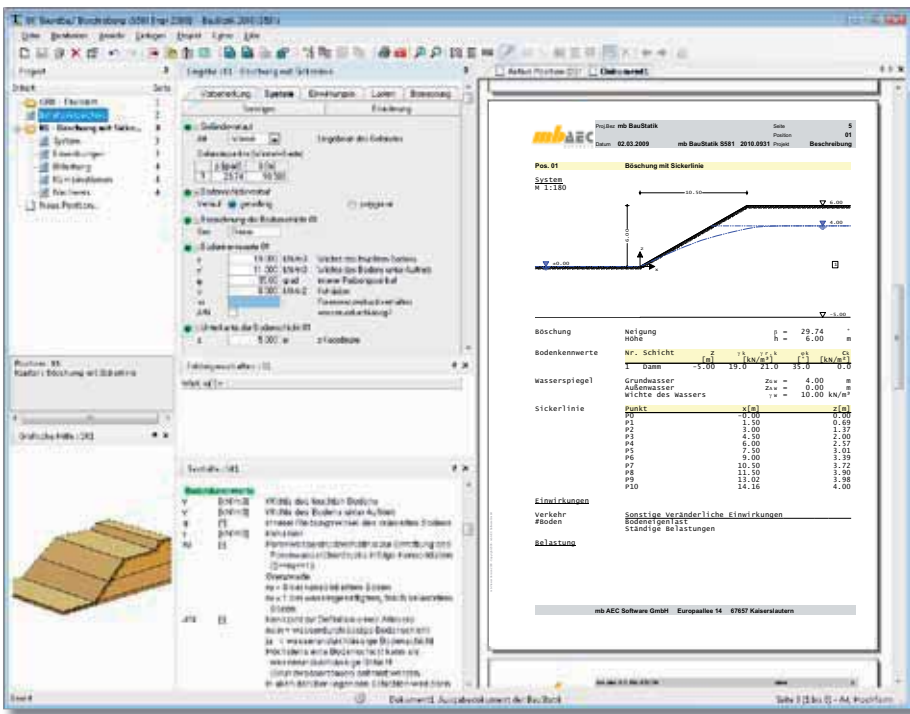


# S581 Böschungs- und Geländebruch, DIN 1054 (01/05), E DIN 4084 (11/02)

Leistungsbeschreibung des BauStatik-Moduls S581 von Dipl.-Ing. (FH) Yilmaz Gökalp



Das Abrutschen eines Erdkörpers an einer Böschung, einem Hang oder an einem Geländesprung, gegebenenfalls einschließlich des Stützbauwerks und eines Teils des umgebenden Bodens, bezeichnet man als Böschungs- und Geländebruch. Dabei wird der Scherwiderstand des Bodens infolge der treibenden Kräfte und Momente überwunden. Grundlage der Berechnungen zur Böschungs- und Geländebruchsicherheit ist der Entwurf zur DIN 4084 [1].

## System

Das Programm S581 ermittelt die Standsicherheit von Böschungen und Stützbauwerken entlang kreisförmiger Gleitflächen. Die Sicherheit  $\mu$  wird dabei nach dem Streifenverfahren von KREY und BISHOP bestimmt.

Die Definition des Geländes erfolgt über einen Polygonzug, bei dem der Ursprung des verwendeten Koordinatensystems in jedem Fall der Fußpunkt der Böschung ist.

