll erscheint die Möglichkeit, den aktuellen Datenbestand in einem System auf einen früheren (gekennzeichneten) Stand zurückzusetzen; damit könnte z. B. das irrtümliche Importieren unpassender bzw. nicht aktueller Daten im Rahmen der →Synchronisierung rückgängig gemacht werden.

Im Zusammenhang mit der Versionierung muss zwischen *technischen Versionen* und *fachlichen Versionen* unterschieden werden:

Technische Versionen sind Versionen von Elementen, die intern in einem System erzeugt werden, um Änderungen an dem jeweiligen Element zu dokumentieren.

Fachliche Versionen sind hingegen diejenigen Versionen, die dem Anwender als Versionen des Elementes präsentiert werden.

Diese Begriffe sind nicht immer deckungsgleich, wie sich am Beispiel des →Prüfstempels verdeutlichen lässt:

Das Setzen oder Entfernen eines Prüfstempels kann sehr wohl zu einer neuen technischen Version des betroffenen Elementes führen, wenn diese Änderung im Rahmen der Versionierung dokumentiert werden soll.

Die fachliche Version des Elementes ändert sich durch das Setzen oder Entfernen eines Prüfstempels hingegen nicht (es ist inhaltlich immer noch dieselbe Version, nur trägt sie nun eben zusätzlich den Prüfstempel der Gegenseite bzw. trägt ihn nicht mehr).

Aus diesem Grund führt das Setzen oder Entfernen eines Prüfstempels auch nicht zu einem neuen →Erfassungstempel, was selbst dann gilt, wenn durch diese Änderung eine neue technische Version entsteht.

Wenn im Folgenden von „Versionen“ gesprochen wird, sind immer fachliche Versionen gemeint, sofern nichts anderes angegeben ist.

Die interne Arbeitsweise der Systeme – und darunter fällt auch die Frage, inwieweit sie technische Versionen erzeugen – muss hier nicht weiter festgelegt werden. Wichtig ist nur, dass die Systeme in der Lage sein müssen, die fachlichen Versionen für den aktuellen sowie die gekennzeichneten Stände bereitzustellen.

2. **Erfassungstempel:** Jede Version eines Elementes der Berechnung (d.h. eines Mengenansatzes, einer Tabelle oder einer Konstanten, sofern diese nicht in einer Tabelle definiert ist) erhält einen Erfassungstempel (EST).  
Anhand des EST kann festgestellt werden, ob die betreffende Version von der AN- oder der AG-Seite erfasst worden ist.  
Der EST wird vom System, mit dem die Version erzeugt wird, automatisch gesetzt und kann von den Anwendern nicht verändert werden (bzw. nur dadurch, dass sie eine neue Version des Elementes erzeugen).  
Durch das Setzen oder Entfernen eines →Prüfstempels ändert sich der EST nicht (→Versionierung).
3. **Prüfstempel:** Zur Darstellung der Akzeptanz oder der Ablehnung der Version eines Elementes durch die Gegenseite dient der Prüfstempel (PST).  
Eine von der einen Seite erfasste Version muss einen zustimmenden PST der Gegenseite erhalten, um volle Gültigkeit zu erlangen.  
Es wird davon ausgegangen, dass der jeweilige Erfasser eine von ihm selbst erfasste Version für richtig hält; daher muss er die Version nicht mehr mit seinem eigenen PST bestätigen.  
Die Gegenseite kann einen von ihr vergebenen PST wieder entfernen, wenn sie ihre Meinung zur betreffenden Version ändert.  
Ändert der Erfasser selbst seine Meinung über eine von ihm erfasste Version, kann er eine neue Version des Elementes erfassen; diese besitzt dann zunächst keinen PST der Gegenseite mehr.
4. **Löschkennzeichen:** Ein Element der Berechnung (d.h. ein Mengenansatz, eine Tabelle oder eine global oder an einem Blatt definierte Konstante) wird im aktuellen Bestand gelöscht, indem eine Version erzeugt wird, die ein Löschkennzeichen (LKZ) enthält.

Auch die Löschung eines Elementes muss von der Gegenseite durch einen PST akzeptiert werden bzw. kann durch die Erzeugung einer neuen Version wieder rückgängig gemacht werden.

Blätter und Zeilen können auf diese Weise nicht gelöscht werden. Die einzige Möglichkeit, ein Blatt bzw. eine Zeile zu löschen, besteht in der Rücksetzung auf einen Stand, in dem es das jeweilige Blatt bzw. die Zeile noch nicht gab.

Blätter und Zeilen können jedoch geleert werden, indem alle enthaltenen Elemente mit LKZ versehen und ihre Attributinhalt (Beschreibung, Bildreferenzen) gelöscht werden.

Die verwendeten Systeme könnten eine Option erhalten, mit der leere Blätter und Zeilen auf Wunsch ausgeblendet werden können.

5. **Synchronisierung:** Zur Synchronisierung der Datenbestände liefert eine Seite ihren aktuellen Stand (oder einen Teil davon) an die Gegenseite.

Diese übernimmt ihn *vollständig*.

Außerdem werden die Stände der Berechnung im sendenden System vor, im empfangenden System vor und nach dem Import automatisch gekennzeichnet.

Der Empfänger der Daten kann nach der Datenübernahme durch einen Vergleich seines aktuellen Standes mit dem Stand vor dem Import kontrollieren, was ihm geliefert worden ist.

Insbesondere muss er diejenigen Versionen in seinem aktuellen Stand bearbeiten, die von der Gegenseite erfasst und noch nicht mit seinem eigenen PST versehen sind. Dies kann folgendermaßen geschehen: Er kann

- a. Versionen, die er für richtig hält, mit einem zustimmenden PST versehen,
- b. Versionen, die er für falsch hält, mit einem ablehnenden PST versehen,
- c. Versionen, die er für falsch hält, korrigieren (die dadurch entstehenden Versionen besitzen dann natürlich noch nicht den PST der Gegenseite),
- d. Zunächst einmal gar nichts machen. Der fehlende PST zeigt ihm an, dass er sich irgendwann einmal mit den entsprechenden Versionen beschäftigen muss.

6. **Mengenberechnungen:** Mengenberechnungen können von den Systemen für den aktuellen Stand sowie die gekennzeichneten Stände durchgeführt werden.

Sofern im verwendeten Stand Versionen von Elementen vorhanden sind, die noch keinen bzw. einen ablehnenden PST besitzen, erscheinen entsprechende Warnungen, denn dann hat mindestens eine Seite nicht alle von der Gegenseite erfassten Versionen akzeptiert bzw. sogar abgelehnt. Die Systeme können darüber hinaus Filter anbieten, mit denen Versionen ohne bzw. mit ablehnenden PST von der Berechnung ausgeschlossen werden können.

Was bei einem solchen Ausschluss genau passiert (insbesondere dann, wenn eine vorgeschlagene Löschung abgelehnt worden ist), ist Sache der Systeme.

7. **Kommentare:** Es muss die Möglichkeit geben, beim Datenaustausch zur Erläuterung Kommentare (Anmerkungen) an einzelne Elemente der Mengenberechnung anzuhängen.

In einem solchen Kommentar kann z. B. eine Prüfentscheidung erläutert oder eine gewünschte Änderung beschrieben werden.

Ein solcher Kommentar muss im empfangenden System an die jeweilige Version des Elementes gebunden werden und so lange (ggf. auch in einem älteren Stand) sichtbar sein, bis der Kommentar vom Anwender gelöscht wird.

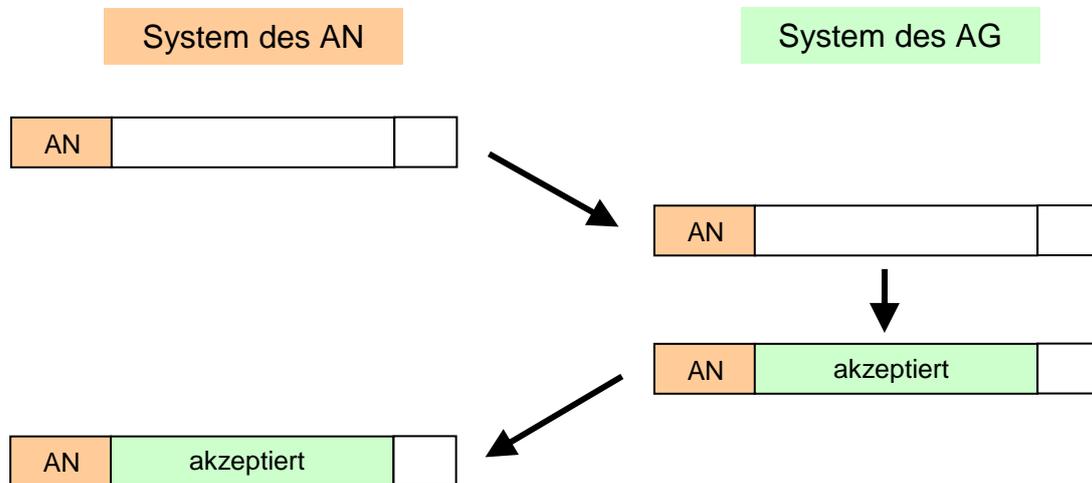
Kommentare müssen beim Datenimport stets übernommen werden, auch dann, wenn die Version selbst nicht übernommen wird, weil sie bereits aktuell ist.

