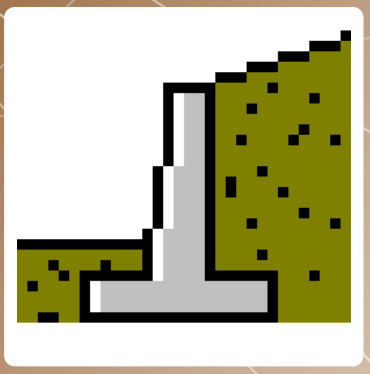
ABIS STATIK

ABIS Winkelstützmauer

Benutzerhandbuch



Version 39.0

ABIS Softwareentwicklungs GesmbH · Rechbauerstraße 20–22 · 8010 Graz · www.abis.at

Stand 06.11.2026

Inhalt

1 Einführung ... 3
1.1 Berechnungsgrundlagen ... 3
1.1.1 Rechenverfahren ... 3
1.1.2 Normen für Geotechnik ... 3
1.1.3 Teilsicherheitsbeiwerte ... 4
1.1.4 Nachweise ... 4
1.1.5 Erddruck und Grundwasser ... 5
1.1.6 Bemessung ... 5
1.1.7 Bodenkennwerte ... 6
2 Eingabe ... 7
2.1 Registerkarte Allgemein ... 7
2.1.1 Projekt ... 7
2.1.2 Rechenverfahren ... 8
2.1.3 Normen und Baustoffe ... 8
2.1.4 Tragfähigkeit des Baugrunds ... 9
2.1.5 Bemessungssituation ... 9
2.2 Registerkarte Kennwerte ... 9
2.2.1 Bodenart und Reibungswinkel ... 10
2.2.2 Wichten und Kohäsion ... 11
2.2.3 Grenzwerte für den Baugrund ... 12
2.2.4 Grundwasser ... 12
2.3 Registerkarte Abmessungen ... 13
2.3.1 Mauerabmessungen (in Meter) ... 14
2.3.2 Fundamentabmessungen (in Meter) ... 14
2.3.3 Geländedaten ... 15
2.3.4 Randabstände Bewehrung (in Meter) ... 15
2.4 Registerkarte Lasten ... 15
2.4.1 Belastungswerte ... 16
2.4.2 Erddruckbelastung auf die Wand ... 17
2.4.3 Teilsicherheiten ... 17
3 Ergebnisse ... 18
3.1 Registerkarte Ergebnis ... 18
3.1.1 Aufbau der Ausgabe ... 19
3.1.2 Maßgebende Lastkombination beim Prüfen ... 19
3.1.3 Eingabedaten (optional) ... 20
3.1.4 Iterationsdaten (optional) ... 21
3.1.5 Graphische Ausgabe ... 21
3.1.6 Numerische Ergebnisse (optional) ... 23
3.2 Nachweise ... 28
3.2.1 Übersicht ... 28
3.2.2 Teilsicherheitsbeiwerte ... 28
3.2.3 Lastkombinationen ... 29
3.2.4 Erddruck ... 30
3.2.5 Kippen ... 31
3.2.6 Gleiten ... 31
3.2.7 Sohldruck, Exzentrizität und klaffende Sohlfuge ... 32

3.2.8 Tragfähigkeit des Baugrunds ... 32
3.2.9 Iteration ... 34
3.2.10 Bemessung ... 34
3.3 Meldungen ... 35
3.3.1 Meldungen während der Eingabe ... 35
3.3.2 Hinweis beim Aufbereiten der Ausgabe ... 35
3.3.3 Fehler bei der Datenprüfung ... 35
3.3.4 Meldungen statt der Ausgabe ... 36
3.3.5 Meldungen in den Prüfungen ... 37
3.3.6 Hinweise in der Ausgabe ... 38
3.3.7 Meldungen beim Öffnen und Speichern ... 38
4 Menübefehle ... 39
4.1 Das Menü „Datei“ ... 39
4.2 Das Menü „Einstellungen“ ... 39
4.3 Druckoptionen ... 40
4.4 Kopf- und Fußzeile ... 40
4.5 Das Menü „Hilfe“ ... 41
4.5.1 Nach Updates suchen ... 42
4.5.2 Info ... 43

1 Einführung

ABIS Winkelstützmauer weist eine Winkelstützmauer aus Stahlbeton auf Standsicherheit nach und bemisst Mauer und Fundament. Das Programm prüft entweder die von Ihnen eingegebenen Abmessungen oder verlängert das Fundament schrittweise, bis alle Nachweise erfüllt sind.

Grundlage der Berechnungen ist das semiprobabilistische Bemessungskonzept mit Teilsicherheitsbeiwerten der Geotechnik-Norm EN 1997-1: Neben dem reinen Eurocode sind auch die nationalen Anhänge für Österreich (ÖNORM B 1997-1-1) und Deutschland (DIN EN 1997-1/NA) implementiert. Dabei kommen Teilsicherheitsbeiwerte für Beanspruchungen (γ_E), für Einwirkungen (γ_F), für Bodenkenngrößen (γ_M) und für Widerstände (γ_R) zur Anwendung. Bei den Einwirkungen (Lasten) unterscheidet man günstige und ungünstige sowie ständige und veränderliche. Unabhängige veränderliche Einwirkungen werden mit den Kombinationsbeiwerten ψ_0 kombiniert, wobei der worst case maßgebend ist.

Ferner können Sie noch die alten Normen mit den pauschalen Sicherheitsbeiwerten verwenden – allerdings nur, um frühere Berechnungen nachvollziehen zu können.

Die Eingabe verteilt sich auf die Registerkarten **Allgemein**, **Kennwerte**, **Abmessungen** und **Lasten**, die Ergebnisse stehen auf der Registerkarte **Ergebnis**. Welche Normen und Nachweise das Programm verwendet, beschreibt Berechnungsgrundlagen.

1.1 Berechnungsgrundlagen

Das Programm rechnet eine Winkelstützmauer als ebenes System für 1 m Mauerlänge. Es weist die Standsicherheit nach und bemisst Mauer und Fundament aus Stahlbeton.

1.1.1 Rechenverfahren

Verfahren	Wirkung
Prüfen	Das Programm führt die Nachweise für die eingegebenen Abmessungen aus.
Iterieren	Ist ein Nachweis nicht erfüllt, verlängert das Programm das Fundament um jeweils 5 cm und rechnet neu. Nach 1000 Schritten (50 m Verlängerung) bricht es ohne Ergebnis ab.

Wie das Fundament beim Iterieren wächst, wählen Sie auf der Registerkarte Allgemein.

1.1.2 Normen für Geotechnik

Norm	Sicherheitskonzept
Ohne Teilsicherheiten	Globale Sicherheiten. Nur noch zum Nachvollziehen älterer Berechnungen gedacht.
EN 1997-1	Teilsicherheitsbeiwerte nach Eurocode 7 ohne nationalen Anhang.
ÖNORM B1997-1-1	Teilsicherheitsbeiwerte nach dem österreichischen Anhang.
DIN EN 1997-1/NA	Teilsicherheitsbeiwerte nach dem deutschen Anhang.

Bei den Normen mit Teilsicherheiten setzt das Programm für die Bodenkenngrößen γ_M = 1,00 an (Nachweisverfahren 2). Teilsicherheitsbeiwerte wirken auf die Beanspruchungen, Einwirkungen und auf die Widerstände.

Die Lasten geben Sie als charakteristische Werte (Gebrauchslasten) ein, getrennt nach ständig und veränderlich. Veränderliche Einwirkungen gibt es fünf: Auflast auf Mauer, Auflast auf schrägem Gelände, Auflast auf ebenem Gelände, Horizontalkraft und Moment. Jede davon ist einmal Leiteinwirkung mit $\psi 0 = 1{,}0$, die übrigen gehen mit $\psi 0 = 0{,}8$ ein. Die beiden Geländeauflasten werden zusätzlich jeweils mit und ohne Ansatz untersucht. So entstehen 20 Lastfälle; maßgebend ist der ungünstigste. Bei **Ohne Teilsicherheiten** gilt $\psi 0 = 1{,}0$ für alle Lasten und es gibt nur einen Lastfall.

1.1.3 Teilsicherheitsbeiwerte

Die Werte hängen bei ÖNORM B1997-1-1 und DIN EN 1997-1/NA von der **Bemessungssituation** ab. Bei EN 1997-1 gelten immer die Werte der ständigen Situation. Die Spalten bedeuten: BS 1 ständig, BS 2 vorübergehend, BS 3 außergewöhnlich, BS 4 bei Erdbeben (nur DIN EN 1997-1/NA).

Beiwert	EN 1997-1	ÖNORM B1997-1-1 (BS 1 / 2 / 3)	DIN EN 1997-1/NA (BS 1 / 2 / 3 / 4)
γ_G ständige Einwirkung	1,35	1,35 / 1,20 / 1,00	1,35 / 1,20 / 1,10 / 1,00
γ_Q veränderliche Einwirkung	1,50	1,50 / 1,30 / 1,00	1,50 / 1,30 / 1,10 / 1,00
$\gamma_{G,dst}$ Kippen, ständig ungünstig	1,10	1,10 / 1,05 / 1,00	1,10 / 1,05 / 1,00 / 1,00
$\gamma_{G,stb}$ Kippen, ständig günstig	0,90	0,90 / 0,90 / 0,95	0,90 / 0,90 / 0,95 / 0,95
$\gamma_{Q,dst}$ Kippen, veränderlich	1,50	1,50 / 1,25 / 1,00	1,50 / 1,25 / 1,00 / 1,00
$\gamma_{R,v}$ Grundbruch	1,40	1,40 / 1,30 / 1,20	1,40 / 1,30 / 1,20 / 1,00
$\gamma_{R,h}$ Gleiten	1,10	1,10 / 1,10 / 1,10	1,10 / 1,10 / 1,10 / 1,00
$\gamma_{R,e}$ Erdwiderstand	1,40	1,40 / 1,30 / 1,20	1,40 / 1,30 / 1,20 / 1,00

Die Beiwerte für das Kippen (EQU) sind bei DIN EN 1997-1/NA je Bemessungssituation verschieden und gleich denen der ÖNORM B1997-1-1; bei Erdbeben gelten die Werte der außergewöhnlichen Situation.

Bei DIN EN 1997-1/NA und **Ruhedruck** hinter der Mauer gelten abweichende Werte: Den Erdruhedruck beaufschlagt das Programm mit $\gamma_G = 1{,}20 / 1{,}10 / 1{,}00 / 1{,}00$ (BS 1 bis 4), die Auflasten gehen in den Lastkombinationen mit $\gamma_G = \gamma_Q = 1{,}00$ ein. Für V_d im Grundbruchnachweis und für die Bemessung der Mauer (dort auch bei d1, siehe Erddruckbelastung auf die Wand) verwendet das Programm den Beiwert für den Erdruhedruck anstelle von γ_G und für veränderliche Lasten γ_Q.

1.1.4 Nachweise

Nachweis	Grenzwert
Kippen	Sicherheit ≥ 1,0; bei **Ohne Teilsicherheiten** ≥ 1,5. Wird immer geführt.
Gleiten	Sicherheit ≥ 1,0; bei **Ohne Teilsicherheiten** ≥ 1,5. Nur mit **Gleitsicherheit berücksichtigen**.
Tragfähigkeit des Baugrunds	Eine der Varianten der nächsten Tabelle.
Klaffende Fuge	Die Sohlfuge darf höchstens bis zur Fundamentmitte klaffen. Mit **klaffende Sohlfuge verhindern** darf sie gar nicht klaffen.

Tragfähigkeit	Verfügbar bei	Nachweis
zulässige Kantenpressung eingeben	allen Normen	Größte Kantenpressung ≤ eingegebene **max. zulässige Kantenpressung**.
zul. mittlere Bodenspannung nach ÖN B 4435-1 ermitteln	Ohne Teilsicherheiten mit Bemessungsnorm ÖNORM B4700	Mittlere Sohlspannung auf der reduzierten Breite b' = c − 2·e ≤ zulässige Bodenpressung nach ÖNORM B 4435-1, bei Grundwasser abgemindert.
Grundbruch nach ÖNORM B 4435-2 rechnen	Ohne Teilsicherheiten mit Bemessungsnorm ÖNORM B4700	Normalkraft ≤ Grundbruchlast nach ÖNORM B 4435-2, bei Grundwasser mit den Wichten unter Auftrieb.
Grundbruch nach EN 1997-1 bzw. nat. Anhängen rechnen	EN 1997-1, ÖNORM B1997-1-1, DIN EN 1997-1/NA	Bemessungswert der Sohldruckkraft V_d ≤ Grundbruchwiderstand $R_d = R_k / \gamma_{R,v}$. V_d enthält die Eigengewichte und ständigen Lasten mit γ_G, die veränderliche Auflast auf der Mauer mit γ_Q und die Geländeauflasten über dem Rücksprung mit einem aus γ_G und γ_Q gemittelten Beiwert. Verfahren: bei EN 1997-1 nach Anhang D, bei ÖNORM B1997-1-1 nach ÖNORM B 1997-1-2, bei DIN EN 1997-1/NA nach DIN 4017. Sohl- und Geländeneigung setzt das Programm dabei zu 0, als Einbindetiefe die Fundamentdicke plus Geländehöhe vorne, als Reibungswinkel den kleineren Wert aus innerem Reibungswinkel und Sohlreibungswinkel.

Die Kantenpressung, die Ausmitte und die Lastneigung für den Grundbruch ermittelt das Programm aus den Lasten ohne Teilsicherheitsbeiwerte. Mit der Normalkraft N, der Fundamentbreite c und der Ausmitte e gilt:

- für $|e| < c/6$: $\sigma = N/c \cdot (1 \pm 6 \cdot e/c)$
- für $c/6 \le |e| < c/2$: $\sigma_{max} = 2 \cdot N / (3 \cdot (c/2 - |e|))$, die Sohlfuge klafft auf der Länge $c - 3 \cdot (c/2 - |e|)$.

Die Einzelheiten und die Ausgabe stehen unter Nachweise.

1.1.5 Erddruck und Grundwasser

Den aktiven Erddruck berechnet das Programm nach Coulomb, den Erdruhedruck bei den Normen mit Teilsicherheiten mit $K_0 = (1 - \sin \varphi) \cdot (1 + \sin \beta)$, bei **Ohne Teilsicherheiten** mit $K_0 = 1 - \sin(\varphi - \beta)$. Grundwasser können Sie bei allen Normen und Tragfähigkeitsnachweisen berücksichtigen, ausgenommen **EN 1997-1** zusammen mit dem Grundbruchnachweis, siehe Kennwerte. Der Wasserdruck wird mit $\gamma_w = 10$ kN/m³ gerechnet. Den Wasserdruck hinter der Mauer und den Auftrieb setzt das Programm als ständige ungünstige Einwirkung an, den Wasserdruck vor der Mauer als ständige günstige Einwirkung mit dem Faktor 1,0.

1.1.6 Bemessung

Das Programm bemisst die Mauer in den Zehntelpunkten sowie Fundamentvorsprung und -rücksprung nach der gewählten **Norm für Bemessung**. Bei **Ohne Teilsicherheiten** und den Bemessungsnormen ÖNORM B4700, DIN1045-1, ÖNORM B1992-1-1 oder DIN EN 1992-1-1/NA werden die Schnittgrößen dafür mit dem Wert **Teilsicherheiten** der Registerkarte Lasten multipliziert. Bei den Normen mit Teilsicherheiten übergibt das Programm für die Bemessung der Mauer die Geländeauflasten charakteristisch an die Erddruckberechnung und multipliziert den Erddruck aus Boden und Geländeauflast mit einem aus γ_G und γ_Q gemittelten Beiwert (nur γ_G, wenn keine veränderliche Geländeauflast ungünstig wirkt). Die Momente in Fundamentvorsprung und -rücksprung multipliziert es mit γ_G bzw. mit $(\gamma_G + \gamma_Q) / 2$, wenn veränderliche Lasten vorhanden sind (siehe Nachweise).