Für die Eingabe des Geländes stehen folgende vier Möglichkeiten zur Verfügung:

- a) Neigung und Länge
- b) Neigungswinkel und Länge
- c) Absolutkoordinaten
- d) Relativkoordinaten

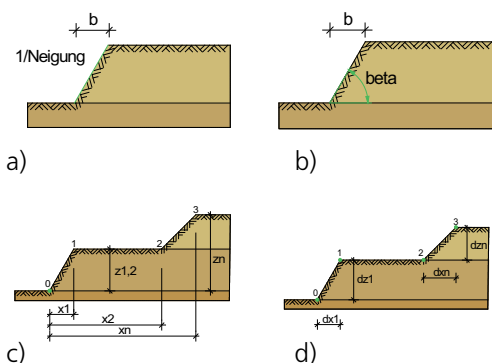


Bild 1. Definitionsmöglichkeiten des Geländes a) bis d)

Sowohl ebene als auch polygonal verlaufende Bodenschichten sind zu definieren. Der Polygonzug wird programmseitig vor dem ersten bzw. nach dem letzten eingegebenen Polygonpunkt horizontal fortgeführt. Für jede Schicht werden die notwendigen Bodenparameter abgefragt. Zudem kann je nach Bedarf der Faktor des Porenwasserdruckverhältnisses zur Ermittlung des Porenwasserüberdrucks infolge Konsolidation eingegeben werden.

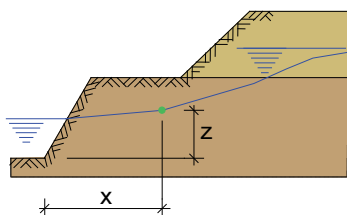


Bild 2. Systemdefinition zur Sickerlinie

Die Drucklinie des Grundwassers und ein möglicher artesischer Wasserdruck unter einem Grundwasserstau lassen sich polygonal als eine Sickerlinie definieren. Oberflächenwasser kann davon unabhängig berücksichtigt werden. Der Wasserdruckansatz wird nach E DIN 4084 [1], Bild 1 als Porenwasserdruck aus der Ortshöhe der Sickerlinie über der Gleitlinie unter Annahme einer waagerechten Strömung ermittelt.

### Einwirkungen

Alle möglichen Kombinationen, die infolge der Lastdefinition möglich sind, werden automatisch erzeugt. Dies betrifft sowohl die automatisch generierten Einwirkungstypen als auch die selbst definierten Einwirkungstypen. Die Einwirkungen werden einem Typ gemäß DIN 1055-100 [2] zugeordnet. Dabei stehen neben ständigen Einwirkungen auch die veränderlichen Einwirkungen nach DIN 1055-100 [2], Tabelle A.2 zur Verfügung. Entsprechend den Kombinationsvorschriften werden günstig wirkende veränderliche Einwirkungen nicht berücksichtigt bzw. angesetzt.

Alle Belastungen werden als charakteristische Werte eingetragen und einer Einwirkung zugeord-

net. Für die geotechnischen Nachweise werden gemäß DIN 1054 [3], Abs. 6.3.1 drei Einwirkungskombinationstypen unterschieden:

- Regel-Kombination EK 1: ständige sowie während der Funktionszeit regelmäßig auftretende veränderliche Einwirkungen
- Seltene Kombination EK 2: außer den Einwirkungen der Regel-Kombination seltene oder einmalige planmäßige Einwirkungen
- Außergewöhnliche Kombination EK 3: außer den Einwirkungen der Regel-Kombination eine gleichzeitig mögliche außergewöhnliche Einwirkung, insbesondere bei Erdbeben, Katastrophen oder Unfällen

Jede automatisch gebildete Kombination wird entsprechend der beinhalteten Einwirkungen typisiert. Somit bilden alle Kombinationen, bei denen keine außergewöhnliche Einwirkung enthalten ist, eine Regel-Kombination (EK 1). Sofern eine außergewöhnliche Kombination enthalten ist, wird diese als außergewöhnliche Kombination (EK 3) behandelt.

### Lasten

Zusätzliche Lasten können als vertikale Gleich-, Streifen- und Linienlast, horizontale Linienlast und als Streifenfundamentlast eingegeben werden. Gemäß den Kombinationsvorschriften werden ständige Lasten immer berücksichtigt, während Verkehrslasten nur dann berücksichtigt werden, wenn sie ungünstig wirken. Außerdem können Erdbebenlasten entweder automatisch aufgrund vorgegebener Bedeutungskategorien für Bauwerke und Erdbebenzonen oder durch Eingabe der Horizontal- und Vertikalbeschleunigung erfasst werden.