---

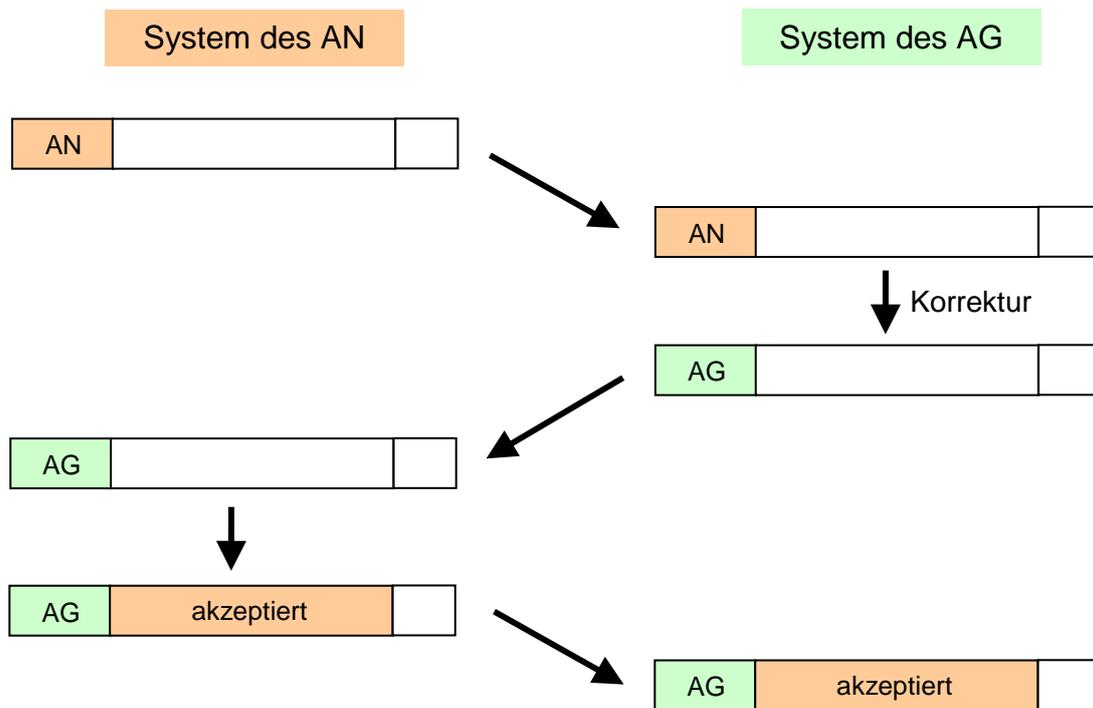
### Beispiele für Fälle des kontinuierlichen Datenaustausches

Nachfolgend werden einige typische Fälle gezeigt, die beim kontinuierlichen Datenaustausch auftreten können. In den Grafiken ist jeweils dargestellt, mit welchen Stempeln/Kennzeichen ein Element der Mengenberechnung im System des AN bzw. im System des AG vorliegt. Im linken Feld eines Elementes wird der Erfassungstempel angegeben (AN bzw. AG), in der Mitte der Prüfstempel (akzeptiert bzw. abgelehnt) und im rechten Feld das Löschkennzeichen (L bzw. leer).

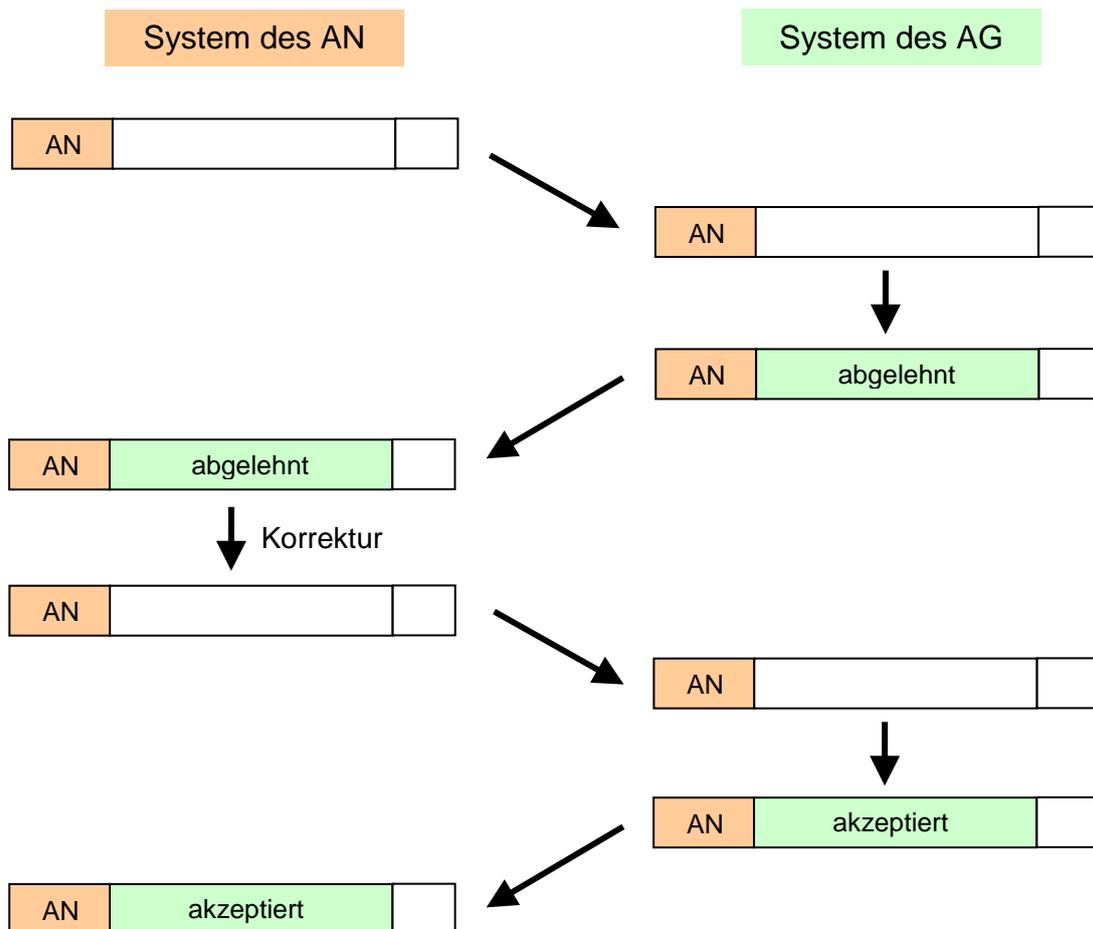
a) Im einfachsten Fall erfasst der AN in seinem System ein Element der Mengenberechnung und liefert es im Rahmen einer Synchronisierung an den AG. Dieser akzeptiert das Element mit seinem Prüfstempel und liefert es dann an den AN zurück. Das Element liegt nun in beiden Systemen in akzeptierter Form vor.



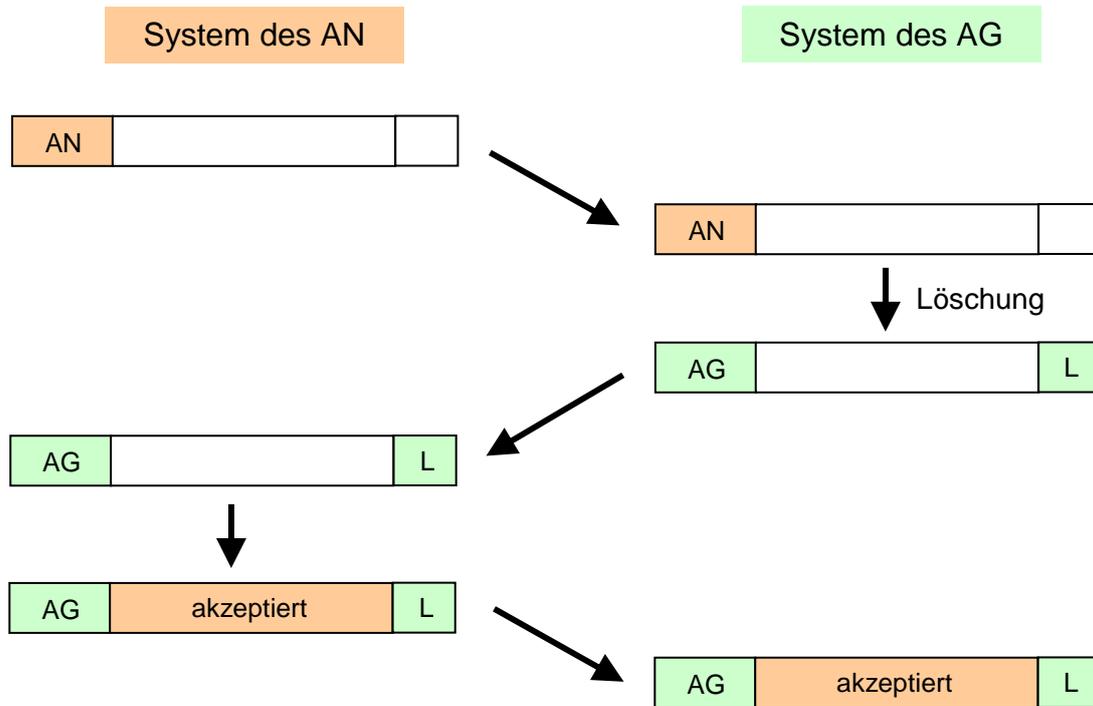
b) Dieser Fall beginnt wie der Fall a) damit, dass der AN ein Element erfasst und an den AG liefert. Dieser ist jedoch mit dem Element nicht einverstanden und nimmt eine inhaltliche Korrektur vor. Dadurch entsteht eine neue Version des Elementes mit dem Erfassungsstempel des AG. Der AG liefert das Element an den AN zurück, dieser akzeptiert die Korrektur und sendet das Element erneut an den AG.