1.1.7 Bodenkennwerte

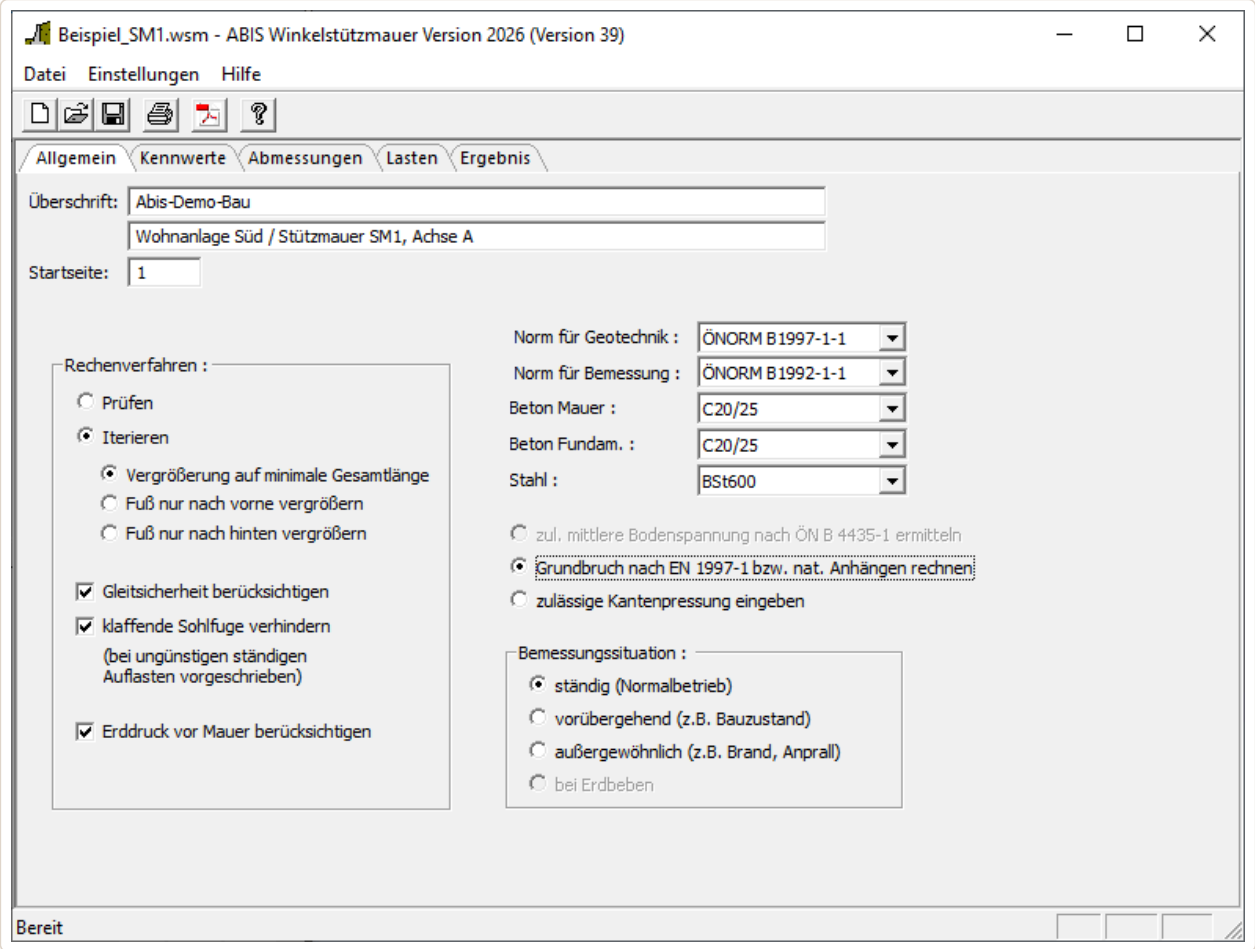
Die Berechnung verliert ihren Zweck, wenn unreell hohe Bodenwerte zum Erreichen von günstigen Abmessungen eingesetzt werden.

2 Eingabe

Die Eingabe ist auf vier Registerkarten verteilt: Allgemein, Kennwerte, Abmessungen und Lasten. Sie wechseln durch Klick auf den Reiter. Die Wahl von Norm und Nachweisart auf der Registerkarte **Allgemein** bestimmt, welche Felder auf den übrigen Karten angezeigt und aktiv sind. Füllen Sie die Karten deshalb am besten von links nach rechts aus. Die Ergebnisse sehen Sie auf der Registerkarte Ergebnis.

2.1 Registerkarte Allgemein

Auf der Registerkarte **Allgemein** geben Sie die Projektdaten ein und wählen Rechenverfahren, Normen, Baustoffe und die Art des Tragfähigkeitsnachweises. Diese Auswahl bestimmt, welche Felder auf den Registerkarten Kennwerte und Lasten erscheinen.



Registerkarte Allgemein

2.1.1 Projekt

Eingabefeld	Zweck
Überschrift	Zwei Zeilen Projektüberschrift mit je bis zu 80 Zeichen. Sie stehen im Ausdruck über den Ergebnissen.

Eingabefeld	Zweck
Startseite	Erste Seitennummer im Ausdruck.

2.1.2 Rechenverfahren

Element	Zweck
Prüfen	Führt die Nachweise für die eingegebenen Abmessungen aus.
Iterieren	Verlängert das Fundament in Schritten von 5 cm, bis alle Nachweise erfüllt sind (Vorgabe).
Vergrößerung auf minimale Gesamtlänge	Nur bei **Iterieren**. Ist die Gleitsicherheit erfüllt, wird der Vorsprung verlängert, sonst der Rücksprung (Vorgabe).
Fuß nur nach vorne vergrößern	Nur bei **Iterieren**. Verlängert nur den Vorsprung.
Fuß nur nach hinten vergrößern	Nur bei **Iterieren**. Verlängert nur den Rücksprung.
Gleitsicherheit berücksichtigen	Führt den Gleitsicherheitsnachweis (Vorgabe: ein).
klaffende Sohlfuge verhindern	Die Sohlfuge darf nicht klaffen (Vorgabe: ein). Ohne diese Option darf sie bis zur Fundamentmitte klaffen. Der Hinweis **(bei ungünstigen ständigen Auflasten vorgeschrieben)** erinnert an die Normforderung. Ist die Option aus, gibt es eine ständige Auflast auf dem Gelände, eine ständige Horizontalkraft oder ein ständiges Moment (Wert > 0) und klafft die Sohlfuge, bewertet das Programm die Sohlfuge in den Prüfungen mit „nicht normgemäß“.
Erddruck vor Mauer berücksichtigen	Setzt Erddruck auf die Vorderseite der Mauer an. Die Art wählen Sie auf der Registerkarte Lasten (Vorgabe: aus).

Beim **Prüfen** mit einer Norm mit Teilsicherheiten kann für Kippen, Gleiten und Grundbruch jeweils ein anderer Lastfall maßgebend sein. Dann fragt das Programm im Dialog **Worst case rechnen / drucken für folgende Nachweise**, für welchen Nachweis der ungünstigste Lastfall ausgegeben werden soll. Siehe Nachweise.

2.1.3 Normen und Baustoffe

Eingabefeld	Zweck
Norm für Geotechnik :	**Ohne Teilsicherheiten**, **EN 1997-1**, **ÖNORM B1997-1-1** (Vorgabe) oder **DIN EN 1997-1/NA**. Siehe Berechnungsgrundlagen.
Norm für Bemessung :	**ÖNORM B4200**, **ÖNORM B4700**, **DIN1045**, **DIN1045-1**, **ÖNORM B1992-1-1** (Vorgabe) oder **DIN EN 1992-1-1/NA**.
Beton Mauer :	Betonfestigkeitsklasse der Mauer. Die Auswahl hängt von der Bemessungsnorm ab (Vorgabe C20/25).
Beton Fundam. :	Betonfestigkeitsklasse des Fundaments (Vorgabe C20/25).
Stahl :	Betonstahl (Vorgabe BSt550).

Wenn Sie die **Norm für Geotechnik** wechseln, passt das Programm eine unverträgliche Bemessungsnorm an:

- **Ohne Teilsicherheiten**: Die Bemessungsnorm wird auf ÖNORM B4700 gesetzt.
- **ÖNORM B1997-1-1**: Eine DIN-Bemessungsnorm wird durch ÖNORM B1992-1-1 ersetzt.

- **DIN EN 1997-1/NA**: Eine ÖNORM-Bemessungsnorm wird durch DIN EN 1992-1-1/NA ersetzt.

Beim Wechsel der Bemessungsnorm sucht das Programm Beton und Stahl mit gleicher Festigkeit in der neuen Norm.

2.1.4 Tragfähigkeit des Baugrunds

Option	Verfügbar bei
zul. mittlere Bodenspannung nach ÖN B 4435-1 ermitteln	Nur **Ohne Teilsicherheiten** mit Bemessungsnorm ÖNORM B4700.
Grundbruch nach ÖNORM B 4435-2 rechnen	**Ohne Teilsicherheiten** mit Bemessungsnorm ÖNORM B4700.
Grundbruch nach EN 1997-1 bzw. nat. Anhängen rechnen	**EN 1997-1**, **ÖNORM B1997-1-1** und **DIN EN 1997-1/NA**. Die Beschriftung der Grundbruch-Option wechselt je nach Norm. Vorgabe für neue Projekte.
zulässige Kantenpressung eingeben	Allen Normen. Bei **Ohne Teilsicherheiten** mit einer anderen Bemessungsnorm als ÖNORM B4700 ist nur diese Option möglich.

Welche Norm die Grundbruchberechnung verwendet, steht unter Berechnungsgrundlagen.

Bei **EN 1997-1** zusammen mit **Grundbruch nach EN 1997-1 bzw. nat. Anhängen rechnen** ist Grundwasser nicht möglich. Wählen Sie diese Kombination, schaltet das Programm ein eingegebenes Grundwasser aus, spätestens zu Beginn der Berechnung, und weist beim Aufbereiten der Ausgabe darauf hin (siehe Kennwerte).

2.1.5 Bemessungssituation

Die Gruppe **Bemessungssituation :** erscheint nur bei **ÖNORM B1997-1-1** und **DIN EN 1997-1/NA**. Sie bestimmt die Teilsicherheitsbeiwerte.

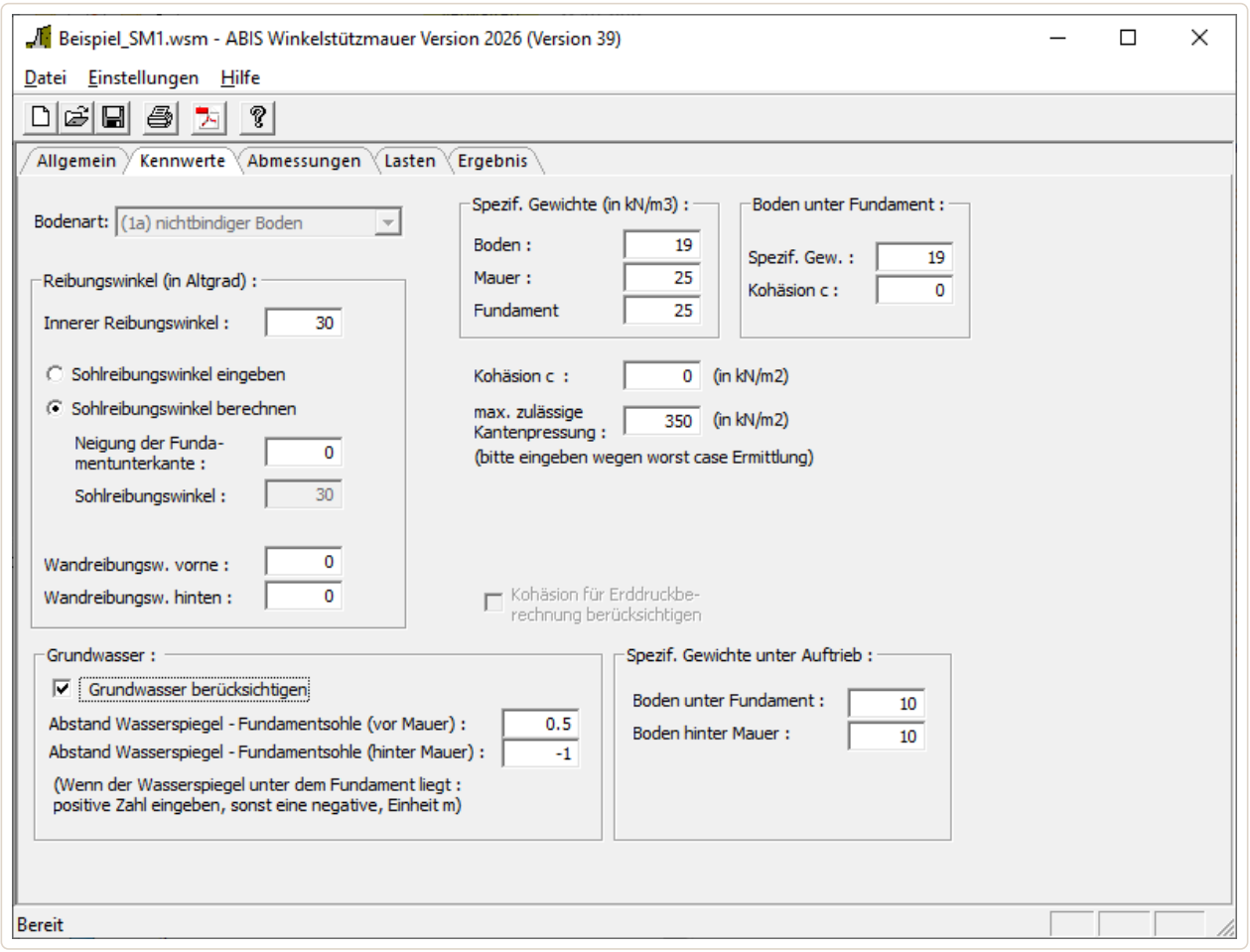
Option	Verfügbar bei
ständig (Normalbetrieb)	beiden Normen (Vorgabe).
vorübergehend (z.B. Bauzustand)	beiden Normen.
außergewöhnlich (z.B. Brand, Anprall)	beiden Normen.
bei Erdbeben	nur DIN EN 1997-1/NA.

Bei den anderen Normen rechnet das Programm mit der ständigen Situation.

Norm für Geotechnik, **Norm für Bemessung**, Beton und Stahl können Sie mit **Einstellungen › Einstellungen speichern** als Vorgabe für neue Projekte speichern.

2.2 Registerkarte Kennwerte

Auf der Registerkarte **Kennwerte** geben Sie Reibungswinkel, Wichten, Kohäsion, die Grenzwerte für den Baugrund und das Grundwasser ein. Welche Felder sichtbar und aktiv sind, hängt von der Norm und der Art des Tragfähigkeitsnachweises auf der Registerkarte Allgemein ab.



