

2 Berechnungen aus der Statik

2.1 Dynamie

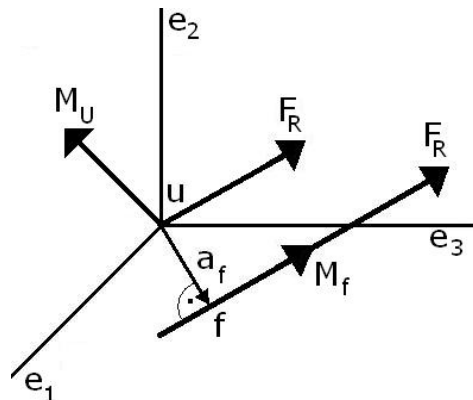


Bild 2-1
Darstellung der Dynamie

Wird die resultierende Kraft F_R senkrecht aus der Ebene, die F_R und M_U aufspannen, so um den Vektor a_f verschoben, dass resultierende Kraft und Moment die gleiche Richtung haben, so bezeichnet man dieses Vektorpaar (F_R, M_f) als *Dynamie (Kraftschraube)*. Der Ortsvektor a_f des Fußpunktes f bezüglich des Ursprungs u (Bild U-2-1) ergibt sich in seiner Komponentendarstellung aus

$$a_{fi} = \frac{1}{|F_R|^2} (F_{Rp} \cdot M_{Uq} - F_{Rq} \cdot M_{Up}) \quad i=1,2,3. \quad (2.1)$$

Für die Zähler gilt folgende Zuordnung

i	p	q
1	2	3
2	3	1
3	1	2

Mit Hilfe des Parameters b

$$b = \frac{F_R \cdot M_U}{|F_R|^2} = \frac{1}{|F_R|^2} \sum_{i=1}^3 F_{Ri} \cdot M_{Ui}, \quad (2.2)$$

lässt sich der auf den Fußpunkt f (Bild U-2-1) bezogene Momentenvektor M_f berechnen

$$M_f = b \cdot F_R = b \sum_{i=1}^3 F_{Ri}. \quad (2.3)$$

Tabelle 2.1 Struktogrammteil zur Bestimmung einer Dyname, ergänzend zum vorhandenen Programm

Beschriftung der Felder	
Ortsvektor zur Dyname	i=1, 1, 3
	$a_{fi} = \frac{1}{ F_R ^2} (F_{Rp} \cdot M_{Uq} - F_{Rq} \cdot M_{Up})$ $b = b + F_{Ri} \cdot M_{Ui}$
$b = \frac{1}{ F_R ^2} \cdot b$	
Moment der Dyname	i=1, 1, 3
	$M_{fi} = b \cdot F_{Ri}$

Die Prozedur Kräfte_Auswertung in Codeliste 2-2 erhält am Ende nachfolgenden Zusatz:

Codeliste 2-1 Bestimmung der Dyname

```

'
'Ortsvektor zur Dyname
  Range("G3") = "Ortsvektor a(x)"
  Range("G4") = "Ortsvektor a(y)"
  Range("G5") = "Ortsvektor a(z)"
  Range("G6") = "Moment Mf(x)"
  Range("G7") = "Moment Mf(y)"
  Range("G8") = "Moment Mf(z)"
  ReDim af(3), Mf(3)
  b = 0
  For j = 1 To 3
    af(j) = (SumF(p(j)) * SumM(q(j)) - SumF(q(j)) * SumM(p(j))) /
(Val(Range("H1") ^ 2))
    Range("H" + Right(Str(j + 2), 1)).Value = Str(af(j))
    b = b + SumF(j) * SumM(j)
  Next j
  b = b / (Val(Range("H1") ^ 2))
  For j = 1 To 3
    Mf(j) = b * SumF(j)
    Range("H" + Right(Str(j + 5), 1)).Value = Str(Mf(j))
  Next j
End Sub

```

2.2 Richtungswinkel

Außer der Möglichkeit der Komponentenangabe, gibt es zur Richtungsangabe eines Vektors zum Ursprung und den Koordinaten, die Angabe der *Richtungswinkel* (Bild 2-2).