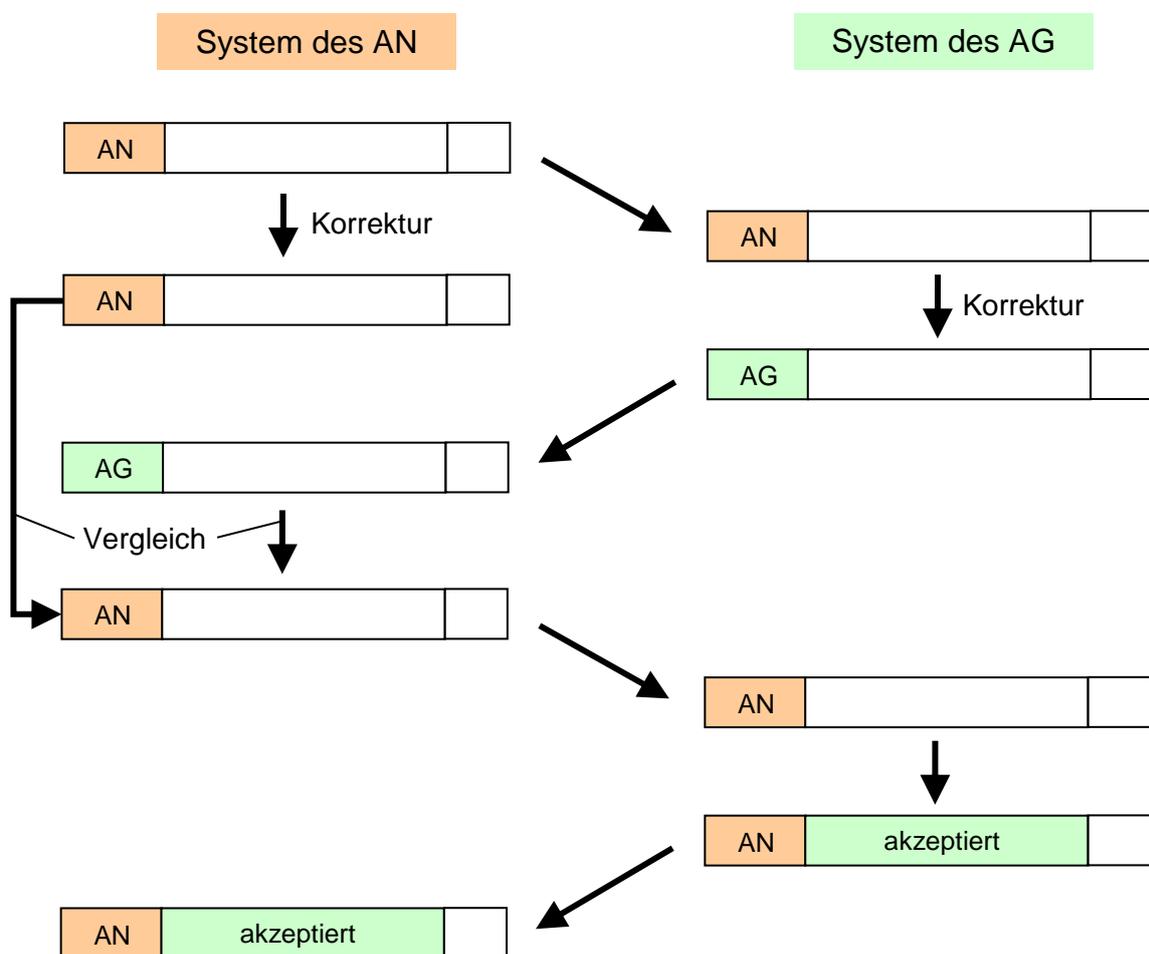
c) Wie dieser Fall zeigt, kann der AG eine inhaltliche Korrektur an einem Element auch dem AN überlassen, indem er es inhaltlich nicht ändert, sondern es lediglich mit einem ablehnenden Prüfstempel versieht. Führt der AN anschließend die Korrektur durch, entsteht dadurch eine neue Version des Elementes, die wiederum den Erfassungsstempel des AN, allerdings nicht mehr den Prüfstempel des AG trägt und daher von diesem erneut geprüft werden muss. Im hier gezeigten Beispiel akzeptiert der AG die neue Version des Elementes



d) In diesem Fall ist der AG der Meinung, dass ein vom AN erfasstes Element nicht benötigt wird und daher entfallen kann. Er setzt daher das Löschkennzeichen. Dadurch erzeugt er formal eine neue Version des Elementes, die vom AN nach erfolgter Synchronisierung akzeptiert und an den AG zurückgegeben wird.



e) In diesem Fall nehmen nach der Lieferung eines Elementes vom AN an den AG sowohl der AN als auch der AG parallel inhaltliche Korrekturen an dem Element vor, wodurch beide Seiten eine neue Version des Elementes erzeugen. Durch die folgende Datenlieferung vom AG zum AN wird die Version des AG zunächst zur aktuellen Version im System des AN. Dieser stellt durch einen Vergleich mit seinem vorherigen Stand fest, dass es bei diesem Element eine Änderung durch den AG gegeben hat, und kann nun entscheiden, wie er weiter vorgeht: Sofern er mit der Version des AG einverstanden ist, kann er sie mit seinem Prüfstempel akzeptieren. Er kann jedoch auf der Grundlage des Vergleichs auch eine neue Version erzeugen, wenn er mit der Version des AG nicht vollständig einverstanden ist. Im hier gezeigten Bild entscheidet er sich für die zweite Variante. Die dadurch entstehende Version wird anschließend wieder an den AG geliefert, von diesem akzeptiert und gelangt schließlich in akzeptierter Form zum AN zurück.



**Zu Abschnitt 3.4 - Schätzwerte**

Für den Datenaustausch wird eine Zeile der Mengenermittlung (d. h. der darin enthaltene Mengenansatz) bzw. eine in einer Tabelle enthaltene Zeile gekennzeichnet. Das zugehörige Kennzeichen „S“ wird beim Datenaustausch übergeben.

Die sich aus der Referenzierung ergebenden (vererbten) Kennzeichnungen als Schätzwert ermittelt die Software. Sie werden nicht beim Datenaustausch übergeben.

**Zu Abschnitt 4.3.2 - Summenbildung**

Folgende Tabelle zeigt, welche Kombinationen von Erfassungstempel, Prüfstempel und Löschkennzeichen an einem Element der Mengenberechnung auftreten können und gibt an, ob die betreffende Kombination bei den im o. g. Abschnitt definierten Filtern berücksichtigt wird (x = ja):

Erfassungstempel von	Löschkennzeichen	Prüfstempel (Gegenseite)	Standard-AN-Sicht	Standard-AG-Sicht	Globale Sicht
AN	nein	ohne	x	x	x
AN	nein	akzeptiert	x	x	x
AN	nein	abgelehnt	x		x
AN	ja	ohne			
AN	ja	akzeptiert			
AN	ja	abgelehnt		x	
AG	nein	ohne	x	x	x
AG	nein	akzeptiert	x	x	x
AG	nein	abgelehnt		x	x
AG	ja	ohne			
AG	ja	akzeptiert			
AG	ja	abgelehnt	x		

Wenn ein Element der Mengenberechnung von einem Filter nicht berücksichtigt wird, wird es in der Summenbildung so behandelt, als sei es nicht vorhanden.

Da durch das Anwenden von Filtern der Fall auftreten kann, dass Elemente von der Summenbildung ausgeschlossen werden, auf die in berücksichtigten Elementen Bezug genommen wird, kann eine Summenbildung unter Umständen nicht bzw. nicht vollständig durchgeführt werden. Das Softwaresystem muss in einem solchen Fall mit entsprechenden Fehlermeldungen reagieren. Generell sollte ein Softwaresystem jedoch versuchen, eine vom Anwender gewünschte Summenbildung so weit wie möglich vorzunehmen.

Der Fall, dass ein ergänzender Ordnungsrahmen für die Summenbildung verwendet wird, in dem nicht alle Mengenansätze des betrachteten Standes eine Zuordnung zu einem Ordnungsbegriff besitzen, ist grundsätzlich zulässig. Das verwendete Softwaresystem sollte allerdings auf einen solchen Sachverhalt hinweisen und eine Möglichkeit zur Auffindung derjenigen Mengenansätze bieten, die keine Zuordnung innerhalb eines bestimmten Ordnungsrahmens besitzen.

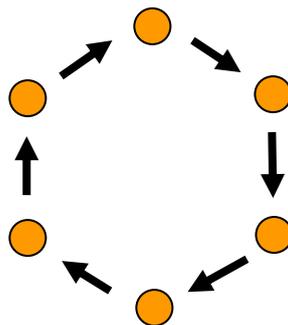
## Anhang 5 - Begriffsbestimmungen

**Mengen** Als Mengen im Sinne dieser VB sind die Zahlenwerte der Vordersätze von Positionen eines Leistungsverzeichnisses bzw. einer Kostenberechnung/-schätzung etc. zu verstehen. Die Mengenermittlung dient also ausschließlich der Berechnung von Mengen und nicht von Geldbeträgen. Somit besteht eine klare Abgrenzung zur Bauabrechnung.

**Ordnungsbegriff** Ein Ordnungsbegriff ist eine konkrete Zeichenkette, die Mengenansätzen innerhalb eines →Ordnungsrahmens zugeordnet werden kann. Beispiel: Eine konkrete Ordnungszahl (OZ) eines Leistungsverzeichnisses.

**Ordnungsrahmen** Ein Ordnungsrahmen besitzt einen Namen und enthält eine Reihe von →Ordnungsbegriffen, die den Mengenansätzen einer Berechnung zugeordnet werden können. Er kann zur Sortierung der Mengenansätze verwendet werden. Außerdem wird im Rahmen der Summenbildung über die Wahl des Ordnungsrahmens festgelegt, welche Summen ermittelt werden. Der zentrale Ordnungsrahmen muss immer existieren; seinen →Ordnungsbegriffen (Blattnummern und Zeilennamen) sind neben den Mengenansätzen auch die Tabellen zugeordnet. Da er zur Identifizierung und Referenzierung von Mengenansätzen und Tabellen dient, ist im zentralen Ordnungsrahmen jeder Mengenansatz und jede Tabelle einem anderen (und somit eindeutigen) →Ordnungsbegriff zugeordnet. Für Mengenansätze können darüber hinaus beliebig viele ergänzende Ordnungsrahmen definiert werden.