Registerkarte Kennwerte mit Grundwasser

2.2.1 Bodenart und Reibungswinkel

Die Winkel stehen in der Gruppe **Reibungswinkel (in Altgrad) :**.

Eingabefeld	Zweck
Bodenart:	Nur aktiv bei **zul. mittlere Bodenspannung nach ÖN B 4435-1 ermitteln**. Auswahl einer der acht Bodenarten der ÖNORM B 4435-1 (siehe unten). Die Auswahl setzt den inneren Reibungswinkel, die Wichte und die Kohäsion des Bodens.
Innerer Reibungswinkel :	Reibungswinkel φ des Bodens in Altgrad (Vorgabe 30).
Sohlreibungswinkel eingeben	Sie geben den Sohlreibungswinkel direkt ein.
Sohlreibungswinkel berechnen	Das Programm berechnet den Sohlreibungswinkel aus dem inneren Reibungswinkel und der Neigung der Fundamentunterkante (Vorgabe).
Neigung der Fundamentunterkante :	Neigung α der Fundamentsohle in Altgrad, 0 bis 2/3 des inneren Reibungswinkels. Nur bei **Sohlreibungswinkel berechnen**.
Sohlreibungswinkel :	Sohlreibungswinkel in Altgrad. Bei **Sohlreibungswinkel berechnen** wird er angezeigt und ist gesperrt.
Wandreibungsw. vorne :	Wandreibungswinkel an der Vorderseite in Altgrad (Vorgabe 0). Bei passivem Erddruck wird er in der Regel negativ eingegeben. Bei einem positiven Wert erscheint ein Hinweis.

Eingabefeld	Zweck
Wandreibungsw. hinten :	Wandreibungswinkel an der Rückseite in Altgrad (Vorgabe 0). Bei aktivem Erddruck liegt er in der Regel zwischen 0 und 2/3 φ.

Sohlreibungswinkel bei geneigter Sohle

Wird das Gleiten maßgebend, können Sie die Fundamentsohle schräg stellen. Das Programm verwendet die Sohlneigung nur für den Gleitnachweis, nicht für die Geometrie des Fundaments.

Mit dem inneren Reibungswinkel ρ und der Sohlneigung α gilt für die aufnehmbare Tangentialkraft T bei der Normalkraft R:

- waagrechte Sohle: $T = R \cdot \tan \rho$
- geneigte Sohle: $T = R \cdot (\tan \rho \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) = R \cdot \tan \rho_s$

Daraus folgt der Sohlreibungswinkel $\rho_s = \arctan(\tan \rho \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)$, den das Programm auf zwei Nachkommastellen gerundet anzeigt. Bei **zul. mittlere Bodenspannung nach ÖN B 4435-1 ermitteln** nimmt es für ρ den Reibungswinkel der gewählten Bodenart.

Im Gleitnachweis rechnet das Programm bei geneigter Sohle mit diesem Sohlreibungswinkel ρ_s und den Summen der vertikalen und horizontalen Kräfte (siehe Nachweise).

Die Sohlneigung darf höchstens 2/3 des inneren Reibungswinkels betragen. Die Wandreibungswinkel dürfen betragsmäßig nicht größer als der innere Reibungswinkel sein. Sonst rechnet das Programm nicht und meldet einen Fehler bei der Datenprüfung, siehe Meldungen.

Beispiel für ρ = 30°:

α	ρ_s
10°	36,6°
15°	39,2°
20°	41,5°

Beim Erdruhedruck hinter der Mauer ersetzt das Programm den eingegebenen Wandreibungswinkel: Es setzt ihn gleich der Geländeneigung, bei ÖNORM B1997-1-1 gleich 0. Vor der Mauer gilt bei Ruhedruck ein Wandreibungswinkel von 0.

2.2.2 Wichten und Kohäsion

Boden :, **Mauer :** und **Fundament :** stehen in der Gruppe **Spezif. Gewichte (in kN/m3) :**, die Werte für den Boden unter der Sohle in der Gruppe **Boden unter Fundament :**.

Eingabefeld	Zweck
Boden :	Wichte des Bodens hinter und vor der Mauer in kN/m3 (Vorgabe 20).
Mauer :	Wichte des Betons der Mauer in kN/m3 (Vorgabe 25).
Fundament :	Wichte des Betons des Fundaments in kN/m3 (Vorgabe 25).
Spezif. Gew. :	Gruppe **Boden unter Fundament :**: Wichte des Bodens unter der Sohle in kN/m3 (Vorgabe 20). Nur bei den Grundbruch-Optionen und bei ÖNORM B 4435-1; dort aus der Bodenart übernommen und gesperrt.
Kohäsion c :	Gruppe **Boden unter Fundament :**: Kohäsion des Bodens unter der Sohle in kN/m2 (Vorgabe 0). Sichtbarkeit wie **Spezif. Gew. :**.
Kohäsion c :	Kohäsion des Bodens hinter der Mauer in kN/m2 (Vorgabe 0).
Kohäsion für Erddruckberechnung berücksichtigen	Setzt die Kohäsion beim aktiven Erddruck an. Bei **Ruhedruck** und beim Mittelwert aus Ruhe- und aktivem Erddruck rechnet das Programm ohne Kohäsion; ist die Option dabei eingeschaltet, schaltet

Eingabefeld	Zweck
	das Programm sie aus und weist beim Aufbereiten der Ausgabe in einem Meldungsfenster darauf hin (siehe Meldungen). Bei Grundwasser ist die Option gesperrt.

2.2.3 Grenzwerte für den Baugrund

Eingabefeld	Zweck
max. zulässige Kantenpressung :	Zulässige Kantenpressung in kN/m2 (Vorgabe 350). Das Feld wird immer angezeigt. Bei den anderen Tragfähigkeitsnachweisen bestimmt das Programm mit diesem Wert die maßgebende Lastkombination (siehe Nachweise). Deshalb steht bei EN 1997-1, ÖNORM B1997-1-1 und DIN EN 1997-1/NA mit der Grundbruch-Option darunter der Hinweis **(bitte eingeben wegen worst case Ermittlung)**. Geben Sie dann einen realistischen Wert ein.
Erhöhungs- / Abminderungsfaktor :	Nur bei ÖNORM B 4435-1. Faktor auf die zulässige mittlere Bodenpressung (Vorgabe 1).
gamma_gamma (Wichte) :	Nur bei **Grundbruch nach ÖNORM B 4435-2 rechnen**. Teilsicherheit γ_γ auf die Wichte (Vorgabe 1).
gamma_c (Kohäsion) :	Wie oben, Teilsicherheit γ_c auf die Kohäsion (Vorgabe 1,3).
gamma_phi (Reibung) :	Wie oben, Teilsicherheit γ_φ auf tan φ (Vorgabe 1,3).

Bodenarten nach ÖNORM B 4435-1

Bodenart	Wichte [kN/m3]	φ [°]	c [kN/m2]
(1a) nichtbindiger Boden	20	35,0	0
(2a) Schluff	18	27,5	0
(3a) steifer gemischtkörniger Boden	20	25,0	0
(4a) halbfester gemischtkörn. Boden	20	25,0	10
(5a) steifer Schluff - Ton	18	22,5	0
(6a) halbfester Schluff - Ton	18	22,5	10
(7a) steifer Ton	18	20,0	0
(8a) halbfester Ton	18	20,0	10

Die zulässige Bodenpressung ist der kleinere Wert aus einem Grundbruchanteil und dem Setzungsanteil der Diagramme der Norm. Die reduzierte Fundamentbreite $b' = c - 2 \cdot e$ muss zwischen 0,3 m und 3,0 m liegen. Eine horizontale Last mindert den Wert mit dem Faktor $(1 - H/V)^{2,5}$.

2.2.4 Grundwasser

Die Gruppe **Grundwasser :** ist bei allen Normen und Tragfähigkeitsnachweisen aktiv. Nur bei **EN 1997-1** zusammen mit **Grundbruch nach EN 1997-1 bzw. nat. Anhängen rechnen** ist sie gesperrt; das Programm schaltet ein eingegebenes Grundwasser dann aus, spätestens zu Beginn der Berechnung, und weist beim

Aufbereiten der Ausgabe in einem Meldungsfenster darauf hin (siehe Meldungen). Die Wichten unter Auftrieb stehen in der Gruppe **Spezif. Gewichte unter Auftrieb :**.

Eingabefeld	Zweck
Grundwasser berücksichtigen	Schaltet die Berechnung mit Grundwasser ein (Vorgabe: aus).
Abstand Wasserspiegel - Fundamentsohle (vor Mauer) :	Abstand in m (Vorgabe 0). Liegt der Wasserspiegel unter der Sohle, geben Sie eine positive Zahl ein, sonst eine negative. Der Spiegel kann höchstens bis zur Mauerkrone reichen.
Abstand Wasserspiegel - Fundamentsohle (hinter Mauer) :	Wie oben, der Wasserspiegel hinter der Mauer darf aber über die Mauerhöhe hinausreichen.
Boden unter Fundament :	Wichte unter Auftrieb des Bodens unter der Sohle in kN/m3 (Vorgabe 10). Sie geht in den Grundbruchnachweis ein.
Boden hinter Mauer :	Wichte unter Auftrieb des Bodens hinter der Mauer in kN/m3 (Vorgabe 10). Der Wert gilt auch für den Boden vor der Mauer.

Der Spiegel vor der Mauer darf nicht höher liegen als der hinter der Mauer. Geben Sie vorne einen höheren Spiegel ein, übernimmt das Programm ihn auch für hinten. Liegt der Spiegel hinter der Mauer höher als die doppelte Mauerhöhe, erscheint eine Warnung.

Eine Wichte unter Auftrieb muss größer als 0 und kleiner als die zugehörige Wichte sein, sonst setzt das Programm sie auf die Wichte minus 10 (mindestens 1). Umgekehrt muss bei Grundwasser jede Wichte größer als die Wichte unter Auftrieb sein.

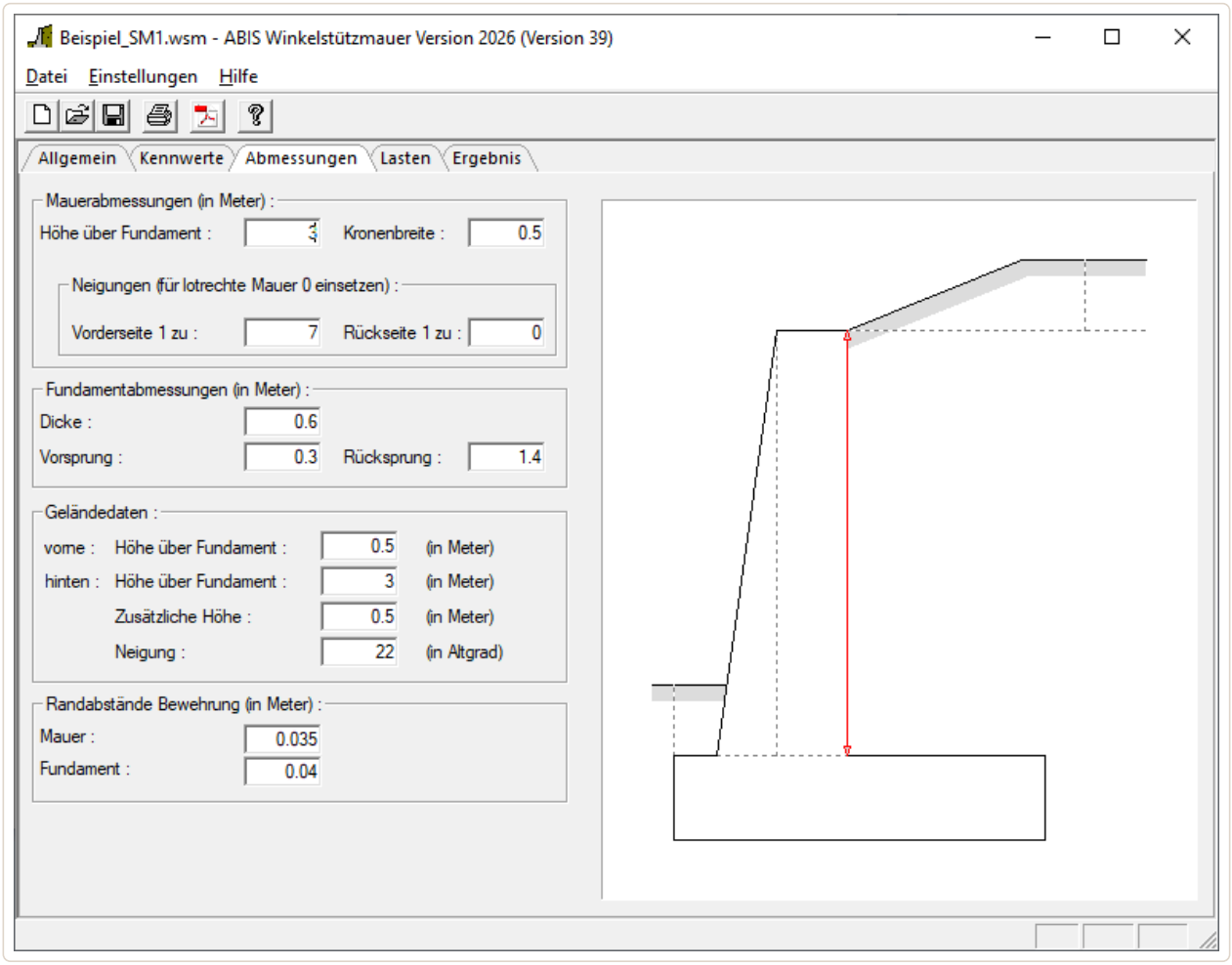
Mit Grundwasser rechnet das Programm:

- Wasserdruck seitlich, dreieckförmig mit $W = \gamma_w \cdot h^2 / 2$ und $\gamma_w = 10\ kN/m^3$ (h = Höhe des Wasserspiegels über der Sohle). Reicht der Spiegel über die Mauerkrone, ist die Druckfigur ein Trapez. Den Wasserdruck hinter der Mauer setzt das Programm als ständige ungünstige Einwirkung an (γ_G, beim Kippen $\gamma_{G,dst}$), den Wasserdruck vor der Mauer als ständige günstige Einwirkung (Faktor 1,0, beim Kippen $\gamma_{G,stb}$).
- Gewicht des Wassers über dem Fundament vor und hinter der Mauer.
- Sohlwasserdruck (Auftrieb) als Trapez über die Sohlbreite aus den beiden Wasserständen, als ständige ungünstige Einwirkung.
- Unterhalb des Spiegels verwendet es die Wichten unter Auftrieb, auch für den Erddruck.
- Für die Tragfähigkeit des Baugrunds den höheren der beiden Wasserspiegel: bei ÖNORM B 4435-1 als Abminderung der zulässigen Bodenpressung, bei den Grundbruchverfahren mit der Wichte **Boden unter Fundament :** unter Auftrieb (siehe Nachweise).

Mauer und Fundament rechnet das Programm immer mit der vollen Betonwichte. Bei hohem Grundwasser steigt der Wasserdruck deutlich stärker, als der Erddruck durch den Auftrieb abnimmt.

2.3 Registerkarte Abmessungen

Auf der Registerkarte **Abmessungen** geben Sie Mauer, Fundament, Gelände und die Randabstände der Bewehrung ein. Die Skizze rechts zeigt die aktuelle Eingabe maßstäblich. Das Maß, das Sie gerade bearbeiten, ist rot markiert. Reicht ein geneigtes Gelände hinter der Mauer im Verhältnis zum Fundament sehr weit nach hinten (Gelände zu breit), schneidet das Programm es in der Skizze ab, damit die Abmessungen der Mauer gut erkennbar bleiben.