### Nachweis

Für den Nachweis des Böschungs- und Geländebruchs ist die Sicherheitsklasse (SK) für Widerstände gemäß DIN 1054 [3] Abs. 6.3.2 festzulegen. Diese Klassifizierung berücksichtigt den unterschiedlichen Sicherheitsanspruch bei den Widerständen in Abhängigkeit von Dauer und Häufigkeit der maßgebenden Einwirkungen. Nach DIN 1054 [3] stehen die folgenden drei Klassen zur Wahl:

- Sicherheitsklasse 1: Auf die Funktionszeit des Bauwerks angelegte Zustände (SK1)
- Sicherheitsklasse 2: Bauzustände bei der Herstellung oder Reparatur des Bauwerks (SK2)

- Sicherheitsklasse 3:  
Während der Funktionszeit einmalig oder voraussichtlich nie auftretende Zustände (SK3)

Für die nachzuweisende Situation sind in der DIN 1054 [3] drei Lastfälle beschrieben, welche sich aus den Einwirkungskombinationen in Verbindung mit den Sicherheitsklassen ergeben. Es wird unterschieden in:

- Lastfall 1:  
ständige Bemessungssituation (LF 1)
- Lastfall 2:  
vorübergehende Bemessungssituation (LF 2)
- Lastfall 3:  
außergewöhnliche Bemessungssituation (LF 3)

Durch die Auswahl der Sicherheitsklasse (SK) und der Typisierung der gebildeten Einwirkungskombinationen (EK) wird für den Nachweis automatisch der zutreffende Lastfall bestimmt. Für definierte Kombinationstypen mit Bemessungswerten der Belastung kann der zu untersuchende Lastfall manuell vorgegeben werden.

### Grenzzustand der Tragfähigkeit im Grenzzustand 1C

Eine ausreichende Sicherheit gegen Böschungs- bzw. Geländebruch nach DIN 1054 [3], 12.,3 ist für die in Frage kommenden Bruchmechanismen einzuhalten.

$$E_{M,d} \leq R_{M,d}$$

$E_{M,d}$  der Bemessungswert der resultierenden Beanspruchung parallel zur Gleitfläche bzw. der Bemessungswert des Moments der Einwirkungen um den Gleitkreismittelpunkt

$R_{M,d}$  der Bemessungswert des Widerstands parallel zur Gleitfuge bzw. der Bemessungswert des Moments der Widerstände um den Gleitkreismittelpunkt

Die Lage des ungünstigsten Gleitkreismittelpunkts und die Berechnung des ungünstigsten Gleitkreises kann automatisch erfolgen. Weiterhin kann der Benutzer den Suchbereich des Gleitkreismittelpunkts in Form eines Rechtecks oder eines Kreises eingeben. Sind die Gleitkreismittelpunkte bekannt, ist es auch möglich einzelne Gleitkreismittelpunkte fest vorzugeben.

S581 ermittelt für den angegebenen Bereich bzw. für die angegebenen Punkte die Lage des ungünstigsten Gleitkreises mit der geringsten Sicherheit.

Da im Allgemeinen die Gleitkreise einen Zwangspunkt besitzen (z.B. Wand- oder rückseitiger Mauerfußpunkt), können Zwangspunkte definiert werden, durch die die untersuchten Gleitkreise verlaufen. Bei der Untersuchung der Gleitkreise

werden alle schleifenden Gleitkreise ausgeschlossen, d.h. dass all diejenigen Gleitkreise von der Untersuchung ausgeschlossen werden, deren oberer Schnittpunkt mit der Geländeoberkante vor dem eingegebenen Geländepunkt liegt. Wird allerdings diese Untersuchung aktiviert, können diese Gleitkreise auch untersucht werden.