**Zirkelbezug** Bei einem Zirkelbezug ist in einer Menge von Objekten jedes Objekt vom nachfolgenden und das letzte wieder vom ersten abhängig. Im Rahmen dieser VB können Zirkelbezüge zwischen Mengenansätzen (durch die Verwendung von Ansatzreferenzen) oder Tabellenspalten (durch den Zugriff auf die Werte anderer Spalten in den Berechnungsvorschriften der Tabelle) entstehen. Treten sie auf, dann können die beteiligten Mengenansätze oder Tabellenspalten nicht berechnet werden. Daher sind derartige Zirkelbezüge nicht erlaubt.



## Anhang 6 - Beschreibung gültiger Ausdrücke für die FN 91

Nachfolgend wird der Aufbau gültiger Ausdrücke für die freie mathematische Schreibweise mit Hilfe einer Grammatik beschrieben. Als Notation wird die Erweiterte Backus-Naur-Form (EBNF) gemäß ISO 14977 verwendet.

Ausdruck	=	[Blank, "-"], Produkt, {"+"   "-"}, Produkt};
Produkt	=	Potenz, {"*"   "/"}, Potenz};
Potenz	=	Wert, {"**"}, Wert};
Wert	=	Blank, (Zahl   Referenz   Konstante   Funktion   ("(", Ausdruck, ")")), Blank;
Blank	=	{" "};
Zahl	=	Ganzzahl   Fließkommazahl;
Ganzzahl	=	"0"   NatürlicheZahl;
NatürlicheZahl	=	ZifferAußerNull, {Ziffer};
Ziffer	=	"0"   ZifferAußerNull;
ZifferAußerNull	=	"1"   "2"   "3"   "4"   "5"   "6"   "7"   "8"   "9";
Fließkommazahl	=	("0"   NatürlicheZahl), ",", Ziffer, {Ziffer};
Referenz	=	Blattsummenreferenz   Ansatzreferenz   Tabellenreferenz   Zuordsumreferenz;
Blattsummenreferenz	=	"#", NatürlicheZahl;
Ansatzreferenz	=	Blattsummenreferenz, "#", Name;
Tabellenreferenz	=	Ansatzreferenz, "[", Text, "]";
Zuordsumreferenz	=	"%", Filter;
Filter	=	Elementarfilter   ("(", Filterausdruck, ")");
Filterausdruck	=	[Blank, "!"], Filterterm, {" ", Filterterm};
Filterterm	=	Filterelement, {"&", Filterelement};
Filterelement	=	Blank, (Elementarfilter   ("(", Filterausdruck, ")")), Blank;
Elementarfilter	=	Name, "[", [Text], "]";
Name	=	Buchstabe, {Buchstabe   Ziffer};
Buchstabe	=	Großbuchstabe   Kleinbuchstabe;
Großbuchstabe	=	"A"   "B"   "C"   "D"   "E"   "F"   "G"   "H"   "I"   "J"   "K"   "L"   "M"   "N"   "O"   "P"   "Q"   "R"   "S"   "T"   "U"   "V"   "W"   "X"   "Y"   "Z"   "Ä"   "Ö"   "Ü";
Kleinbuchstabe	=	"a"   "b"   "c"   "d"   "e"   "f"   "g"   "h"   "i"   "j"   "k"   "l"   "m"   "n"   "o"   "p"   "q"   "r"   "s"   "t"   "u"   "v"   "w"   "x"   "y"   "z"   "ä"   "ö"   "ü"   "ß";
Text	=	Textzeichen, {Textzeichen};

Textzeichen	=	Buchstabe   Ziffer   Sonderzeichen;
Sonderzeichen	=	" "   "-"   "_"   "."   ":"   "\"   "/";
Konstante	=	"\$", Name;
Funktion	=	Funktionsname, Blank, "(", Ausdruck, ")";
Funktionsname	=	"sin"   "cos"   "tan"   "cot"   "asin"   "acos"   "atan"   "acot";

Folgende Bedingungen sind nicht in der Grammatik formuliert, weil sie nicht über syntaktische Festlegungen beschrieben bzw. erst zur Laufzeit überprüft werden können. Ihre Einhaltung muss daher von den verwendeten Systemen sichergestellt werden:

- Das Potenzieren mit der Zahl 1 ist nicht erlaubt.
- Wurzeln aus negativen Werten sind nicht zugelassen.
- Die Winkelargumente der Winkelfunktionen werden als Angaben in Neugrad interpretiert.
- Die Arcusfunktionen berechnen das Ergebnis in Neugrad.
- Der Zugriff auf Koordinatenkonstanten ist nicht zulässig.
- Die Auswertungsreihenfolge entspricht den üblichen mathematischen Regeln, d. h. die Potenzierung hat Vorrang vor Punktrechnung und diese vor Strichrechnung. Durch Klammersetzung kann die Auswertungsreihenfolge gesteuert werden. Ohne Klammern erfolgt die Auswertung eines Ausdrucks bei gleicher Präzedenz der verwendeten Operatoren von links nach rechts.

**Sammlung der Regelungen für die elektronische Bauabrechnung  
(Sammlung REB)**

**REB-Verfahrensbeschreibung 23.003  
Allgemeine Mengenerrechnung**

**Ausgabe 2012**

**Formelkatalog Straßenbau**

## Verzeichnis der Formeln

Formelnummer (FN)	Bezeichnung
0	Schreibweise mit Rechenzeichen
1	Dreieck/Prisma (über Seite und Höhe)
2	Dreieck/Prisma (über zwei Seiten und Innenwinkel)
3	Dreieck/Prisma (über drei Seiten)
4	Rechteck/Quader
5	Trapez/Trapezprisma - Menge zwischen zwei Flächen
6	Kreisbogen/Zylindermantel
7	Kreissector/Zylindersector
8	Kreisringsector/Hohlzylindersector
9	Parabelsegment/Parabelsegmentkörper
10	Tangenteneck/Tangenteneckkörper
11	Kegelstumpfssectormantel
12	Kegelstumpfssector
13	Prisma
14	Dreieckspyramidenstumpf
15	Rechteckpyramidenstumpf
20	Pythagoras (Seiten im rechtwinkligen Dreieck)
21	Geraden aus Koordinaten (Polygon, Abwicklungslängen)
22	Unregelmäßiges Vieleck aus Koordinaten (Gaußsche Flächenformel)
23	Flächen- oder Mengenermittlung aus Querprofilen
24	Rampe ohne Kegelkonstruktion
25	Stationierte Trapezprofile I
26	Stationierte Trapezprofile II
27	Längenberechnung aus Horizontalstrecken
28	Längenberechnung aus Schrägstrecken
29	Längenberechnung aus Schrägstrecken mit Bögen
30	Wurzel
31	Arithmetisches Mittel
32	Quadratisches Mittel
50	Zeitraum in Kalendertagen aus zwei Datumsangaben
51	Zeitraum in Monaten aus zwei Datumsangaben
52	Zeitraum in Stunden aus zwei Datumsangaben und zwei zugehörigen Uhrzeiten
91	Freie mathematische Schreibweise

## Allgemeine Festlegungen

Bei einigen Formeln sind Rechenzeichen (RZ) in Form von Argumenten anzugeben. Die Angabe von Winkeln muss stets in *Neugrad* (Vollkreis = 400<sup>g</sup>) erfolgen.

Rechenwerte mit Vorzeichen sind nur bei den Formeln 21, 22, 23, 25, 26, 27 und 28 für die Stationierung und/oder für die Koordinaten zulässig, so dass keine Achsverschiebung erforderlich ist. Die Anzahl und die Reihenfolge der erforderlichen Werte sind genau einzuhalten.

Eine geometrische Fläche kann bei bestimmten Formeln durch Angabe einer Höhe H zum Rauminhalt verarbeitet werden. In diesem Falle wird die Höhe H nach den sonst erforderlichen Argumenten als letztes Argument angegeben. So können bei bestimmten Formeln zwei oder drei Argumente, oder auch drei oder vier Argumente, je nachdem, ob eine Fläche oder ein Rauminhalt zu bestimmen ist, angegeben werden.

Mit der Formel 21 werden Abwicklungslängen, jedoch nur für jeweils eine Aufgabe, z.B. für ein Profil, berechnet. Es können einzelne Teillängen durch ein „-“ (Minus-Zeichen) zwischen den entsprechenden Koordinaten voneinander getrennt werden.

Zu den Längen kann zusätzlich eine Dicke D (als letztes Argument) angegeben werden, um ein Volumen zu berechnen.

Bei den Formeln 0, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 30, 31 und 32 sind beliebig viele Rechenwerte zugelassen.

## Formel 0: Schreibweise mit Rechenzeichen

**Formelart:** Funktionsformel

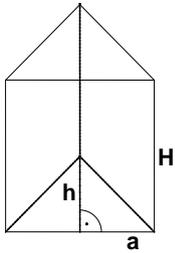
**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
$a_1$	Einzelwert	1. Wert des Rechenansatzes
RZ	Rechenzeichen (+, -, *, /)	Rechenzeichen zur Verknüpfung des vorhergehenden Wertes mit dem folgenden Wert (entfällt nach der Angabe des letzten Wertes)
(...)		Es können beliebig viele weitere Werte angegeben werden.

**Bedingungen:** Es können beliebig viele Werte angegeben werden. Innerhalb eines Rechenansatzes haben Multiplikation und Division Vorrang vor Addition und Subtraktion. Klammern und Brüche sind vorher aufzulösen.