Registerkarte Abmessungen

Vorsprung und Rücksprung sind beim **Iterieren** Mindestwerte, die das Programm vergrößern kann. Beim **Prüfen** sind sie die tatsächlichen Abmessungen.

2.3.1 Mauerabmessungen (in Meter)

Eingabefeld	Zweck
Höhe über Fundament :	Höhe der Mauer über der Fundamentoberkante (Vorgabe 4,0).
Kronenbreite :	Breite der Mauerkrone (Vorgabe 0,4).
Vorderseite 1 zu :	Neigung der Vorderseite als 1 : n (Vorgabe 7). Für eine lotrechte Vorderseite geben Sie 0 ein.
Rückseite 1 zu :	Neigung der Rückseite als 1 : n (Vorgabe 0 = lotrecht). Ein negativer Wert neigt die Rückseite zum Erdreich hin.

Vorderseite 1 zu : und **Rückseite 1 zu :** stehen in der Gruppe **Neigungen (für lotrechte Mauer 0 einsetzen) :**. Ein kleineres n bedeutet eine flachere Neigung. Ist die Rückseite geneigt (n > 0), darf sie nicht flacher sein als die Vorderseite, und die Vorderseite darf dann nicht lotrecht sein. Sonst erscheint die Meldung „Die Neigung der Rückseite kann nicht flacher sein als die der Vorderseite!".

2.3.2 Fundamentabmessungen (in Meter)

Eingabefeld	Zweck
Dicke :	Dicke des Fundaments (Vorgabe 0,6).

Eingabefeld	Zweck
Vorsprung :	Überstand des Fundaments vor dem Mauerfuß (Vorgabe 0,3).
Rücksprung :	Überstand des Fundaments hinter dem Mauerfuß (Vorgabe 0,5).

2.3.3 Geländedaten

Eingabefeld	Zweck
vorne : Höhe über Fundament :	Geländehöhe vor der Mauer über der Fundamentoberkante in m (Vorgabe 0,5). Sie darf nicht größer sein als die Geländehöhe hinten und wird sonst darauf begrenzt.
hinten : Höhe über Fundament :	Geländehöhe hinter der Mauer über der Fundamentoberkante in m (Vorgabe = Mauerhöhe). Sie wird auf die Mauerhöhe begrenzt und ist mindestens so groß wie die Geländehöhe vorne.
Zusätzliche Höhe :	Höhe der Böschung hinter der Mauer über der Geländehöhe hinten in m (Vorgabe 0,5).
Neigung :	Neigung der Böschung in Altgrad (Anzeige „(in Altgrad)“) (Vorgabe 15).

Zusätzliche Höhe und **Neigung** hängen zusammen:

- Geben Sie bei einem der beiden Felder 0 ein, setzt das Programm auch das andere auf 0 und löscht die Auflast auf schrägem Gelände auf der Registerkarte Lasten.
- Geben Sie eine Höhe ein, während die Neigung 0 ist, setzt das Programm die Neigung auf 15°.
- Geben Sie eine Neigung ein, während die Höhe 0 ist, setzt das Programm die Höhe auf 0,5 m.

Die Neigung darf den inneren Reibungswinkel nicht überschreiten. Das Programm prüft das nicht bei der Eingabe, sondern vor der Berechnung. Es rechnet dann nicht und meldet im Ergebnis „Die Geländeneigung kann nicht größer sein als der innere Reibungswinkel!“. Weitere Prüfungen von Winkeln und Neigungen stehen unter Meldungen.

Verringern Sie die **Höhe über Fundament** der Mauer, passt das Programm Geländehöhen, die Höhe der Horizontalkraft und einen Wasserspiegel über der Mauerkrone an die neue Mauerhöhe an.

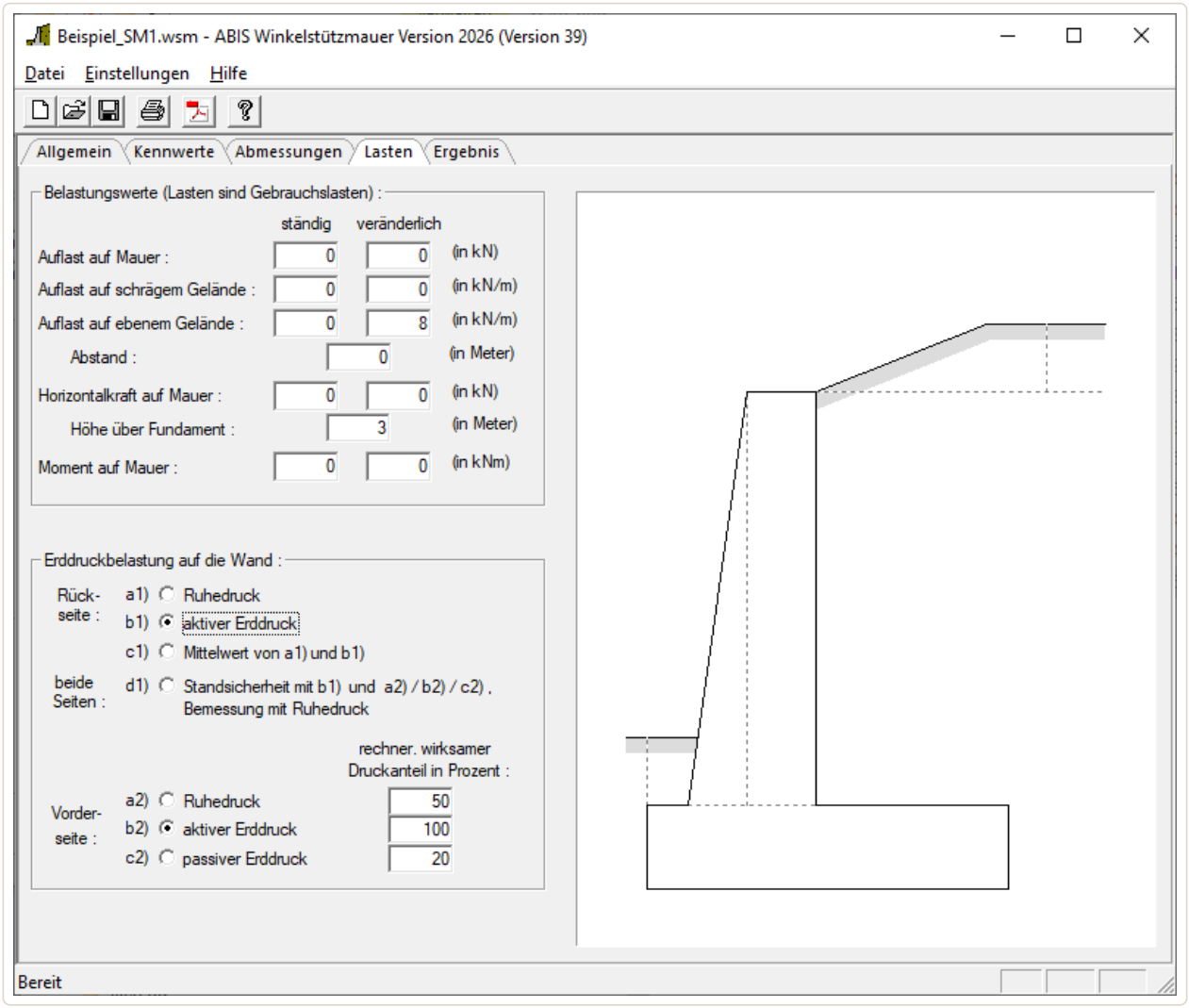
2.3.4 Randabstände Bewehrung (in Meter)

Eingabefeld	Zweck
Mauer :	Abstand vom Betonrand zum Schwerpunkt der Bewehrung in der Mauer (Vorgabe 0,035).
Fundament :	Abstand vom Betonrand zum Schwerpunkt der Bewehrung im Fundament (Vorgabe 0,04).

Der Randabstand gilt für beide Seiten des Querschnitts. Die Nutzhöhe ist die Querschnittsdicke minus Randabstand.

2.4 Registerkarte Lasten

Auf der Registerkarte **Lasten** geben Sie die äußeren Lasten und die Art des Erddrucks ein. Die Skizze rechts zeigt die Lasten; die aktuelle Eingabe ist rot markiert.



Registerkarte Lasten

2.4.1 Belastungswerte

Die Felder stehen in der Gruppe **Belastungswerte (Lasten sind Gebrauchslasten) :**. Alle Lasten sind Gebrauchslasten, also charakteristische Werte für 1 m Mauerlänge. Für jede Last gibt es ein Feld **ständig** und ein Feld **veränderlich**; die Einheit steht rechts daneben. Die Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte setzt das Programm selbst an, siehe Berechnungsgrundlagen.

Eingabefeld	Zweck
Auflast auf Mauer :	Vertikale Last auf die Mauerkrone in kN, in Kronenmitte. Positiv wirkt nach unten, negativ ist Zug. Zug setzt das Programm beim Kippnachweis als destabilisierend an.
Auflast auf schrägem Gelände :	Gleichmäßig verteilte Auflast auf der Böschung in kN/m. Nur aktiv, wenn auf der Registerkarte Abmessungen eine Geländeneigung eingegeben ist.
Auflast auf ebenem Gelände :	Gleichmäßig verteilte Auflast auf dem ebenen Gelände hinter der Mauer in kN/m.
Abstand :	Abstand in Meter, ab dem die Auflast auf ebenem Gelände beginnt. Nur aktiv, wenn keine Auflast auf schrägem Gelände eingegeben ist; sonst setzt das Programm ihn auf 0.

Eingabefeld	Zweck
Horizontalkraft auf Mauer :	Horizontalkraft in kN. Positiv wirkt sie von der Erdseite zur Luftseite (in der Skizze von rechts nach links).
Höhe über Fundament :	Angriffshöhe der Horizontalkraft über der Fundamentoberkante in Meter (Vorgabe 4,0). Ein Wert über der Mauerhöhe wird auf die Mauerhöhe begrenzt.
Moment auf Mauer :	Moment in kNm. Ein positives Moment dreht im gleichen Sinn wie eine positive Horizontalkraft.

Die Geländeauflasten untersucht das Programm bei den Normen mit Teilsicherheiten jeweils mit und ohne Ansatz, weil sie günstig oder ungünstig wirken können.

2.4.2 Erddruckbelastung auf die Wand

In der Gruppe **Erddruckbelastung auf die Wand :** wählen Sie unter **Rückseite :** (a1 bis c1), **beide Seiten :** (d1) und **Vorderseite :** (a2 bis c2).

Option	Zweck
a1) Ruhedruck	Erdruhedruck auf die Rückseite.
b1) aktiver Erddruck	Aktiver Erddruck auf die Rückseite (Vorgabe).
c1) Mittelwert von a1) und b1)	Mittelwert der Erddruckbeiwerte für Ruhedruck und aktiven Erddruck.
d1) Standsicherheit mit b1) und a2) / b2) / c2), Bemessung mit Ruhedruck	Für die Standsicherheit aktiver Erddruck hinten und der gewählte Druck vorne. Für die Bemessung Ruhedruck hinten und, wenn Erddruck vor der Mauer berücksichtigt wird, Ruhedruck mit dem Anteil von a2) vorne.
a2) Ruhedruck	Erdruhedruck auf die Vorderseite.
b2) aktiver Erddruck	Aktiver Erddruck auf die Vorderseite (Vorgabe).
c2) passiver Erddruck	Erdwiderstand auf die Vorderseite. Gesperrt, wenn hinten **Ruhedruck** gewählt ist.
rechner. wirksamer Druckanteil in Prozent :	Je ein Feld für a2), b2) und c2): Anteil des Drucks vor der Mauer, der angesetzt wird, 0 bis 100 (Vorgaben 50, 100 und 20).

Die Optionen a2) bis c2) und die Prozentfelder sind nur aktiv, wenn auf der Registerkarte Allgemein **Erddruck vor Mauer berücksichtigen** eingeschaltet ist.

Üblich sind Ruhedruck vor der Mauer zu Ruhedruck hinter der Mauer und passiver Erddruck vor der Mauer zu aktivem Erddruck hinter der Mauer. Ist vorne **aktiver Erddruck** wählbar, bedeutet das nur, dass Sie den rechnerisch wirksamen Anteil des Erdwiderstands in der Größenordnung des aktiven Erddrucks ansetzen. Der wirksame Anteil hängt vor allem von der Lagerungsdichte des Bodens vor der Mauer ab. Beachten Sie die Bestimmungen der Norm.

2.4.3 Teilsicherheiten

Eingabefeld	Zweck
Teilsicherheiten :	Nur bei **Ohne Teilsicherheiten** mit einer der Bemessungsnormen ÖNORM B4700, DIN1045-1, ÖNORM B1992-1-1 oder DIN EN 1992-1-1/NA. Faktor, mit dem das Programm die Schnittgrößen für die Stahlbetonbemessung multipliziert (Vorgabe 1,5).

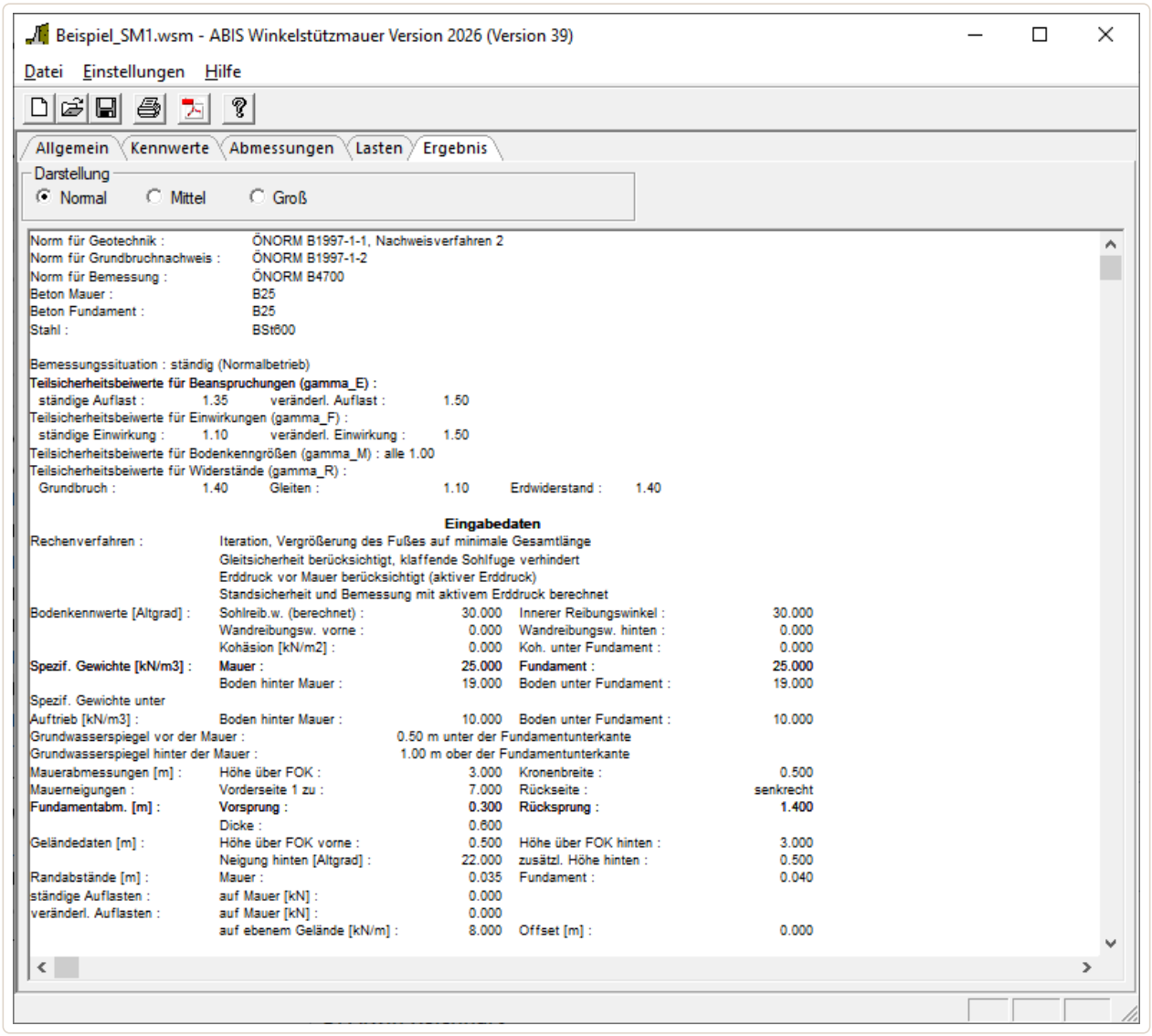
3 Ergebnisse

Das Ergebnis der Berechnung zeigt die Registerkarte **Ergebnis**. Ausdruck und PDF-Export enthalten dieselbe Ausgabe. Welche Teile erscheinen, legen Sie unter **Einstellungen › Druckoptionen** fest (siehe Druckoptionen).