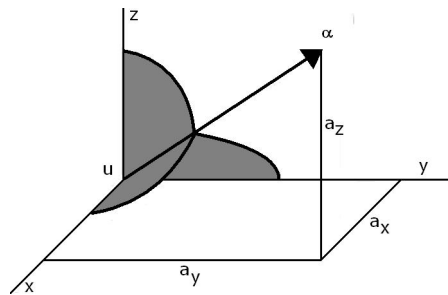


Bild 2-2
Richtungswinkel

Für den Betrag des Vektors gilt

$$|\alpha| = \sqrt{\sum_{i=x,y,z} a_i^2}. \quad (2.4)$$

Die Richtungswinkel bestimmen sich aus

$$\varphi_i = \arccos \frac{a_i}{|\alpha|}. \quad (2.5)$$

Tabelle 2.2 Struktogramm zur Bestimmung der Richtungswinkel eines Vektors aus den vorhandenen Komponenten.

Eingabe der Komponenten	
$ \alpha = \sqrt{\sum_{i=x,y,z} a_i^2}$	
i=1, 1, 3	$\varphi_i = \arccos \frac{a_i}{ \alpha }$
Ausgabe der Richtungswinkel und des Vektorbetrags	

Dieses Hilfsprogramm kann sowohl als ein eigenständiges Programm installiert werden, als auch zusammen mit den anderen Prozeduren. Diese Wahl überlasse ich dem Leser. Wird ein eigenes Tabellenblatt genutzt, muss dieses wieder einen eigenen Namen bekommen und einen

entsprechenden Aufruf aus einer Symbolleiste. Ich habe es im Programmcode bei Tabelle1 gelassen.

Codaliste 2-2 Bestimmung der Richtungswinkel

```
Option Explicit
Dim i As Integer
'
'Prozedur zur Erstellung eines Formblatts
Sub Formblatt()
'
'Tabelle löschen
Worksheets("Tabelle1").Activate
Worksheets("Tabelle1").Cells.Clear
'
'Formblatt
Range("A1").ColumnWidth = 5
For i = 1 To 3
Cells(i + 1, 1) = i
Next i
Range("B1:D1").ColumnWidth = 15
Range("B1").Value = "Komponenten"
Range("C1").Value = "Richtungswinkel"
Range("D1").Value = "Betrag"
Columns("B:D").Select
Selection.NumberFormat = "0.00"
Range("B2").Select
End Sub
'
'Prozedur zur Bestimmung der Richtungswinkel
Sub Auswertung()
Dim a, x As Double

'Betrag des Vektors
a = 0
For i = 1 To 3
a = a + Cells(i + 1, 2) * Cells(i + 1, 2)
Next i
Cells(2, 4) = Sqr(a)

'Richtungskosinus
If a > 0 Then
For i = 1 To 3
```

```

x = Cells(i + 1, 2) / Cells(2, 4)
x = Atn(-x / Sqr(-x * x + 1)) + 2 * Atn(1)
'Umrechnung Bogenmaß->Gradmaß
Cells(i + 1, 3) = x * 180 / (4 * Atn(1))
Next i
End If
End Sub

```

2.3 Userform Winkelberechnung

Es werden immer wieder Winkelberechnungen erforderlich. Dazu erstellen wir die in Bild 2-3 dargestellte Userform, die bei Eingabe von zwei Seiten eines rechtwinkligen Dreiecks, den zugehörigen Winkel bestimmt.