## Formel 1: Dreieck/Prisma (über Seite und Höhe)

**Formelart:** Funktionsformel



a) Dreieck

$$\frac{a \cdot h}{2}$$

**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
a	Einzelwert	Länge der Seite a des Dreiecks
h	Einzelwert	Höhe des Dreiecks

**Ergebnis:** Fläche des Dreiecks

b) Prisma (Deckfläche = Grundfläche)

$$\frac{a \cdot h \cdot H}{2}$$

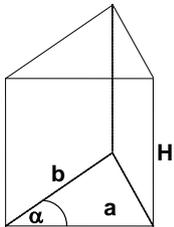
**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
a	Einzelwert	Länge der Seite a des Grundflächen-Dreiecks
h	Einzelwert	Höhe des Grundflächen-Dreiecks
H	Einzelwert	Höhe des Prismas

**Ergebnis:** Rauminhalt des Prismas

## Formel 2: Dreieck/Prisma (über zwei Seiten und Innenwinkel)

Formelart: Funktionsformel



a) Dreieck

$$\frac{a \cdot b \cdot \sin \alpha}{2}$$

Argumente:

Name	Typ	Bedeutung
a	Einzelwert	Länge der Seite a des Dreiecks
b	Einzelwert	Länge der Seite b des Dreiecks
$\alpha$	Einzelwert	Winkel zwischen den Seiten a und b des Dreiecks

Ergebnis: Fläche des Dreiecks

b) Prisma

$$\frac{a \cdot b \cdot \sin \alpha \cdot H}{2}$$

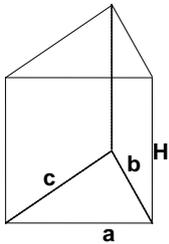
Argumente:

Name	Typ	Bedeutung
a	Einzelwert	Länge der Seite a des Grundflächen-Dreiecks
b	Einzelwert	Länge der Seite b des Grundflächen-Dreiecks
$\alpha$	Einzelwert	Winkel zwischen den Seiten a und b des Grundflächen-Dreiecks
H	Einzelwert	Höhe des Prismas

Ergebnis: Rauminhalt des Prismas

### Formel 3: Dreieck/Prisma (über drei Seiten)

**Formelart:** Funktionsformel



#### a) Dreieck

$$\sqrt{s \cdot (s - a) \cdot (s - b) \cdot (s - c)}$$

$$s = \frac{a + b + c}{2}$$

**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
a	Einzelwert	Länge der Seite a des Dreiecks
b	Einzelwert	Länge der Seite b des Dreiecks
c	Einzelwert	Länge der Seite c des Dreiecks

**Ergebnis:** Fläche des Dreiecks

#### b) Prisma

$$\sqrt{s \cdot (s - a) \cdot (s - b) \cdot (s - c)} \cdot H$$

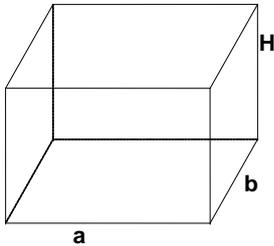
**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
a	Einzelwert	Länge der Seite a des Grundflächen-Dreiecks
b	Einzelwert	Länge der Seite b des Grundflächen-Dreiecks
c	Einzelwert	Länge der Seite c des Grundflächen-Dreiecks
H	Einzelwert	Höhe des Prismas

**Ergebnis:** Rauminhalt des Prismas

## Formel 4: Rechteck/Quader

**Formelart:** Funktionsformel



### a) Rechteck

$$a \cdot b$$

**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
a	Einzelwert	Länge der Seite a des Rechtecks
b	Einzelwert	Länge der Seite b des Rechtecks

**Ergebnis:** Fläche des Rechtecks

### b) Quader

$$a \cdot b \cdot H$$

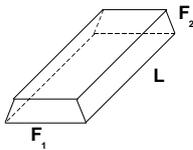
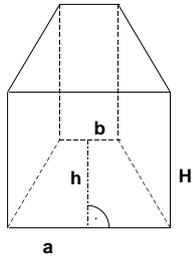
**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
a	Einzelwert	Länge der Seite a des Grundflächen-Rechtecks
b	Einzelwert	Länge der Seite b des Grundflächen-Rechtecks
H	Einzelwert	Höhe des Quaders

**Ergebnis:** Rauminhalt des Quaders

## Formel 5: Trapez/Trapezprisma - Menge zwischen zwei Flächen

**Formelart:** Funktionsformel



### a) Trapez

$$\frac{a+b}{2} \cdot h$$

**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
a	Einzelwert	Länge der Seite a des Trapezes
b	Einzelwert	Länge der Seite b des Trapezes
h	Einzelwert	Höhe des Trapezes

**Ergebnis:** Fläche des Trapezes

### b) Trapezprisma (Deckfläche = Grundfläche)

$$\frac{a+b}{2} \cdot h \cdot H$$

**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
a	Einzelwert	Länge der Seite a des Grundflächen-Trapezes
b	Einzelwert	Länge der Seite b des Grundflächen-Trapezes
h	Einzelwert	Höhe des Grundflächen-Trapezes
H	Einzelwert	Höhe des Trapezprismas

**Ergebnis:** Rauminhalt des Trapezprismas

c) Menge zwischen zwei Flächen

$$\frac{F_1 + F_2}{2} \cdot L$$

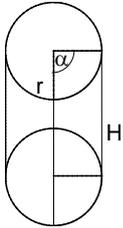
**Argumente:**

<b>Name</b>	<b>Typ</b>	<b>Bedeutung</b>
F <sub>1</sub>	Einzelwert	Flächeninhalt der 1. Fläche
F <sub>2</sub>	Einzelwert	Flächeninhalt der 2. Fläche
L	Einzelwert	Entfernung der Flächen/Stationsdifferenz

**Ergebnis:** Rauminhalt zwischen den beiden Flächen

## Formel 6: Kreisbogen/Zylindermantel

**Formelart:** Funktionsformel



a) Kreisbogen

$$\frac{r \cdot \alpha \cdot \pi}{200}$$

**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
r	Einzelwert	Radius des Kreisbogens
$\alpha$	Einzelwert	Mittelpunktswinkel

**Ergebnis:** Länge des Kreisbogens

b) Zylindermantel

$$\frac{r \cdot \alpha \cdot H \cdot \pi}{200}$$

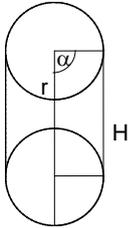
**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
r	Einzelwert	Radius des Zylinders
$\alpha$	Einzelwert	Mittelpunktswinkel
H	Einzelwert	Höhe des Zylinders

**Ergebnis:** Fläche des durch den Mittelpunktswinkel  $\alpha$  festgelegten Teils des Zylindermantels

## Formel 7: Kreissektor/Zylindersektor

**Formelart:** Funktionsformel



a) Kreissektor

$$\frac{r^2 \cdot \alpha \cdot \pi}{400}$$

**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
r	Einzelwert	Radius des Kreisbogens
$\alpha$	Einzelwert	Mittelpunktswinkel

**Ergebnis:** Fläche des Kreissektors

b) Zylindersektor

$$\frac{r^2 \cdot \alpha \cdot \pi \cdot H}{400}$$

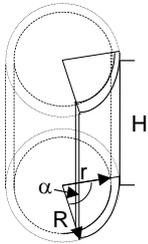
**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
r	Einzelwert	Radius des Zylinders
$\alpha$	Einzelwert	Mittelpunktswinkel
H	Einzelwert	Höhe des Zylinders

**Ergebnis:** Rauminhalt des Zylindersektors

## Formel 8: Kreisringsektor/Hohlzylindersektor

**Formelart:** Funktionsformel



a) Kreisringsektor

$$\frac{(R^2 - r^2) \cdot \alpha \cdot \pi}{400}$$

**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
R	Einzelwert	Radius des äußeren Kreisbogens
r	Einzelwert	Radius des inneren Kreisbogens
$\alpha$	Einzelwert	Mittelpunktswinkel

**Ergebnis:** Fläche des Kreisringsektors

b) Hohlzylindersektor

$$\frac{(R^2 - r^2) \cdot \alpha \cdot H \cdot \pi}{400}$$

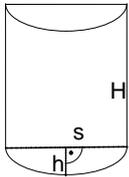
**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
R	Einzelwert	Radius des äußeren Zylinders
r	Einzelwert	Radius des inneren Zylinders
$\alpha$	Einzelwert	Mittelpunktswinkel
H	Einzelwert	Höhe des Zylinders

**Ergebnis:** Rauminhalt des Hohlzylindersektors

## Formel 9: Parabelsegment/Parabelsegmentkörper

**Formelart:** Funktionsformel



### a) Parabelsegment

$$\frac{s \cdot h \cdot 2}{3}$$

**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
s	Einzelwert	Länge der Parabelsehne
h	Einzelwert	Stichhöhe

**Ergebnis:** Fläche des Parabelsegments

### b) Parabelsegmentkörper

$$\frac{s \cdot h \cdot H \cdot 2}{3}$$

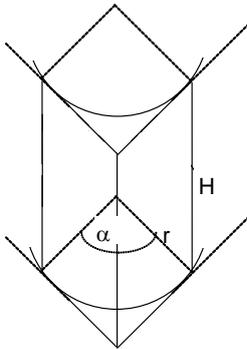
**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
s	Einzelwert	Länge der Parabelsehne in der Grundfläche
h	Einzelwert	Stichhöhe in der Grundfläche
H	Einzelwert	Höhe des Parabelsegmentkörpers

**Ergebnis:** Rauminhalt des Parabelsegmentkörpers

## Formel 10: Tangenteneck/Tangenteneckkörper

**Formelart:** Funktionsformel



a) Tangenteneck ( $\alpha < 200^\circ$ )

$$r^2 \left( \tan \frac{\alpha}{2} - \frac{\alpha \cdot \pi}{400} \right)$$

**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
r	Einzelwert	Ausradiusradius
$\alpha$	Einzelwert	Mittelpunktswinkel