Die folgenden Abschnitte beschreiben die Registerkarte und die einzelnen Teile der Ausgabe. Was das Programm nachweist, steht unter Nachweise, die Fehler- und Hinweistexte unter Meldungen.

3.1 Registerkarte Ergebnis

Die Registerkarte **Ergebnis** hat keine Eingaben. Sie zeigt die Ausgabe. Unter **Darstellung** wählen Sie die Anzeigegröße: **Normal**, **Mittel** oder **Groß**. Der Ausdruck bleibt davon unberührt.



Registerkarte Ergebnis

3.1.1 Aufbau der Ausgabe

Die Ausgabe enthält der Reihe nach:

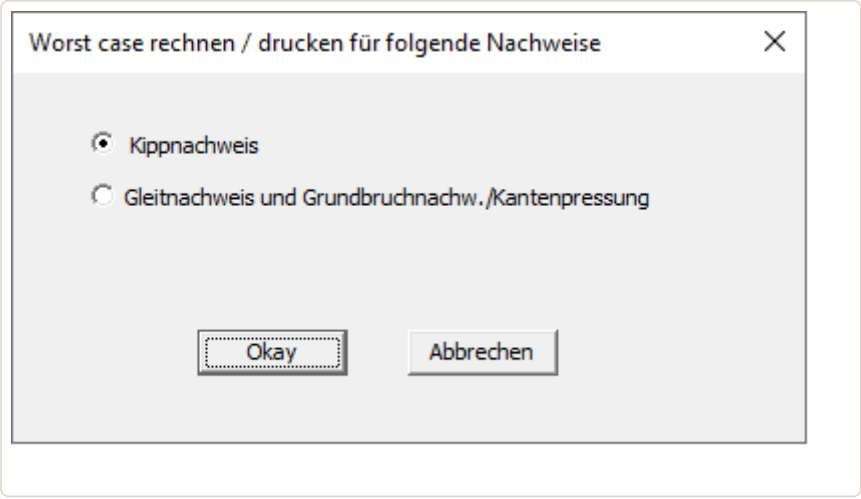
1. **Normen und Baustoffe**: **Norm für Geotechnik** (bei Normen mit Teilsicherheitsbeiwerten mit dem Zusatz „Nachweisverfahren 2"), bei der Option Grundbruch die **Norm für Grundbruchnachweis**, **Norm für Bemessung**, **Beton Mauer**, **Beton Fundament** und **Stahl**.
2. **Teilsicherheitsbeiwerte**: nur bei EN 1997-1, ÖNORM B 1997-1-1 und DIN EN 1997-1/NA. Bei ÖNORM B 1997-1-1 und DIN EN 1997-1/NA steht davor die **Bemessungssituation**. Es folgen die Zeilen für Beanspruchungen (γ_E), Einwirkungen (γ_F, mit der Zeile „ständige günstige Einwirk."), Bodenkenngrößen (γ_M, „alle 1.00") und Widerstände (γ_R). Im Ausdruck stehen die Beiwerte als „gamma_E", „gamma_F", „gamma_M" und „gamma_R". Unter γ_R stehen nur die Werte für die gerechneten Nachweise: Grundbruch, Gleiten und Erdwiderstand. Die Werte sind unter Nachweise aufgelistet.
3. **Eingabedaten**: nur mit der Druckoption **Eingabedaten**, siehe Eingabedaten (optional).
4. **Iterative Bestimmung der Fundamentabmessungen**: nur beim Rechenverfahren **Iterieren** und mit der Druckoption **Iterationsdaten**, siehe Iterationsdaten (optional).
5. **Grafik** der Mauer, siehe Graphische Ausgabe. Ohne die Druckoption **Eingabedaten** folgen darunter die Kennwerte, die nicht in der Grafik stehen.
6. **Ergebnisse zur Standsicherheit**, **Momente und Normalkräfte** und **Bemessung**: jeweils mit der entsprechenden Druckoption, siehe Numerische Ergebnisse (optional).

Ist ein Nachweis nicht erfüllt, endet die Ausgabe nach den Ergebnissen zur Standsicherheit. Das Programm gibt sie dann immer aus und schaltet dazu die Druckoption **Ergebnisse zur Standsicherheit** ein; die Option bleibt danach eingeschaltet. In der Tabelle **Prüfungen** sehen Sie, welcher Nachweis nicht erfüllt ist. Kann das Programm gar nicht rechnen, steht statt der Ausgabe nur eine Meldung (siehe Meldungen).

3.1.2 Maßgebende Lastkombination beim Prüfen

Bei EN 1997-1, ÖNORM B 1997-1-1 und DIN EN 1997-1/NA rechnet das Programm jede Mauer mit 20 Lastkombinationen (siehe Nachweise). Beim Rechenverfahren **Prüfen** sucht es die ungünstigste Kombination für jeden Nachweis getrennt: Kippen, Gleiten (nur mit **Gleitsicherheit berücksichtigen**) und Grundbruch bzw. Kantenpressung.

Ist das für alle Nachweise dieselbe Kombination, gibt das Programm sie ohne Rückfrage aus. Sonst öffnet es den Dialog **Worst case rechnen / drucken für folgende Nachweise**:



Dialog Worst case rechnen / drucken

Element	Bedeutung
Kippnachweis	Ausgabe für die ungünstigste Kombination des Kippnachweises.
Gleitnachweis	Ausgabe für die ungünstigste Kombination des Gleitnachweises.

Element	Bedeutung
Grundbruchnachweis / Kantenpressung	Ausgabe für die ungünstigste Kombination der Sohlpressung, ermittelt mit der **max. zulässige Kantenpressung** (auch bei der Grundbruch-Option).
Okay	Rechnet und gibt die gewählte Kombination aus.
Abbrechen	Bricht ab. Die Ausgabe zeigt „Abbruch durch Benutzer“.

Gehören zwei Nachweise zur selben Kombination, fasst das Programm sie in einer Option zusammen und passt die Beschriftung an, z. B. **Kippnachweis und Gleitnachweis** oder **Gleitnachweis und Grundbruchnachw./Kantenpressung**. Ohne Gleitnachweis heißt die zweite Option **Grundbruchnachw./Kantenpressung**.

Unter den Teilsicherheitsbeiwerten steht dann „Worst case Fall abgestimmt auf …“ mit dem gewählten Nachweis. Die Prüfungen in der Ausgabe gelten nur für diese Kombination; von ihr hängt auch der gemittelte Teilsicherheitsbeiwert des Erddrucks in der Bemessung der Mauer ab (siehe Nachweise). Der Dialog erscheint bei jeder neuen Aufbereitung der Ausgabe erneut. So können Sie nacheinander jeden Fall auswählen und ausgeben; haben Sie alle Fälle ausgegeben, schließen Sie den Dialog mit **Abbrechen**.

Beim Rechenverfahren **Iterieren** fragt das Programm nicht. Es verwendet die Kombination mit dem kleinsten Wert aus Kippsicherheit, Gleitsicherheit und Kantenpressungskriterium (siehe Nachweise).

3.1.3 Eingabedaten (optional)

Mit der Druckoption **Eingabedaten** (siehe Druckoptionen) gibt das Programm unter der Überschrift **Eingabedaten** alle Eingaben aus. Die Abkürzung FOK bedeutet Fundamentoberkante.

Zeile	Inhalt
Rechenverfahren	„Prüfung“ oder „Iteration“ mit der Art der Vergrößerung; ob die Gleitsicherheit berücksichtigt und die klaffende Sohlfuge verhindert oder zugelassen ist; ob der Erddruck vor der Mauer berücksichtigt ist (mit Ruhedruck, aktivem oder passivem Erddruck); mit welchem Erddruck Standsicherheit und Bemessung gerechnet sind.
Bodenkennwerte [Altgrad]	Sohlreibungswinkel (bei berechnetem Wert „Sohlreib.w. (berechnet)“), innerer Reibungswinkel, Wandreibungswinkel vorne und hinten, Kohäsion [kN/m2] (ohne **Kohäsion für Erddruckberechnung berücksichtigen** steht dort „ohne Koh.“). Bei den Optionen ÖNORM B 4435-1 und Grundbruch zusätzlich die Kohäsion unter dem Fundament.
Spezif. Gewichte [kN/m3]	Mauer, Fundament, Boden hinter der Mauer, bei ÖNORM B 4435-1 und Grundbruch auch Boden unter dem Fundament.
Spezif. Gewichte unter Auftrieb [kN/m3]	Nur mit Grundwasser: Boden hinter Mauer, bei ÖNORM B 4435-1 und Grundbruch auch Boden unter Fundament.
Grundwasserspiegel vor der Mauer / hinter der Mauer	Nur mit Grundwasser: Lage des Spiegels, z. B. „0.50 m unter der Fundamentunterkante“ oder „1.00 m ober der Fundamentunterkante“.
Mauerabmessungen [m]	Höhe über FOK, Kronenbreite.
Mauerneigungen	Vorderseite und Rückseite als 1 zu n oder „senkrecht“.
Fundamentabm. [m]	Vorsprung, Rücksprung und Dicke, wie eingegeben. Beim Iterieren stehen die errechneten Werte in der Grafik und den Iterationsdaten.
Geländedaten [m]	Höhe über FOK vorne und hinten, Neigung hinten [Altgrad], zusätzliche Höhe hinten.

Zeile	Inhalt
Randabstände [m]	Mauer und Fundament.
ständige Auflasten / **veränderl. Auflasten**	Auf Mauer [kN] immer; auf schrägem Gelände [kN/m] und auf ebenem Gelände [kN/m] mit Offset [m] nur, wenn nicht 0.
ständ. Horizontalkraft / **veränderl. Horizontalkr.**	Auf die Mauerkrone [kN] oder auf die Mauer mit der Höhe über FOK. Nur wenn nicht 0.
ständiges Moment / **veränderl. Moment**	Auf die Mauer [kNm]. Nur wenn nicht 0.

Ist die Sohlreibung aus einer geneigten Fundamentunterkante berechnet, steht bei den Bodenkennwerten „Geneigte Sohlfuge nur für Berechnung der Gleitsicherheit herangezogen."

Ohne diese Druckoption stehen die Kennwerte, die nicht in der Grafik zu sehen sind, in Kurzform unter der Grafik (siehe Graphische Ausgabe).

3.1.4 Iterationsdaten (optional)

Beim Rechenverfahren **Iterieren** und mit der Druckoption **Iterationsdaten** (siehe Druckoptionen) gibt das Programm die Tabelle **Iterative Bestimmung der Fundamentabmessungen** aus. Jede Zeile ist ein Iterationsschritt. Die letzte Zeile, fett gedruckt, enthält die errechneten Abmessungen. Beim Rechenverfahren **Prüfen** gibt es diese Tabelle nicht.

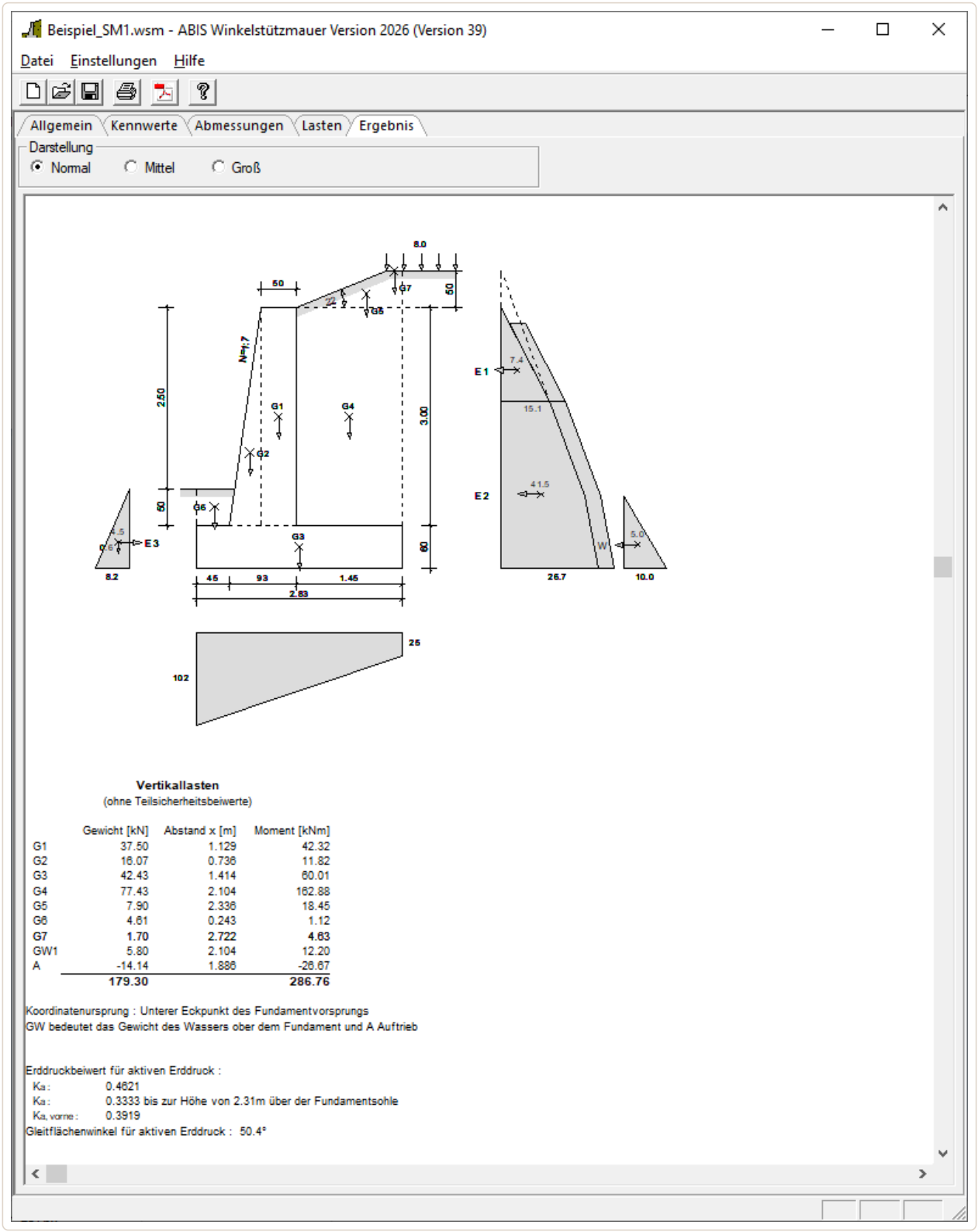
Spalte	Inhalt
Vorsprung	Fundamentvorsprung [m].
Rücksprung	Fundamentrücksprung [m].
Gleitsicherheit	Gleitsicherheit dieses Schritts.
Kippsicherheit	Kippsicherheit dieses Schritts.
Sigma1	Kantenpressung σ_1 an der Fundamentvorderseite [kN/m2].
Sigma2	Kantenpressung σ_2 an der Fundamenthinterseite [kN/m2].
Sohlfuge	Länge der klaffenden Sohlfuge [m].