**Vorbemerkung** System Einwirkungen Lasten **Bemessung**

Sonstiges Erläuterung

Sicherheitsklasse  
SK SK1 Sicherheitsklasse  
LF2.3 2.500 Zwischenwert LF 2 und LF 3

Gleitkreismittelpunkte  
ArtM Einzel  
einzelne Gleitkreismittelpunkte

	x [m]	z [m]
1	3.900	10.500

Zwangspunkte  
ArtZ manuell  
x1 14.16 m x-Koord. 1.Zwangspunkt  
z1 6.000 m z-Koord. 1.Zwangspunkt  
x2 0.000 m x-Koord. 2.Zwangspunkt  
z2 0.000 m z-Koord. 2.Zwangspunkt  
nZus Anzahl zusätzl. Gleitkreise

Berechnungssteuerung  
nLam 10 Anzahl der Lamellen  
J/N  schleifende Gleitkreise untersuchen  
J/N  passiven Erddruck nicht ansetzen

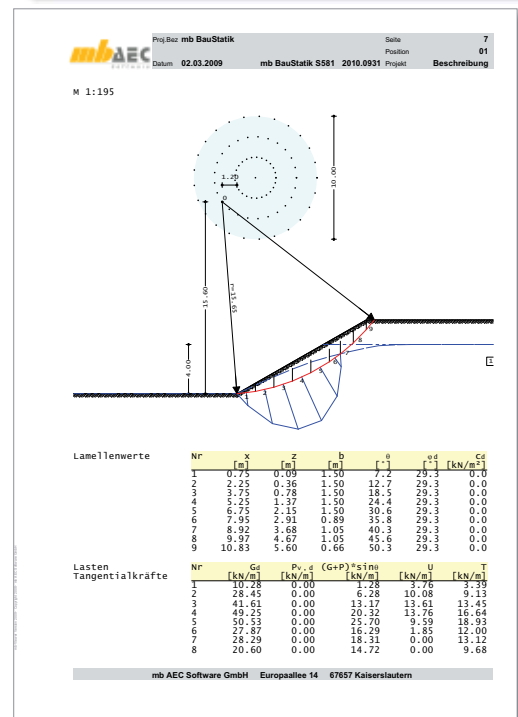


Bild 3. Systemdefinition der Gleitkreismittelpunkte und Zwangspunkte

Bei Böschungsuntersuchungen kann ab einem Gleitflächenwinkel, der kleiner als der des Erdwiderstandes ist, ein horizontaler Erdwiderstand  $E_{ph}$  angesetzt werden.

### Berechnung

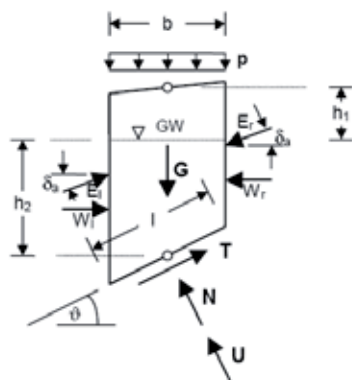
Das vom Gleitkreis geschnittene Gebiet wird in Lamellen unterteilt und die Standsicherheit wird iterativ bestimmt. Hierfür kann die Anzahl der

Lamellen vorgegeben werden. Jede Lamelle ist definiert durch den Richtungswinkel  $\theta_i$  und die Breite  $b_i$ .