**Ergebnis:** Fläche des Tangentenecks

b) Tangenteneckkörper

$$r^2 \left( \tan \frac{\alpha}{2} - \frac{\alpha \cdot \pi}{400} \right) \cdot H$$

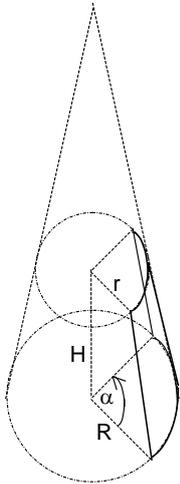
**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
r	Einzelwert	Ausradiusradius
$\alpha$	Einzelwert	Mittelpunktswinkel
H	Einzelwert	Höhe des Tangenteneckkörpers

**Ergebnis:** Rauminhalt des Tangenteneckkörpers

## Formel 11: Kegelstumpfsektormantel

**Formelart:** Funktionsformel



$$\frac{(R+r)\sqrt{(R-r)^2 + H^2} \cdot \alpha \cdot \pi}{400}$$

**Argumente:**

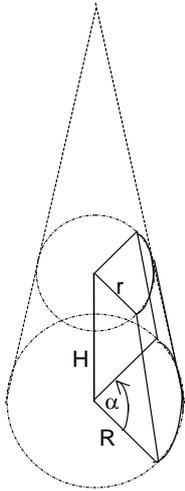
Name	Typ	Bedeutung
R	Einzelwert	Radius am unteren Ende des Kegelstumpfes
r	Einzelwert	Radius am oberen Ende des Kegelstumpfes
$\alpha$	Einzelwert	Mittelpunktswinkel
H	Einzelwert	Höhe des Kegelstumpfes

**Ergebnis:** Mantelfläche des Kegelstumpfsektors

**Anmerkung:** Mit  $r = 0$  wird die Mantelfläche eines Kegelsektors berechnet.

## Formel 12: Kegelstumpfssektor

**Formelart:** Funktionsformel



$$\frac{(R^2 + Rr + r^2) \cdot \alpha \cdot H \cdot \pi}{3 \cdot 400}$$

**Argumente:**

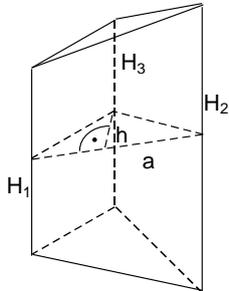
Name	Typ	Bedeutung
R	Einzelwert	Radius am unteren Ende des Kegelstumpfes
r	Einzelwert	Radius am oberen Ende des Kegelstumpfes
$\alpha$	Einzelwert	Mittelpunktswinkel
H	Einzelwert	Höhe des Kegelstumpfes

**Ergebnis:** Rauminhalt des Kegelstumpfssektors

**Anmerkung:** Mit  $r = 0$  wird der Rauminhalt eines Kegelsektors berechnet.

### Formel 13: Prisma

**Formelart:** Funktionsformel



$$\frac{a \cdot h \cdot (H_1 + H_2 + H_3)}{6}$$

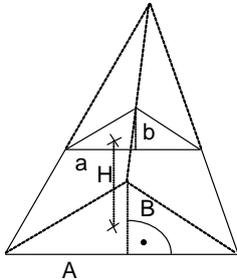
**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
a	Einzelwert	Seitenlänge des Prismas
h	Einzelwert	Auf die Seite a bezogene Höhe des Prismenquerschnitts
H <sub>1</sub>	Einzelwert	Höhe der 1. Prismenkante
H <sub>2</sub>	Einzelwert	Höhe der 2. Prismenkante
H <sub>3</sub>	Einzelwert	Höhe der 3. Prismenkante

**Ergebnis:** Rauminhalt des Prismas

## Formel 14: Dreieckspyramidenstumpf

**Formelart:** Funktionsformel



$$\frac{(2AB + 2ab + Ab + aB) \cdot H}{12}$$

**Argumente:**

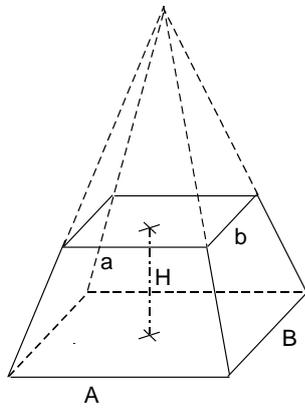
Name	Typ	Bedeutung
A	Einzelwert	Länge der Seite A im Grundflächendreieck
B	Einzelwert	Auf die Seite A bezogene Höhe des Grundflächendreiecks
H	Einzelwert	Höhe des Dreieckspyramidenstumpfes
a	Einzelwert	Länge der Seite a im Dreieck in der Höhe H
b	Einzelwert	Auf die Seite a bezogene Höhe des Dreiecks in der Höhe H

**Ergebnis:** Rauminhalt des Dreieckspyramidenstumpfes

**Anmerkung:** Mit  $a = b = 0$  wird der Rauminhalt einer Dreieckspyramide berechnet.

## Formel 15: Rechteckpyramidenstumpf

**Formelart:** Funktionsformel



$$\frac{(2AB + 2ab + Ab + aB) \cdot H}{6}$$

**Argumente:**

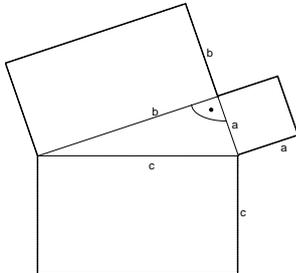
Name	Typ	Bedeutung
A	Einzelwert	Länge der Seite A im Grundflächen-Rechteck
B	Einzelwert	Länge der Seite B im Grundflächen-Rechteck
H	Einzelwert	Höhe des Rechteckpyramidenstumpfes
a	Einzelwert	Länge der Seite a im Rechteck in der Höhe H
b	Einzelwert	Länge der Seite b im Rechteck in der Höhe H

**Ergebnis:** Rauminhalt des Rechteckpyramidenstumpfes

**Anmerkung:** Mit  $a = b = 0$  wird der Rauminhalt einer Rechteckpyramide berechnet. Mit  $b = 0$  wird der Rauminhalt eines Keils berechnet.

## Formel 20: Pythagoras (Seiten im rechtwinkligen Dreieck)

**Formelart:** Funktionsformel



a) Hypotenuse c

$$\sqrt{a^2 + b^2} = c$$

Name	Typ	Bedeutung
a	Einzelwert	Länge der Kathete a
RZ	Rechenzeichen (+)	Rechenzeichen +
b	Einzelwert	Länge der Kathete b

**Ergebnis:** Länge der Hypotenuse c

b) Kathete b

$$\sqrt{c^2 - a^2} = b$$

Name	Typ	Bedeutung
c	Einzelwert	Länge der Hypotenuse c
RZ	Rechenzeichen (-)	Rechenzeichen -
a	Einzelwert	Länge der Kathete a

**Ergebnis:** Länge der Kathete b

c) Kathete a

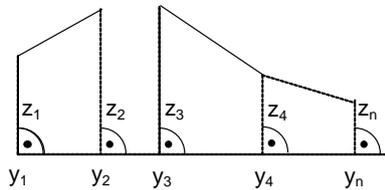
$$\sqrt{c^2 - b^2} = a$$

Name	Typ	Bedeutung
c	Einzelwert	Länge der Hypotenuse c
RZ	Rechenzeichen (-)	Rechenzeichen -
b	Einzelwert	Länge der Kathete b

**Ergebnis:** Länge der Kathete a

## Formel 21: Geraden aus Koordinaten (Polygon, Abwicklungslängen)

**Formelart:** Funktionsformel



$$\sum_{i=1}^{n-1} \sqrt{(y_{i+1} - y_i)^2 + (z_{i+1} - z_i)^2} \cdot (D)$$

n = unbegrenzt

**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
P <sub>1</sub>	Koordinate	Koordinaten 1. Punkt
P <sub>2</sub>	Koordinate	Koordinaten 2. Punkt
RZ	Rechenzeichen (-)	Unterbrechung (optional): Wenn zwischen zwei Punkten ein Minuszeichen angegeben wird, wird die Strecke zwischen diesen Punkten nicht berücksichtigt.
(...)		Es können beliebig viele weitere Punkte angegeben werden (ggf. auch mit Unterbrechungen).
P <sub>n-1</sub>	Koordinate	Koordinaten vorletzter Punkt
P <sub>n</sub>	Koordinate	Koordinaten letzter Punkt
D	Einzelwert	Dicke (optional): Wenn nach dem letzten Punkt noch eine Dicke angegeben wird, wird die ermittelte Abwicklungslänge mit der angegebenen Dicke multipliziert.

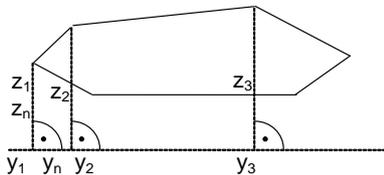
**Ergebnis:** Summe der Streckenlängen zwischen den Punkten (falls D nicht angegeben wird) oder Summe der Flächen unter den Strecken mit der Dicke D (falls D angegeben wird).

**Bedingung:** Es müssen mindestens zwei Punkte angegeben werden.

**Anmerkung:** Die Berechnung erfolgt nur mit y- und z-Koordinaten (siehe Formel); x-Koordinaten werden nicht berücksichtigt.

**Formel 22:** Unregelmäßiges Vieleck aus Koordinaten (Gaußsche Flächenformel)

**Formelart:** Funktionsformel



$$\frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n-1} (y_i + y_{i+1}) \cdot (z_i - z_{i+1}) \cdot (D)$$

n = unbegrenzt

**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
P <sub>1</sub>	Koordinate	Koordinaten 1. Punkt
P <sub>2</sub>	Koordinate	Koordinaten 2. Punkt
(...)		Es können beliebig viele weitere Punkte angegeben werden.
P <sub>n-1</sub>	Koordinate	Koordinaten vorletzter Punkt
P <sub>n</sub>	Koordinate	Koordinaten letzter Punkt (= P <sub>1</sub> )
D	Einzelwert	Dicke (optional): Wenn nach dem letzten Punkt noch eine Dicke angegeben wird, wird die ermittelte Fläche mit der angegebenen Dicke multipliziert.