Das Programm beginnt mit den eingegebenen Abmessungen und verlängert das Fundament in Schritten von 5 cm, bis alle Nachweise erfüllt sind (siehe Nachweise). Aus der Tabelle sehen Sie, welcher Nachweis die Abmessungen bestimmt.

Die Kantenpressungen und die Sohlfuge sind ohne Teilsicherheitsbeiwerte gerechnet. Die Kantenpressungen begrenzen die Iteration nur mit der Option **zulässige Kantenpressung eingeben**. Die Gleitsicherheit begrenzt sie nur mit **Gleitsicherheit berücksichtigen**, eine klaffende Sohlfuge nur mit **klaffende Sohlfuge verhindern** (siehe Allgemein). Unabhängig von den Optionen muss die Resultierende im Fundament liegen und die Sohlfuge darf höchstens die halbe Fundamentlänge erreichen.

3.1.5 Graphische Ausgabe

Die Grafik zeigt die Winkelstützmauer mit den errechneten Abmessungen. Sie steht immer in der Ausgabe, unabhängig von den Druckoptionen. Das Bild zeigt eine Mauer mit Erddruck vor der Mauer, Grundwasser hinter der Mauer und einer Auflast auf dem ebenen Gelände; darunter beginnt die Tabelle **Vertikallasten**.



Grafik der Winkelstützmauer in der Ausgabe

Inhalt der Grafik

Element	Darstellung
Mauer und Fundament	Umriss mit Bemaßung: Vorsprung, Mauer am Fuß und Rücksprung sowie die Gesamtlänge des Fundaments; Fundamentdicke, Geländehöhen und Kronenbreite.
Neigungen	Neigung der Mauervorder- und -rückseite als „N=1:n“, Geländeneigung hinten in Grad.
Gewichte	Schwerpunkte der Teilgewichte G1 bis G8 (Bedeutung siehe Numerische Ergebnisse (optional)).
Lasten	Auflast auf der Mauer, Auflast auf dem ebenen Gelände (mehrere Pfeile, ein Abstand zur Mauer ist berücksichtigt) und Horizontalkraft als Pfeile. Die Werte sind die Summe aus ständigem und veränderlichem Anteil ohne Teilsicherheitsbeiwerte.
Kantenpressung	Sohldruckfigur unter dem Fundament mit den Kantenpressungen [kN/m2]. Bei klaffender Sohlfuge ist die Länge der Sohlfuge bemaßt.
Erddruck	Erddruckfiguren hinter der Mauer (rechts) und, falls berücksichtigt, vor der Mauer (links) mit den Ordinaten [kN/m2]. Die Pfeile E1, E2 … geben Lage und Größe der Erddruckkräfte an, getrennt nach horizontaler und vertikaler Komponente.
Wasserdruck	Nur mit **Grundwasser berücksichtigen**, der Druckoption **Wasserdruckdiagramme** und einem Grundwasserspiegel über der Fundamentsohle: Wasserdruckfiguren neben den Erddruckfiguren, mit der Ordinate an der Sohle [kN/m2] und dem Pfeil „W“ mit der Wasserdruckkraft [kN].

Die Werte der Erddruck- und Wasserdruckfiguren gelten ohne Teilsicherheitsbeiwerte. Bei EN 1997-1 und den nationalen Anhängen zeigt die Grafik die ausgegebene Lastkombination (siehe Registerkarte Ergebnis).

Ist das geneigte Gelände hinter der Mauer im Verhältnis zum Fundament zu breit, schneidet das Programm es ab, damit die Abmessungen der Mauer gut erkennbar bleiben, wie auf der Registerkarte **Abmessungen**.

Mit Kohäsion vermindert sich der aktive Erddruck um den Kohäsionsanteil. Die Grafik zeigt den Abzug als weiße Fläche in der Erddruckfigur. Der Mindesterddruck begrenzt den Abzug (siehe Nachweise).

Kennwerte unter der Grafik

Ist die Druckoption **Eingabedaten** ausgeschaltet, stehen unter der Grafik die Kennwerte, die die Grafik nicht zeigt: Bodenkennwerte, spezifische Gewichte, Grundwasserspiegel, Auflasten auf dem schrägen Gelände und die Randabstände. Ist das Gelände abgeschnitten, stehen dort auch die zusätzliche Geländehöhe hinten und die Auflasten auf dem Gelände.

3.1.6 Numerische Ergebnisse (optional)

Die numerischen Ergebnisse bestehen aus drei Teilen. Jeden schalten Sie unter **Einstellungen › Druckoptionen** ein oder aus (siehe Druckoptionen):

- **Ergebnisse zur Standsicherheit**
- **Schnittkräfte** (Überschrift „Momente und Normalkräfte“)
- **Bemessung**

Ist ein Nachweis nicht erfüllt, endet die Ausgabe nach den Ergebnissen zur Standsicherheit; diese gibt das Programm dann auch aus, wenn die Druckoption ausgeschaltet war (es schaltet sie ein). Schnittkräfte und Bemessung fehlen dann. Die Formeln stehen unter Nachweise.

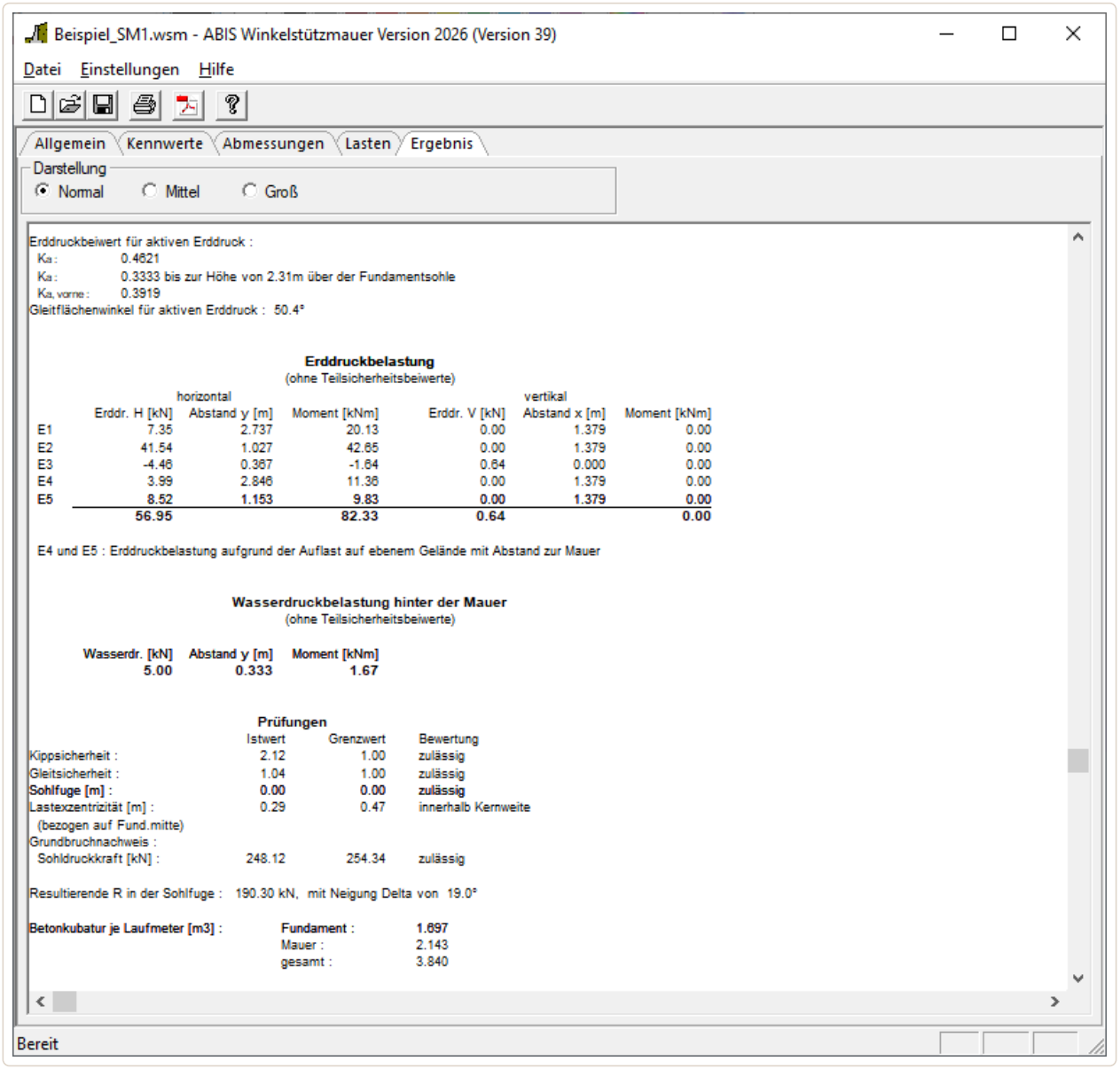
Ergebnisse zur Standsicherheit

Vertikallasten

Die Tabelle gibt die Teilgewichte ohne Teilsicherheitsbeiwerte an: **Gewicht [kN]**, **Abstand x [m]** und **Moment [kNm]**, darunter die Summen. Der Koordinatenursprung ist der untere Eckpunkt des Fundamentvorsprungs (Kipppunkt). Der Abstand x reicht vom Kipppunkt bis zum Schwerpunkt.

Zeile	Bedeutung
G1	Mauer: bei senkrechter Rückseite der rechteckige Teil, bei geneigter Rückseite die ganze Mauer.
G2	Bei senkrechter Rückseite das vordere Dreieck der Mauer (nur bei geneigter Vorderseite); bei geneigter Rückseite das Bodendreieck an der Mauerrückseite.
G3	Fundament.
G4	Boden über dem Rücksprung (Rechteck hinter der Mauer).
G5	Boden über dem Rücksprung aus der Geländeneigung (Dreieck bzw. Trapez).
G6	Boden vor der Mauer.
G7	Auflast auf dem ebenen Gelände über dem Rücksprung.
G8	Auflast auf dem schrägen Gelände über dem Rücksprung.
Fv	Auflast auf der Mauer.
GW1, GW2	Gewicht des Wassers über dem Fundament hinter bzw. vor der Mauer (nur mit Grundwasser).
A	Auftrieb (nur mit Grundwasser).

Zeilen mit dem Wert 0 entfallen. Die vertikalen Komponenten des Erddrucks stehen in der Tabelle Erddruckbelastung; das Programm addiert sie für die Nachweise zu den Gewichten und Momenten.



Ausgabe mit Erddruckbeiwerten, Erddruckbelastung, Wasserdruckbelastung, Prüfungen mit Grundbruchnachweis, Resultierender und Betonkubatur

Erddruckbeiwerte

Das Programm gibt die verwendeten Erddruckbeiwerte aus: K_0 (Ruhedruck), K_a (aktiver Erddruck), K_m (Mittel aus aktivem Erddruck und Ruhedruck), vor der Mauer K_0, K_a oder K_p mit dem Zusatz „vorne“. Weitere Zeilen:

- „bis zur Höhe von ... m über der Fundamentsohle“: Bei begrenzter Geländeschräge gilt der erste Beiwert bis zu dieser Höhe, darunter der zweite (ohne Geländeneigung).
- „reduz. ... bei rechnerischem Anteil von ... Prozent“: der Beiwert vor der Mauer, abgemindert auf den eingegebenen **rechner. wirksamer Druckanteil in Prozent**.
- Bei der Erddruckbelastung d1) (Standsicherheit mit aktivem Erddruck, Bemessung mit Ruhedruck, siehe Lasten) folgt zusätzlich der Erddruckbeiwert für Erdruhedruck, den die Bemessung verwendet.
- **Gleitflächenwinkel für aktiven Erddruck** in Grad, falls berechenbar.

Erddruckbelastung

Die Tabelle gibt die Erddruckkräfte ohne Teilsicherheitsbeiwerte an, getrennt in **horizontal** (**Erddr. H [kN]**, **Abstand y [m]**, **Moment [kNm]**) und **vertikal** (**Erddr. V [kN]**, **Abstand x [m]**, **Moment [kNm]**). Die letzte Zeile enthält die Summen. Die Überschrift nennt zusätzlich Horizontalkraft, Moment und Abzug wegen Kohäsion, wenn vorhanden.

Zeile	Bedeutung
E1	Erddruck hinter der Mauer.
E2	Bei begrenzter Geländeschräge der untere Teil des Erddrucks hinter der Mauer.
E2 bzw. E3	Erddruck vor der Mauer (negativ), nur mit **Erddruck vor Mauer berücksichtigen**. Ohne begrenzte Geländeschräge E2, sonst E3.
folgende E	Erddruck aus der Auflast auf dem ebenen Gelände, wenn sie mit Abstand zur Mauer beginnt (Ende der Böschung plus **Abstand :**). Ein Hinweis unter der Tabelle nennt diese Zeilen, z. B. „E4 und E5 : Erddruckbelastung aufgrund der Auflast auf ebenem Gelände mit Abstand zur Mauer“.
Fh	Horizontalkraft auf die Mauer, y = Höhe über der Fundamentsohle.
M	Moment auf die Mauer.
Koh	Abzug wegen Kohäsion (negativ).
Emin	Mindesterddruck, falls er maßgebend wird.

Der Abstand y reicht von der Fundamentsohle bis zur Wirkungslinie der Horizontalkomponente. Der Abstand x reicht vom Kipppunkt bis zum Angriffspunkt an der Mauerrückseite (bis zur Fundamentsohle verlängert). Der Erddruck vor der Mauer greift an der Fundamentvorderseite an (x = 0).

Wasserdruckbelastung

Nur mit Grundwasser über der Fundamentsohle. Die Überschrift lautet je nach Lage „Wasserdruckbelastung hinter der Mauer“, „... vor der Mauer“ oder „... vor und hinter der Mauer“. Die Tabelle zeigt **Wasserdr. [kN]**, **Abstand y [m]** und **Moment [kNm]** ohne Teilsicherheitsbeiwerte. Die Wichte des Wassers ist 10 kN/m3.