Die Gesamtsicherheit des Bruchkörpers ermittelt sich zu:

$$\mu = \frac{\text{Summe der antreibenden Momente um M}}{\text{Summe der rückhaltenden Momente um M}} = \frac{\sum M(G_i)}{\sum M(T_i)}$$

Für die Berechnung von  $\sum M(T_i)$  werden die in den Aufstandsflächen der einzelnen Lamellen zu überwindenden Scherkräfte  $T$  benötigt. Dabei werden die charakteristischen Werte der Scherfestigkeit mit den Teilsicherheitsbeiwerten  $\gamma_\phi$  und  $\gamma_c$  bzw.  $\gamma_{cu}$  für Widerstände nach DIN 1054 [3], Tabelle 3 in Bemessungswerte der Scherfestigkeit umgerechnet. Die Berechnungsformel der Scherkräfte  $T$  wird aus der Gleichgewichtsbedingung  $\sum V = 0$  abgeleitet.



Kräfte auf eine Lamelle

$$T_i = \frac{(G_{i,d} + P_{vi,d} - u_i * b_i) * \tan \varphi_{i,d} + c_{i,d} * b_i}{\cos \theta_i + \mu * \tan \varphi_{i,d} * \sin \theta_i}$$

mit:

- $G_i$ : Eigenlast der einzelnen Lamelle
- $P_{vi}$ : Auflasten in vertikaler Richtung auf einer Lamelle
- $u_i$ : Wasserdruckspannung an der Lamellenunterseite zur Berücksichtigung der Auftriebswirkung
- $b_i, \theta_i$ : die Breite und der Richtungswinkel der Lamelle  $i$
- $\varphi_i, c_i$ : die für die Lamelle  $i$  maßgebenden Scherparameter
- $\mu$ : die zu berechnende Sicherheit der Böschung

Die Summe des antreibenden Moments  $\sum M(G_i)$  wird durch die Volumenkräfte und alle äußeren auf den Bruchkörper einwirkenden Kräfte gebildet.

## Ausgabe

Die Ausgabe der Eingabewerte, der Berechnungsgrundlagen sowie der Berechnungs- und Bemessungsergebnisse erfolgt übersichtlich in textlicher und in grafischer Form. Neben der Systemdarstellung erfolgt die Ausgabe des untersuchten Gleitkreises und der Bereich des untersuchten Gleitkreismittelpunkts. Die für den Nachweis der Sicherheit erforderlichen Werte der einzelnen Lamellen werden im GZ 1 C ausgegeben.

Der Umfang kann gezielt den Anwendervorgaben angepasst werden.

Dipl.-Ing. (FH) Yilmaz Gökalp  
mb AEC Software GmbH  
mb-news@mbaec.de

## Literatur

- [1] E DIN 4084 (11/2002): Baugrund – Geländebruchberechnungen, Ausgabe November 2002
- [2] DIN 1055-100 (03/01): Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1: Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln, Ausgabe März 2001
- [3] DIN 1054 (01/05): Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, Ausgabe Januar 2005



## Angebote BauStatik 2009

\*Aktionspreise befristet bis 15.04.09

### S581 Böschungs- und Geländebruch, DIN 1054 (01/05), DIN E 4084 (11/02)

Leistungsbeschreibung siehe nebenstehenden Fachartikel

**149,-EUR\***  
statt 290,- EUR

### BauStatik 5-er Paket bestehend aus:

#### S063 Stahl-Normalkraftanschluss / Knotenblechanschluss, DIN 18800 (11/90)

Leistungsbeschreibung siehe Artikel S.16

#### S457 Mauerwerk-Wandsystem, DIN 1053-100 (08/06)

Leistungsbeschreibung siehe Artikel S.34

### und 3 BauStatik-Module nach freier Wahl\*\*

\*\* 3 BauStatik-Module SXXX der Kurzpreisliste (siehe Seite 46) ausgenommen: S018, S201, S204, S211, S350, S352, S401, S402, S409, S481, S536, S550-561, S755, S928

**599,-EUR\***

Bestellformular: Seite 45

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten (7,50 EUR) und ges. MwSt. Hardlock für Einzelplatzlizenzen, je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Handbücher auf DVD. Betriebssysteme Windows 2000 / XP (32) / Vista (32/64) – Stand: März 2009