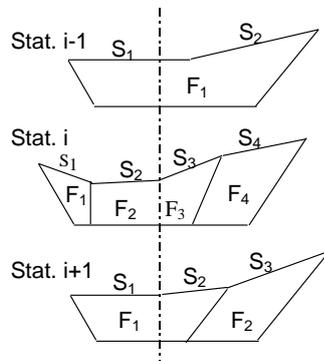
**Ergebnis:** Fläche des Vielecks (falls D nicht angegeben wird) oder Rauminhalt unter dem Vieleck mit der Dicke D (falls D angegeben wird).

**Bedingung:** Der erste Punkt des Vielecks ist am Ende zu wiederholen, d. h. die Koordinaten des letzten Punktes sind mit denjenigen des ersten Punktes identisch.

**Anmerkung:** Die Berechnung erfolgt nur mit y- und z-Koordinaten (siehe Formel); x-Koordinaten werden nicht berücksichtigt.

**Formel 23:** Flächen- oder Mengenermittlung aus Querprofilen z. B. im Anschluss an Formel 21 oder 23

**Formelart:** Funktionsformel



**a) Flächenermittlung**

$$S = S_1 + \dots + S_n$$

$$\Delta L = St_i - St_{i-1}$$

$$\Delta O = \Delta L \cdot \left( \frac{S_i + S_{i-1}}{2} \right)$$

$$O = \sum \Delta O$$

**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
St <sub>1</sub>	Einzelwert	Station des 1. Querprofils
S <sub>1</sub>	Einzelwert	1. Teilstrecke des 1. Querprofils
(...)		Es können bis zu drei weitere Teilstrecken zu einem Querprofil angegeben werden.
RZ	Rechenzeichen (-)	Abschluss der Teilstrecken zu einer Station (entfällt nach den Werten der letzten Station)
(...)		Es können beliebig viele weitere Stationen angegeben werden.

**Ergebnis:** Oberfläche zwischen den Querprofilen

**Bedingungen:** Es können maximal vier Teilstrecken zu einer Station angegeben werden. Die Stationen sind in aufsteigender Folge anzugeben; Doppelstationen sind zulässig.

**b) Mengenermittlung**

$$F = F_1 + \dots + F_n$$

$$\Delta L = St_i - St_{i-1}$$

$$\Delta R = \Delta L \cdot \left( \frac{F_i + F_{i-1}}{2} \right)$$

$$R = \sum \Delta R$$

**Argumente:**

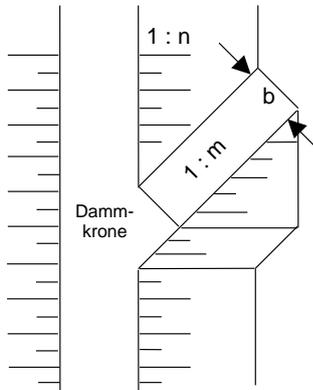
Name	Typ	Bedeutung
St <sub>1</sub>	Einzelwert	Station des 1. Querprofils
F <sub>1</sub>	Einzelwert	1. Teilfläche des 1. Querprofils
(...)		Es können bis zu drei weitere Teilflächen zu einem Querprofil angegeben werden.
RZ	Rechenzeichen (-)	Abschluss der Teilflächen zu einer Station (entfällt nach den Werten der letzten Station)
(...)		Es können beliebig viele weitere Stationen angegeben werden.

**Ergebnis:** Rauminhalt zwischen den Querprofilen

**Bedingungen:** Es können maximal vier Teilflächen zu einer Station angegeben werden. Die Stationen sind in aufsteigender Folge anzugeben; Doppelstationen sind zulässig.

## Formel 24: Rampe ohne Kegelkonstruktion

**Formelart:** Funktionsformel



$$R = \frac{b \cdot h}{2} \cdot \left( \frac{b}{n} \sqrt{m^2 - n^2} + \frac{h}{m} (m^2 - n^2) \right)$$

**Argumente:**

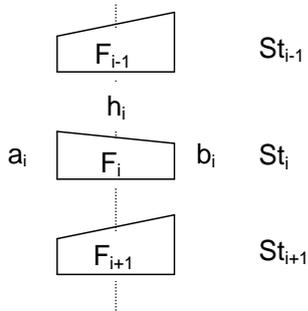
Name	Typ	Bedeutung
b	Einzelwert	Breite der Fahrbahn auf der Rampe
h	Einzelwert	Höhe des Damms
m	Einzelwert	Neigung der Rampe
n	Einzelwert	Neigung der Dammböschung

**Ergebnis:** Rauminhalt der Rampe (zusätzlich zum normalen Damm)

**Bedingung:** Die Rampe endet am Dammfuß.

## Formel 25: Stationierte Trapezprofile I

Formelart: Funktionsformel



$$F_i = \frac{a_i + b_i}{2} \cdot h_i$$

$$\Delta L = St_i - St_{i-1}$$

$$\Delta R = \Delta L \cdot \frac{F_i + F_{i-1}}{2}$$

$$R = \sum \Delta R$$

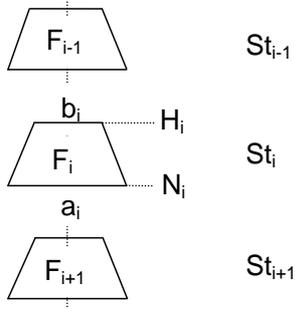
Argumente:

Name	Typ	Bedeutung
$St_1$	Einzelwert	Station des 1. Querprofils
$h_1$	Einzelwert	Höhe des Trapez am 1. Querprofil
$a_1$	Einzelwert	1. Breite des Trapezes am 1. Querprofil
$b_1$	Einzelwert	2. Breite des Trapezes am 1. Querprofil
(...)		Es können beliebig viele weitere Stationen angegeben werden.

**Ergebnis:** Rauminhalt zwischen den Trapezprofilen

## Formel 26: Stationierte Trapezprofile II

**Formelart:** Funktionsformel



$$F_i = \frac{a_i + b_i}{2} \cdot (H_i - N_i)$$

$$\Delta L = St_i - St_{i-1}$$

$$\Delta R = \Delta L \cdot \frac{F_i + F_{i-1}}{2}$$

$$R = \sum \Delta R$$

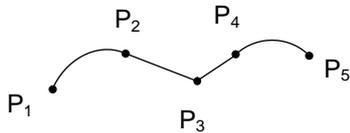
**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
$St_1$	Einzelwert	Station des 1. Querprofils
$a_1$	Einzelwert	Länge der Unterseite des Trapezes am 1. Querprofil
$b_1$	Einzelwert	Länge der Oberseite des Trapezes am 1. Querprofil
$H_1$	Einzelwert	Absolute Höhe der Oberseite des Trapezes am 1. Querprofil
$N_1$	Einzelwert	Absolute Höhe der Unterseite des Trapezes am 1. Querprofil
(...)		Es können beliebig viele weitere Stationen angegeben werden.

**Ergebnis:** Rauminhalt zwischen den Trapezprofilen

## Formel 27: Längenberechnung aus Horizontalstrecken

**Formelart:** Funktionsformel



Streckenlänge falls  $R_i = 0$  (Gerade):

$$\Delta L = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}$$

Streckenlänge falls  $R_i > 0$  (Kreisbogen):

$$s_i = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}$$

$$\Delta L = 2 \cdot R_i \cdot \arcsin\left(\frac{s_i}{2R_i}\right)$$

Gesamtlänge:

$$L = \sum \Delta L$$

**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
$P_1$	Koordinate	Koordinaten 1. Punkt
$R_1$	Einzelwert	Radius des Kreisbogens zwischen dem 1. und dem 2. Punkt (Gerade $\Rightarrow R=0$ )
$P_2$	Koordinate	Koordinaten 2. Punkt
$R_2$	Einzelwert	Radius des Kreisbogens zwischen dem 2. und dem 3. Punkt (Gerade $\Rightarrow R=0$ )
(...)		Es können beliebig viele weitere Punkte angegeben werden.
$P_{n-1}$	Koordinate	Koordinaten vorletzter Punkt
$R_{n-1}$	Einzelwert	Radius des Kreisbogens zwischen dem vorletzten und dem letzten Punkt (Gerade $\Rightarrow R=0$ )
$P_n$	Koordinate	Koordinaten letzter Punkt

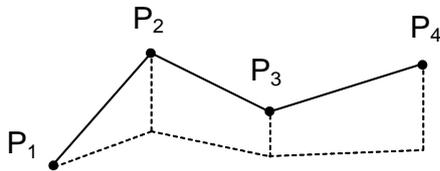
**Ergebnis:** Summe der Horizontalstrecken zwischen den Punkten, wobei als Horizontalstrecken Geraden und Kreisbögen zulässig sind. Sofern die Verbindung zwischen zwei Punkten auf einem Kreisbogen verläuft, wird die kürzere der beiden möglichen Bogenlängen berechnet (d. h. maximal ein Halbkreis).

**Bedingungen:** Es müssen mindestens zwei Punkte angegeben werden. Nach jedem Punkt mit Ausnahme des letzten ist der Radius des Kreisbogens zwischen dem Punkt und seinem Nachfolger anzugeben. Ist die Verbindung zwischen zwei Punkten gerade, so ist für den Radius der Wert 0 zu verwenden. Verläuft die Verbindung zwischen zwei Punkten auf einem Kreisbogen, dann muss die Entfernung der Punkte kleiner oder gleich dem doppelten Bogenradius sein.