Prüfungen

Die Tabelle **Prüfungen** zeigt **Istwert**, **Grenzwert** und **Bewertung** („zulässig“ oder „unzulässig“):

Zeile	Istwert	Grenzwert
Kippsicherheit	Verhältnis stabilisierende zu destabilisierende Momente.	1,00; ohne Teilsicherheiten 1,50.
Gleitsicherheit	Verhältnis Widerstand zu Beanspruchung. Grenzwert und Bewertung nur mit **Gleitsicherheit berücksichtigen**.	1,00; ohne Teilsicherheiten 1,50.
Kantenpressung [kN/m2], **Sigma1**, **Sigma2**	Kantenpressung σ_1 vorne und σ_2 hinten. Nur mit **zulässige Kantenpressung eingeben**.	Eingegebene zulässige Kantenpressung.
Sohlfuge [m]	Länge der klaffenden Sohlfuge. Bewertung „nicht normgemäß“, wenn die Fuge klafft, **klaffende Sohlfuge verhindern** aus ist und eine ständige Auflast auf dem Gelände, eine ständige Horizontal-	0 mit **klaffende Sohlfuge verhindern**, sonst halbe Fundamentlänge.

Zeile	Istwert	Grenzwert
	kraft oder ein ständiges Moment (Wert > 0) eingegeben ist.	
Lastexzentrizität [m]	Abstand der Resultierenden von der Fundamentmitte (Zusatz „(bezogen auf Fund.mitte)“).	Fundamentlänge / 6 mit **klaffende Sohlfuge verhindern**, sonst Fundamentlänge / 3.
Bodenspannung [kN/m2]	Nur ÖNORM B 4435-1: mittlere Bodenpressung.	Zulässige Bodenpressung nach ÖNORM B 4435-1.
Grundbruchnachweis, **Sohldruckkraft [kN]**	Nur mit der Option Grundbruch: Bemessungswert der Vertikalkraft V_d (bei „Ohne Teilsicherheiten“ und ÖNORM B 4435-2: Summe der Vertikalkräfte ohne Teilsicherheitsbeiwerte).	Grundbruchwiderstand $R_d = R_k / \gamma_{R,v}$ nach der gewählten Norm, bei ÖNORM B 4435-2 die Grundbruchlast.

Die Bewertung der Lastexzentrizität lautet „innerhalb Kernweite“, „außerhalb Kernweite“ oder „außerhalb Fundament“. Kantenpressung, Sohlfuge und Lastexzentrizität sind ohne Teilsicherheitsbeiwerte gerechnet, die Sohldruckkraft bei den Normen mit Teilsicherheiten mit Teilsicherheitsbeiwerten (siehe Nachweise). Kann das Programm den Grundbruchnachweis nicht führen, steht statt der Zeile eine Meldung (siehe Meldungen).

Darunter folgt die **Resultierende R in der Sohlfuge** mit ihrer Neigung δ (im Ausdruck „Delta“): $R = \sqrt{(V^2 + H^2)}$, $\tan \delta = H / V$ (V, H = Summe der Vertikal- bzw. Horizontalkräfte ohne Teilsicherheitsbeiwerte).

Sind alle Nachweise erfüllt, folgt die **Betonkubatur je Laufmeter [m3]** für Fundament, Mauer und gesamt.

Momente und Normalkräfte

Das Programm teilt die Mauer in 10 gleich hohe Abschnitte. Die Zehntelpunkte 1 bis 10 zählen von oben; Punkt 10 liegt an der Fundamentoberkante.

Spalte	Inhalt
ZehntelPkt.	Nummer des Zehntelpunkts bzw. **Vorspr.** und **Rückspr.** für das Fundament.
M [kNm] / **Md [kNm]**	Biegemoment je Laufmeter. Bei Normen mit Teilsicherheitsbeiwerten Bemessungswert Md. Positiv: Zug an der Mauerrückseite bzw. an der Fundamentunterseite.
N [kN] / **Nd [kN]**	Normalkraft (Druck negativ). Beim Fundament 0.
Dicke [m]	Mauerdicke im Zehntelpunkt bzw. Fundamentdicke.
Stat. Höhe [m]	Dicke minus Randabstand.

Beim Vorsprung und Rücksprung ist das Moment im Anschnitt an die Mauer angegeben.

Bei der Norm für Geotechnik „Ohne Teilsicherheiten“ stehen hier charakteristische Werte. Bei Bemessung nach ÖNORM B 4700, ÖNORM B 1992-1-1, DIN 1045-1 oder DIN EN 1992-1-1 multipliziert das Programm sie für die Bemessung mit dem Wert **Teilsicherheiten** (siehe Lasten).

Bemessung

Spalte	Inhalt
ZehntelPkt.	Wie oben.
As [cm2]	Erforderliche Biegebewehrung je Laufmeter. „#“ vor dem Wert: Bewehrung an der Mauervorderseite bzw. an der Fundamentoberseite.
Asmin [cm2]	Mindestbiegebewehrung.

„——“ bedeutet: keine Bewehrung erforderlich. Bei Bemessung nach ÖNORM B 4200 folgen unter **Zugkeildeckung** die Randspannungen σ_1 und σ_2 (im Ausdruck **Sigma1** und **Sigma2**) [kN/m2] und die erforderliche Bewehrung **As** für die Zugkeildeckung. „*“ vor einer Randspannung bedeutet: Randspannung für Zugkeildeckung überschritten.

Wirken Horizontalkraft oder Moment von vorne, rechnet das Programm auch diese Fälle. Ergibt sich daraus Bewehrung an der Mauervorderseite, folgen die Tabellen **Momente und Normalkräfte 2** und **Bemessung 2** für diesen Fall.

3.2 Nachweise

Dieses Kapitel beschreibt, was das Programm rechnet und nachweist: Teilsicherheitsbeiwerte, Lastkombinationen, Erddruck, Kippen, Gleiten, Sohldruck, Tragfähigkeit des Baugrunds, Iteration und Bemessung. Alle Größen gelten je Laufmeter Mauer. Die Eingaben dazu finden Sie unter Allgemein, Kennwerte, Abmessungen und Lasten, die Ausgabe unter Numerische Ergebnisse (optional).

Bezeichnungen:

- B = Gesamtlänge des Fundaments (in den Meldungen „Fundamentbreite“), d = Fundamentdicke.
- V, H = Summe der Vertikal- bzw. Horizontalkräfte in der Sohlfuge.
- φ = innerer Reibungswinkel, δ_s = Sohlreibungswinkel, δ = Wandreibungswinkel hinten, δ_v = Wandreibungswinkel vorne.
- α = Neigungswinkel der Mauerrückseite, α = arctan(1/n) bei Neigung 1:n (senkrecht: α = 0); α_v analog für die Vorderseite mit negativem Vorzeichen.
- β = Geländeneigung hinten.
- Kipppunkt = unterer Eckpunkt des Fundamentvorsprungs.

3.2.1 Übersicht

Nachweis	Wann	Grenzwert
Kippen	immer	Kippsicherheit ≥ 1,0 (ohne Teilsicherheiten ≥ 1,5)
Gleiten	mit **Gleitsicherheit berücksichtigen**	Gleitsicherheit ≥ 1,0 (ohne Teilsicherheiten ≥ 1,5)
Resultierende im Fundament	immer	Nicht beide Kantenpressungen 0
Klaffende Sohlfuge	immer	Sohlfuge ≤ B/2
Keine klaffende Sohlfuge	mit **klaffende Sohlfuge verhindern**	Sohlfuge = 0
Tragfähigkeit des Baugrunds	je nach Option unter **Allgemein**	siehe unten

Die Grenzwerte 1,0 bzw. 1,5 setzt das Programm mit der Norm für Geotechnik. Sie sind nicht eingebbar.

3.2.2 Teilsicherheitsbeiwerte

Das Programm rechnet nach dem Nachweisverfahren 2 (EN 1997-1, 2.4.7.3.4). Die Teilsicherheitsbeiwerte für Bodenkenngrößen γ_M sind daher alle 1,0. Bei der Norm „Ohne Teilsicherheiten“ sind alle Beiwerte 1,0.

EN 1997-1 kennt im Programm nur die ständige Bemessungssituation. ÖNORM B 1997-1-1 hat drei, DIN EN 1997-1/NA vier Bemessungssituationen.

Beiwert	EN 1997-1	ÖNORM B 1997-1-1 ständig / vorübergehend / außergewöhnlich	DIN EN 1997-1/NA ständig / vorübergehend / außergewöhnlich / Erdbeben
γ_G ständige Einwirkung (Gleiten, Grundbruch, Bemessung)	1,35	1,35 / 1,20 / 1,00	1,35 / 1,20 / 1,10 / 1,00
γ_Q veränderliche Einwirkung	1,50	1,50 / 1,30 / 1,00	1,50 / 1,30 / 1,10 / 1,00
$\gamma_{G,dst}$ ständig ungünstig (Kippen)	1,10	1,10 / 1,05 / 1,00	1,10 / 1,05 / 1,00 / 1,00
$\gamma_{G,stb}$ ständig günstig (Kippen)	0,90	0,90 / 0,90 / 0,95	0,90 / 0,90 / 0,95 / 0,95
$\gamma_{Q,dst}$ veränderlich ungünstig (Kippen)	1,50	1,50 / 1,25 / 1,00	1,50 / 1,25 / 1,00 / 1,00
$\gamma_{R,v}$ Grundbruch	1,40	1,40 / 1,30 / 1,20	1,40 / 1,30 / 1,20 / 1,00
$\gamma_{R,h}$ Gleiten	1,10	1,10 / 1,10 / 1,10	1,10 / 1,10 / 1,10 / 1,00
$\gamma_{R,e}$ Erdwiderstand	1,40	1,40 / 1,30 / 1,20	1,40 / 1,30 / 1,20 / 1,00
$\gamma_{G,E0}$ Erdruhedruck	–	–	1,20 / 1,10 / 1,00 / 1,00

Die Kippbeiwerte (EQU) sind bei DIN EN 1997-1/NA dieselben wie bei ÖNORM B 1997-1-1; bei Erdbeben gelten die Werte der außergewöhnlichen Situation.

Bei DIN EN 1997-1/NA und Ruhedruck setzt das Programm den Ruhedruck mit $\gamma_{G,E0}$ an und die Auflasten in den Lastkombinationen mit 1,0. Für V_d im Grundbruchnachweis (bei Ruhedruck) und für die Bemessung der Mauer (bei Ruhedruck und bei d1) verwendet es $\gamma_{G,E0}$ anstelle von γ_G; veränderliche Lasten gehen dort mit γ_Q ein.

In der Ausgabe stehen γ_G und γ_Q als „Teilsicherheitsbeiwerte für Beanspruchungen (gamma_E)“, $\gamma_{G,dst}$, $\gamma_{Q,dst}$ und $\gamma_{G,stb}$ (Zeile „ständige günstige Einwirk.“) als „Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen (gamma_F)“, γ_M als „Teilsicherheitsbeiwerte für Bodenkenngrößen (gamma_M) : alle 1.00“ und die γ_R als „Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände (gamma_R)“.

3.2.3 Lastkombinationen

Die Lasten geben Sie als Gebrauchslasten ein, getrennt in ständig und veränderlich. Bei „Ohne Teilsicherheiten“ addiert das Programm beide Anteile und rechnet eine Kombination.

Bei den anderen Normen rechnet es 20 Kombinationen:

- Jede der fünf veränderlichen Lasten (Auflast auf Mauer, Auflast auf schrägem Gelände, Auflast auf ebenem Gelände, Horizontalkraft, Moment) ist einmal Leiteinwirkung mit $\psi = 1{,}0$. Die übrigen erhalten den Kombinationsbeiwert $\psi_0 = 0{,}8$. Das Programm verwendet $\psi_0 = 0{,}8$ für alle Normen (Kommentar im Code: DIN 1054, A 2.4.6.1.1).
- Jede dieser fünf Kombinationen rechnet es viermal: mit beiden veränderlichen Geländeauflasten als ungünstig, nur mit der auf dem schrägen Gelände, nur mit der auf dem ebenen Gelände und ohne beide.

Günstig wirkende Lasten setzt das Programm so an:

- Auflast auf Mauer: Druck (positiv) nur ständig mit 1,0; Zug (negativ) mit γ_G bzw. $\gamma_Q \cdot \psi$.

- Geländeauflasten: Ist die veränderliche Auflast in der Kombination ungünstig, gilt ständig · γ_G + veränderlich · γ_Q · ψ, sonst nur der ständige Anteil mit 1,0.
- Horizontalkraft und Moment: positiv (von hinten) mit γ_G bzw. γ_Q · ψ, negativ (von vorne) nur ständig mit 1,0.

Maßgebend ist die ungünstigste Kombination:

- Beim **Prüfen** sucht das Programm die kleinste Kippsicherheit, die kleinste Gleitsicherheit und das kleinste Kantenpressungskriterium getrennt. Weichen die Kombinationen ab, wählen Sie die auszugebende (siehe Registerkarte Ergebnis).
- Beim **Iterieren** nimmt es die Kombination mit dem kleinsten Wert von Kippsicherheit, Gleitsicherheit und Kantenpressungskriterium.

Kantenpressungskriterium = zulässige Kantenpressung / größere Kantenpressung. Das Programm verwendet es für die Auswahl auch bei der Option Grundbruch. Deshalb bittet die Registerkarte Kennwerte dann mit dem Hinweis **(bitte eingeben wegen worst case Ermittlung)** um die **max. zulässige Kantenpressung**. Die Nachweise in der Ausgabe gelten für die gewählte Kombination.

3.2.4 Erddruck

Das Programm rechnet den Erddruck nach Coulomb auf die bis zur Fundamentsohle verlängerte Mauerrückseite. Die Höhe ist h = Geländehöhe hinten + d. Den Boden über dem Rücksprung setzt es als Gewicht an (G4, G5).

Aktiver Erddruckbeiwert:

$K_a = \cos^2(\varphi + \alpha) / (\cos^2\alpha \cdot \cos(\alpha - \delta) \cdot [1 + \sqrt{(\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta) / (\cos(\alpha - \delta) \cdot \cos(\alpha + \beta)))}]^2)$

Ruhedruckbeiwert:

- EN 1997-1, ÖNORM B 1997-1-1 und DIN EN 1997-1/NA: $K_0 = (1 - \sin\varphi) \cdot (1 + \sin\beta)$. Wandreibung $\delta = \beta$, bei ÖNORM B 1997-1-1 $\delta = 0$.
- Ohne Teilsicherheiten: $K_0 = 1 - \sin(\varphi - \beta)$, Wandreibung $\delta = \beta$.

Je nach Auswahl auf der Registerkarte **Lasten**:

Erddruckbelastung	Standsicherheit	Bemessung
a1) Ruhedruck	K_0	K_0
b1) aktiver Erddruck	K_a	K_a
c1) Mittelwert	$K_m = (K_a + K_0) / 2$	K_m
d1) kombiniert	K_a	K_0 wie bei a1) mit $\delta = \beta$ (ÖNORM: $\delta = 0$)

Ist die Geländeschräge begrenzt (zusätzliche Höhe hinten), rechnet das Programm unterhalb der Schnitthöhe mit dem Beiwert für $\beta = 0$ (K_a mit $\beta = 0$ bzw. $K_0 = 1 - \sin\varphi$). Die Schnitthöhe steht in der Ausgabe.