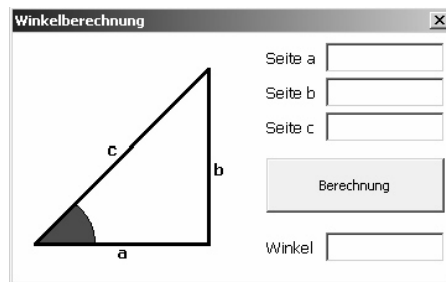


Bild 2-3
Userform für
Winkelberechnungen

Codeliste 2-3 Winkelberechnung

```

Option Explicit
Private Sub cmdBerechnung_Click()
    Dim a, b, c, Pi, w, x As Double
    Pi = 3.14159
    a = Val(TextBox1)
    b = Val(TextBox2)
    c = Val(TextBox3)
    If a > 0 And b > 0 Then
        x = b / a
        w = Atn(x) * 180 / Pi
        TextBox4 = w
    Else
        If a > 0 And c > 0 Then
            x = c / a
            w = Atn(-x / Sqr(-x * x + 1)) + 2 * Atn(1) * 180 / Pi
        Else
            If b > 0 And c > 0 Then

```

```

    x = c / b
    w = Atn(x / Sqr(-x * x + 1)) * 180 / Pi
Else
    MsgBox "Datenfehler !", vbOKOnly + vbCritical, "ACHTUNG"
End If
End If
End If
End Sub

```

2.4 Testbeispiel

Das berechnete Beispiel aus dem Buch als Testbeispiel einbauen. Dabei sollten die zur Berechnung notwendigen Daten durch den Aufruf eines Menüelementes in die Tabelle eingetragen werden. Die anschließenden Aufrufe der Resultierenden und der Berechnung ergeben dann das Ergebnis.



Bild 2-4
Erweiterte Menüelemente

Codewerte 2-4 Testbeispiel

```

Sub Test_K1()
    Range("D3") = 270
    Range("E3") = -9000
    Range("F4") = 126.9
    Range("G4") = ""
    Range("H4") = 1
    Range("F5") = 180
    Range("G5") = ""
    Range("H5") = 2

```

```
End Sub
Sub Test_K2()
    Range("D3") = 306.87
    Range("E3") = -11254.44
    Range("F4") = 153.43
    Range("G4") = ""
    Range("H4") = 3
    Range("F5") = 233.13
    Range("G5") = ""
    Range("H5") = 4
End Sub
Sub Test_K3()
    Range("D3") = 0
    Range("E3") = 6757.4
    Range("D4") = 53.13
    Range("E4") = 5114.67
    Range("F4") = 113.2
    Range("G4") = ""
    Range("H4") = 5
    Range("F5") = 180
    Range("G5") = ""
    Range("H5") = 6
End Sub
Sub Test_K4()
    Range("D3") = 293.2
    Range("E3") = -4451.73
    Range("D4") = 333.43
    Range("E4") = -10981.24
    Range("F4") = 180
    Range("G4") = ""
    Range("H4") = 7
    Range("F5") = 246.8
    Range("G5") = ""
    Range("H5") = 8
End Sub
Sub Test_K5()
    Range("D3") = 0
    Range("E3") = 11579.93
    Range("D4") = 66.8
    Range("E4") = 9795.67
    Range("F4") = 113.2
    Range("G4") = ""
    Range("H4") = 9
    Range("F5") = 180
```

```
Range("G5") = ""
Range("H5") = 10
End Sub
Sub Test_K6()
Range("D3") = 0
Range("E3") = -15434.15
Range("D4") = 293.2
Range("E4") = -9795.67
Range("F4") = 206.57
Range("G4") = ""
Range("H4") = 11
Range("F5") = 246.8
Range("G4") = ""
Range("H5") = 12
End Sub
Sub Test_K7()
Range("D3") = 0
Range("E3") = 19297.79
Range("D4") = 66.8
Range("E4") = 25829.68
Range("D5") = 270
Range("E5") = 36000
Range("F4") = 126.87
Range("G4") = ""
Range("H4") = 13
Range("F5") = 180
Range("G5") = ""
Range("H5") = 14
End Sub
Sub Test_K8()
Range("D3") = 26.57
Range("E3") = -32948.19
Range("D4") = 306.87
Range("E4") = 15323.78
Range("D5") = ""
Range("E5") = ""
Range("F4") = 233.13
Range("G4") = ""
Range("H4") = 15
Range("F5") = ""
Range("G5") = ""
Range("H5") = ""
End Sub
```