**Anmerkung:** Die Berechnung erfolgt nur mit x- und y-Koordinaten; z-Koordinaten werden nicht berücksichtigt.

## Formel 28: Längenberechnung aus Schrägstrecken

**Formelart:** Funktionsformel



$$\sum_{i=1}^{n-1} \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2 + (z_{i+1} - z_i)^2}$$

**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
P <sub>1</sub>	Koordinate	Koordinaten 1. Punkt
P <sub>2</sub>	Koordinate	Koordinaten 2. Punkt
(...)		Es können beliebig viele weitere Punkte angegeben werden.
P <sub>n-1</sub>	Koordinate	Koordinaten vorletzter Punkt
P <sub>n</sub>	Koordinate	Koordinaten letzter Punkt

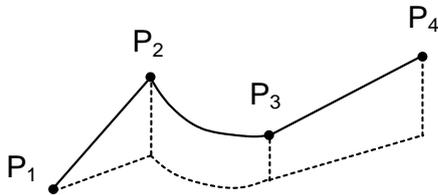
**Ergebnis:** Summe der Schrägstrecken zwischen den Punkten

**Bedingung:** Es müssen mindestens zwei Koordinatenpaare angegeben werden.

**Anmerkung:** Für diese Formel sind vollständige 3D-Koordinaten mit x-, y- und z-Werten erforderlich (siehe Formel).

## Formel 29: Längenberechnung aus Schrägstrecken mit Bögen

Formelart: Funktionsformel



$$\sum_{i=1}^{n-1} \sqrt{\Delta L_i^2 + (z_{i+1} - z_i)^2} \quad \text{mit}$$

$$\Delta L_i = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2} \quad \text{falls } R_i = 0$$

$$\Delta L_i = 2 \cdot R_i \cdot \arcsin\left(\frac{\sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}}{2R_i}\right) \quad \text{falls } R_i \neq 0$$

Argumente:

Name	Typ	Bedeutung
P <sub>1</sub>	Koordinate	Koordinaten 1. Punkt
R <sub>1</sub>	Einzelwert	Radius des Kreisbogens zwischen dem 1. und dem 2. Punkt (Gerade ⇒ R=0)
P <sub>2</sub>	Koordinate	Koordinaten 2. Punkt
R <sub>2</sub>	Einzelwert	Radius des Kreisbogens zwischen dem 2. und dem 3. Punkt (Gerade ⇒ R=0)
(...)		Es können beliebig viele weitere Punkte (jeweils mit Radius) angegeben werden.
P <sub>n-1</sub>	Koordinate	Koordinaten vorletzter Punkt
R <sub>n-1</sub>	Einzelwert	Radius des Kreisbogens zwischen dem vorletzten und dem letzten Punkt (Gerade ⇒ R=0)
P <sub>n</sub>	Koordinate	Koordinaten letzter Punkt

**Ergebnis:** Summe der Schrägstrecken zwischen den Punkten, wobei die horizontalen Projektionen der Strecken auf Geraden und Kreisbögen verlaufen können. Sofern die horizontale Projektion einer Strecke auf einem Kreisbogen verläuft, wird die kürzere der beiden möglichen Bogenlängen zur Berechnung verwendet (d. h. maximal ein Halbkreis).

**Bedingung:** Es müssen mindestens zwei Punkte angegeben werden. Nach jedem Punkt mit Ausnahme des letzten ist der Radius des Kreisbogens zwischen dem Punkt und seinem Nachfolger anzugeben. Ist die Verbindung zwischen zwei Punkten gerade, so ist für den Radius der Wert 0 zu verwenden. Verläuft die horizontale Projektion der Verbindung zwischen zwei Punkten auf einem Kreisbogen, dann muss die Horizontalentfernung der Punkte kleiner oder gleich dem doppelten Bogenradius sein.

**Anmerkungen:** Für diese Formel sind vollständige 3D-Koordinaten mit x-, y- und z-Werten erforderlich (siehe Formel). Die im Funktionsterm verwendete Arcussinus-Funktion muss ein Ergebnis im Bogenmaß liefern.

## Formel 30: Wurzel

**Formelart:** Funktionsformel

$\sqrt{\text{Resultat des Rechenansatzes}}$

**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
$a_1$	Einzelwert	1. Wert des Rechenansatzes unter der Wurzel
RZ	Rechenzeichen (+, -, *, /)	Rechenzeichen zur Verknüpfung des vorhergehenden Wertes mit dem folgenden Wert (entfällt nach der Angabe des letzten Wertes)
(...)		Es können beliebig viele weitere Werte angegeben werden.

**Bedingungen:** Es können beliebig viele Werte angegeben werden. Im Rechenansatz unter der Wurzel haben Multiplikation und Division Vorrang vor Addition und Subtraktion. Klammern und Brüche sind vorher aufzulösen.

### Formel 31: Arithmetisches Mittel

**Formelart:** Funktionsformel

$$\frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}$$

**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
$a_1$	Einzelwert	1. Wert
$a_2$	Einzelwert	2. Wert
(...)		Es können beliebig viele weitere Werte angegeben werden.

**Bedingung:** Es können beliebig viele Werte angegeben werden.

## Formel 32: Quadratisches Mittel

**Formelart:** Funktionsformel

$$\sqrt{\frac{a_1^2 + a_2^2 + \dots + a_n^2}{n}}$$

**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
$a_1$	Einzelwert	1. Wert
$a_2$	Einzelwert	2. Wert
(...)		Es können beliebig viele weitere Werte angegeben werden.

**Bedingung:** Es können beliebig viele Werte angegeben werden.

**Formel 50:** Zeitraum in Kalendertagen aus zwei Datumsangaben

**Formelart:** Funktionsformel

**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
d <sub>1</sub>	Datumsangabe	1. Datum
d <sub>2</sub>	Datumsangabe	2. Datum

**Ergebnis:** Anzahl der Kalendertage zwischen den beiden Datumsangaben

**Bedingung:** Das zweite Datum muss zeitlich gesehen hinter dem ersten Datum liegen.

## **Formel 51:** Zeitraum in Monaten aus zwei Datumsangaben

**Formelart:** Funktionsformel

**Argumente:**

<b>Name</b>	<b>Typ</b>	<b>Bedeutung</b>
d <sub>1</sub>	Datumsangabe	1. Datum
d <sub>2</sub>	Datumsangabe	2. Datum

**Ergebnis:** Anzahl der Kalendermonate zwischen den beiden Datumsangaben; übrigbleibende Tage am Anfang und am Ende des Zeitraums werden jeweils als 1/30 Kalendermonat gezählt.

**Bedingung:** Das zweite Datum muss zeitlich gesehen hinter dem ersten Datum liegen.

**Formel 52:** Zeitraum in Stunden aus zwei Datumsangaben und zwei zugehörigen Uhrzeiten

**Formelart:** Funktionsformel

**Argumente:**

Name	Typ	Bedeutung
$d_1$	Datumsangabe	1. Datum
$h_1$	Uhrzeitangabe	Uhrzeit zum 1. Datum
$d_2$	Datumsangabe	2. Datum
$h_2$	Uhrzeitangabe	Uhrzeit zum 2. Datum
$s_1$	Zahlenwert	Angabe, ob es sich bei der Uhrzeitangabe $h_1$ beim Zurückstellen auf Winterzeit um die erste (=1) oder die zweite Stunde (=2) handelt (optional)
$s_2$	Zahlenwert	Angabe, ob es sich bei der Uhrzeitangabe $h_2$ beim Zurückstellen auf Winterzeit um die erste (=1) oder die zweite Stunde (=2) handelt (optional)

**Ergebnis:** Anzahl der Stunden zwischen den durch jeweils ein Datum und eine Uhrzeit definierten Zeitpunkten.

**Bedingungen:** Die Uhrzeiten sind in der jeweils gültigen Zeit (Sommer- bzw. Winterzeit) anzugeben. Bei der Umstellung von der Sommer- auf die Winterzeit gibt es die Stunde zwischen 2 Uhr und 3 Uhr morgens zweimal; sofern mindestens einer der beiden angegebenen Zeitpunkte aufgrund der Umstellung zwischen Sommer- und Winterzeit doppeldeutig ist, sind die beiden optionalen Argumente  $s_1$  und  $s_2$  anzugeben.

## **Formel 91:** Freie mathematische Schreibweise

**Formelart:** Freitextformel

Die Formel 91 dieses Formelkataloges entspricht vollständig der Formel 91 aus der REB-VB 23.003.

# Sammlung der Regelungen für die elektronische Bauabrechnung (Sammlung REB)

## Inhalt:

Stand: September 2013

## REB-Verfahrensbeschreibungen

**REB-Allg.** Allgemeine Bedingungen für die Anwendung der REB-Verfahrensbeschreibungen

**REB-VB 20** REB-Verfahrensbeschreibungen, Abschnitt 20:  
Messwertaufbereitungen

20.003 Querprofilbestimmung durch Interpolation

20.073 Bestimmung von Begrenzungslinien in Querprofilen

20.103 Auswertung von Nivellements

20.214 Auswertung elektrooptischer Tachymeteraufnahmen

20.314 Auswertung elektrooptischer Querprofilaufnahmen

**REB-VB 21** REB-Verfahrensbeschreibungen, Abschnitt 21:  
Erdmassenberechnungen aus Querprofilen

21.003 Massenberechnung aus Querprofilen (Elling)

21.013 Massenberechnung zwischen Begrenzungslinien

21.033 Oberflächenberechnung aus Querprofilen

**REB-VB 22** REB-Verfahrensbeschreibungen, Abschnitt 22:  
Besondere Erdmassenberechnungen

22.013 Rauminhalte und Oberflächen aus Prismen

**REB-VB 23** REB-Verfahrensbeschreibungen, Abschnitt 23:  
Allgemeine Abrechnungsverfahren

23.003 Allgemeine Mengenberechnung

23.003 Allgemeine Mengenberechnung,  
Formelkatalog Straßenbau