Erddruck vor der Mauer (nur mit **Erddruck vor Mauer berücksichtigen**), Höhe h_u = Geländehöhe vorne + d:

- Ruhedruck: $K_0 = 1 - \sin\varphi$, $\delta_v = 0$.
- aktiver Erddruck: K_a wie oben mit α_v, δ_v und $\beta = 0$.
- passiver Erddruck: $K_p = \cos^2(\varphi - \alpha_v) / (\cos^2\alpha_v \cdot \cos(\alpha_v - \delta_v) \cdot [1 - \sqrt{(\sin(\varphi - \delta_v) \cdot \sin\varphi / (\cos(\alpha_v - \delta_v) \cdot \cos\alpha_v))}]^2)$.
- $E_{vorne} = ½ \cdot \gamma \cdot h_u^2 \cdot K \cdot$ Anteil / 100, Angriff in $h_u / 3$ über der Sohle. Anteil = **rechner. wirksamer Druckanteil in Prozent**.

Die Neigung α_v setzt das Programm nur an, wenn die Geländehöhe vorne nicht 0 ist.

Auflasten auf dem Gelände: Das Programm setzt $p \cdot K_a$ als Rechteck an. Beginnt die Auflast auf dem ebenen Gelände erst im Abstand x vom Mauerrücken (Ende der Böschung plus **Abstand**), wirkt sie erst ab der Tiefe $y = x \cdot \tan\varphi - h_o$ unter dem Geländeanschnitt an der Mauer (h_o = zusätzliche Geländehöhe). Diese Anteile gibt das Programm als eigene Zeilen aus.

Kohäsion (nur mit **Kohäsion für Erddruckberechnung berücksichtigen** und aktivem Erddruck bzw. d1). Bei Ruhedruck und Mittelwert rechnet das Programm ohne Kohäsion. Ist die Option dabei eingeschaltet, schaltet das Programm sie aus und weist beim Aufbereiten der Ausgabe darauf hin (siehe Meldungen); in den Bodenkennwerten steht dann „ohne Koh.".

- Abzug $e_c = c \cdot K_{ac}$ mit $K_{ac} = 2 \cdot \cos(\alpha - \beta) \cdot \cos\varphi / (\cos\alpha \cdot (1 + \sin(\alpha + \delta + \varphi - \beta)))$ (ÖNORM B 4434, Formel (13)).
- Mindesterddruck $e_{min}(z) = 0{,}2 \cdot \gamma \cdot z / \cos(\delta - \alpha)$ (ÖNORM B 4434, Formel (15)); z = Tiefe unter der Mauerkrone, γ = Wichte des Bodens hinter der Mauer (bei Grundwasser über dem Gelände die Wichte unter Auftrieb). Der Erddruck unterschreitet e_{min} nicht.

Gleitflächenwinkel für aktiven Erddruck: $\tan\vartheta = (\sin\varphi + f \cdot \cos(\varphi + \delta - \alpha)) / (\cos\varphi - f \cdot \sin(\varphi + \delta - \alpha))$ mit $f = \cos(\alpha + \varphi) / (\sin(\varphi + \delta) + \sqrt{(\sin(\varphi + \delta) \cdot \cos(\alpha + \beta) \cdot \cos(\delta - \alpha) / \sin(\varphi - \beta))})$. Bei $\beta = \varphi$ gibt das Programm φ aus.

Grundwasser: Wichte des Wassers 10 kN/m3. Das Programm setzt Wasserdruck hinter und vor der Mauer, das Wassergewicht über dem Fundament und den Auftrieb (Trapez zwischen den Wasserspiegeln vorne und hinten) an. Unter Wasser rechnet es den Erddruck mit der Wichte unter Auftrieb. Wasserdruck hinten und Auftrieb sind ständige ungünstige Einwirkungen (γ_G, beim Kippen $\gamma_{G,dst}$), der Wasserdruck vorne ist eine ständige günstige Einwirkung (Faktor 1,0, beim Kippen $\gamma_{G,stb}$). Das Wassergewicht geht mit 1,0 ein, beim Kippen mit $\gamma_{G,stb}$.

3.2.5 Kippen

Kippsicherheit = $(M_{stb} + M_{H,stb}) / M_{dst} \geq 1{,}0$ (ohne Teilsicherheiten 1,5)

Momente um den Kipppunkt:

- M_{stb} = $\gamma_{G,stb}$ · (Momente aus Eigengewicht von Mauer, Fundament und Boden G1 bis G6, ständigen Geländeauflasten G7/G8, Wassergewicht und ständiger Druckauflast auf der Mauer).
- $M_{H,stb}$ = $\gamma_{G,stb}$ · (Momente aus ständiger Horizontalkraft bzw. ständigem Moment von vorne, aus dem Erddruck vor der Mauer und aus dem Wasserdruck vorne).
- M_{dst} = γ_{dst} · (Moment der horizontalen Erddruckkomponente) − γ_{dst} · (Moment der vertikalen Erddruckkomponente) + $\gamma_{G,dst}$ · (ständige Horizontalkraft und ständiges Moment von hinten, Wasserdruck hinten, Auftrieb, ständiger Zug auf der Mauer) + $\gamma_{Q,dst}$ · ψ · (veränderliche Horizontalkraft und veränderliches Moment von hinten, veränderlicher Zug auf der Mauer).

Zug auf der Mauer (negative **Auflast auf Mauer**) wirkt also destabilisierend; sein Moment um den Kipppunkt geht in M_{dst} ein.

Das Moment der vertikalen Erddruckkomponente zieht das Programm vom destabilisierenden Moment ab (Kommentar im Code: nach Wagner/Erlhof, Praktische Baustatik 1). γ_{dst} ist $\gamma_{G,dst}$. Wirkt eine veränderliche Geländeauflast ungünstig, mittelt das Programm $\gamma_{G,dst}$ und $\gamma_{Q,dst}$ nach dem Anteil von Boden und ständiger Auflast bzw. veränderlicher Auflast am Erddruck.

3.2.6 Gleiten

Gleitsicherheit = $(V' \cdot \tan\delta_s / \gamma_{R,h} + E_{p,h,d}) / H_d \geq 1{,}0$ (ohne Teilsicherheiten 1,5)

- V' = Eigengewichte (Faktor 1,0) + Auflasten auf Mauer und Gelände (ständig + veränderlich, charakteristisch) + vertikale Erddruckkomponente (mit γ_G bzw. gemitteltem γ) + Wassergewicht + Auftrieb · γ_G.
- $E_{p,h,d}$ = horizontaler Erddruck vor der Mauer / $\gamma_{R,e}$.
- H_d = horizontale Erddruckkomponente · γ_G (bzw. gemitteltes γ bei ungünstiger veränderlicher Geländeauflast) + Wasserdruck hinten · γ_G − Wasserdruck vorne (Faktor 1,0) + Horizontalkraft (mit Teilsicherheitsbeiwert).

Bei **Sohlreibungswinkel berechnen** und geneigter Fundamentunterkante (Winkel α_0) verwendet das Programm in derselben Formel den berechneten Sohlreibungswinkel $\delta_s = \arctan(\tan\varphi \cdot \cos\alpha_0 + \sin\alpha_0)$ (siehe Kennwerte). V' und H_d bleiben die Summen der vertikalen bzw. horizontalen Kräfte.

Die geneigte Sohlfuge berücksichtigt das Programm nur über diesen Sohlreibungswinkel beim Gleiten. Alle anderen Nachweise rechnet es mit waagrechter Sohle.

3.2.7 Sohldruck, Exzentrizität und klaffende Sohlfuge

Das Programm rechnet mit den Lasten ohne Teilsicherheitsbeiwerte (ständig + veränderlich).

- Exzentrizität bezogen auf die Fundamentmitte: $e = B/2 - (\Sigma M_V - \Sigma M_H) / V$. Positiv: Resultierende näher an der Vorderkante.
- $|e| < B/6$: $\sigma_{1,2} = V/B \cdot (1 \pm 6 \cdot e/B)$, keine klaffende Sohlfuge.
- $B/6 \le |e| < B/2$: $\sigma_{max} = 2 \cdot V / (3 \cdot (B/2 - |e|))$, die andere Kante 0; Sohlfuge $s = B - 3 \cdot (B/2 - |e|)$.
- $|e| \ge B/2$: Resultierende außerhalb des Fundaments, der Nachweis ist nicht erfüllt.

σ_1 ist die Kantenpressung vorne, σ_2 hinten. Die Bedingung $s \le B/2$ entspricht $|e| \le B/3$. In der Ausgabe steht daher als Grenzwert der Exzentrizität B/3, mit **klaffende Sohlfuge verhindern** B/6.

3.2.8 Tragfähigkeit des Baugrunds

Die Option wählen Sie unter Allgemein. Welches Verfahren das Programm bei „Grundbruch" verwendet, hängt von der Norm für Geotechnik ab:

Norm für Geotechnik	Mögliche Optionen	Verfahren bei Grundbruch
Ohne Teilsicherheiten	ÖNORM B 4435-1, Grundbruch, Kantenpressung	ÖNORM B 4435-2
EN 1997-1	Grundbruch, Kantenpressung	EN 1997-1, Anhang D
ÖNORM B 1997-1-1	Grundbruch, Kantenpressung	Formeln der ÖNORM B 1997-1-2 (Ausgabe: „ÖNORM B1997-1-2")
DIN EN 1997-1/NA	Grundbruch, Kantenpressung	Formeln der DIN 4017 (Ausgabe: „DIN EN 1997-1/NA")

Gemeinsam für alle Grundbruchverfahren:

- Streifenfundament, reduzierte Breite $b' = B - 2 \cdot |e|$. Ist $b' \le 0$, ist der Nachweis nicht erfüllt.
- Einbindetiefe t = d + Geländehöhe vorne.
- Reibungswinkel = kleinerer Wert aus innerem Reibungswinkel und Sohlreibungswinkel; Wichte und Kohäsion = Werte „unter Fundament".
- Sohl- und Geländeneigung setzt das Programm immer mit 0 an.
- Lastneigung aus $\tan \delta_L = H / V$ und Ausmitte e mit den Lasten ohne Teilsicherheitsbeiwerte.
- Grundwasser: maßgebend ist der höhere der beiden Wasserspiegel. Ober- und unterhalb der Sohle verwendet das Programm im Wasser die Wichte **Boden unter Fundament :** der Gruppe **Spezif. Gewichte unter Auftrieb :**. Bei EN 1997-1 ist Grundwasser mit dem Grundbruchnachweis nicht möglich; ist es trotzdem eingeschaltet, schaltet das Programm **Grundwasser berücksichtigen** zu Beginn der Berechnung aus, rechnet alle Nachweise ohne Grundwasser und weist beim Aufbereiten der Ausgabe darauf hin (siehe Meldungen). Die Option bleibt danach ausgeschaltet.
- Nachweis bei „Ohne Teilsicherheiten" (ÖNORM B 4435-2): V (ohne Teilsicherheitsbeiwerte) ≤ Grundbruchlast.
- Nachweis bei EN 1997-1, ÖNORM B 1997-1-1 und DIN EN 1997-1/NA: $V_d \le R_d = R_k / \gamma_{R,v}$.

Die Ausgabe zeigt V bzw. V_d als „Sohldruckkraft". V_d bildet das Programm für die maßgebende Lastkombination so:

- Eigengewichte G1 bis G6 und Wassergewicht mit γ_G.
- Geländeauflasten über dem Rücksprung (G7, G8): ständiger und veränderlicher Anteil zusammen, ohne ψ und unabhängig von der Kombination, multipliziert mit einem gemittelten Teilsicherheitsbeiwert. Das Programm mittelt γ_G und γ_Q getrennt für das ebene und das schräge Gelände, gewichtet mit den Bemessungswerten von ständiger und veränderlicher Auflast; ist nur eine ständige Auflast vorhanden, gilt γ_G, ist nur eine veränderliche vorhanden, gilt γ_Q.

- Auflast auf der Mauer: ständiger Anteil als Druck mit γ_G, als Zug mit 1,0; veränderlicher Anteil als Druck mit γ_Q (ohne ψ), als Zug nicht angesetzt.
- Vertikale Erddruckkomponenten hinter der Mauer: nach unten gerichtet mit dem Teilsicherheitsbeiwert des Erddrucks (γ_G bzw. gemitteltes γ), nach oben gerichtet mit 1,0. Vertikale Komponente des Erddrucks vor der Mauer: nach unten gerichtet charakteristisch $\cdot \gamma_G$, nach oben gerichtet mit 1,0. Für V_d wirken alle nach unten gerichteten vertikalen Erddruckanteile ungünstig.
- Mit Kohäsion: Den Abzug wegen Kohäsion an der vertikalen Erddruckkomponente zieht das Programm mit 1,0 ab, wenn er V_d verringert, sonst mit γ_G. Den Mindesterddruck setzt es nach unten gerichtet mit γ_G an, nach oben gerichtet mit 1,0.
- Auftrieb mit 1,0.

Zulässige Kantenpressung eingeben

$\sigma_1 \le \sigma_{zul}$ und $\sigma_2 \le \sigma_{zul}$, σ_{zul} = **max. zulässige Kantenpressung**.

ÖNORM B 4435-1

Nur bei „Ohne Teilsicherheiten". Die Bodenkennwerte kommen aus der gewählten **Bodenart** (acht Bodenarten 1a bis 8a).

- Voraussetzungen: Einbindetiefe $t \ge 0{,}5$ m; $0{,}3\text{ m} \le b' \le 3{,}0$ m; beim Iterieren und Prüfen zusätzlich $B \le 3{,}0$ m (Prüfen: $0{,}3\text{ m} \le B \le 3{,}0$ m).
- q_{zul} = min(Wert aus dem Diagramm der Bodenart, linear interpoliert über b'; Grundbruchwert mit $\gamma_\varphi = \gamma_c = 1{,}3$). Die Einbindetiefe ist dabei auf 1,5 m (Bodenart 1a) bzw. 2,0 m begrenzt; die Mehrtiefe erhöht q_{zul} um $\gamma \cdot \Delta t$.
- Abminderung für Horizontalkraft: Faktor $(1 - H/V)^{2,5}$. Multiplikation mit dem **Erhöhungs- / Abminderungsfaktor**.
- Abminderung für Grundwasser (nur mit **Grundwasser berücksichtigen**), d_w = Abstand des höheren Wasserspiegels unter der Sohle: Faktor $1 - \Delta$. Bodenart 1a: Δ fällt für $d_w < b'$ linear von Δ_0 bei $d_w = 0$ auf 0 bei $d_w = b'$; $\Delta_0 = 0{,}40$ bei $b' = 0{,}5$ m bis 0,15 bei $b' = 3{,}0$ m, linear. Übrige Bodenarten: Δ fällt für $d_w < 2 \cdot b'$ linear von 0,20 bei $d_w = 0$ auf 0 bei $d_w = 2 \cdot b'$.
- Nachweis: $q = V / b' \le q_{zul}$ (V ohne Teilsicherheitsbeiwerte).

ÖNORM B 4435-2

Nur bei „Ohne Teilsicherheiten". Mit den eingegebenen Sicherheiten γ_γ, γ_c, γ_φ: $\varphi_d = \arctan(\tan\varphi / \gamma_\varphi)$, $c_d = c / \gamma_c$, $\gamma_d = \gamma / \gamma_\gamma$.

- $N_{q0} = (1 + \sin\varphi_d) / (1 - \sin\varphi_d) \cdot e^{\pi \cdot \tan\varphi_d}$, $N_{\gamma 0} = (N_{q0} - 1) \cdot \tan\varphi_d$.
- Lastneigung δ_L in Bogenmaß: $i_\gamma = (1 - \delta_L)^{3,7}$, $i_q = i_c = (1 - \delta_L)^2$. $\delta_L > 1$ ist unzulässig.
- $N_c = \cot\varphi_d \cdot (N_{q0} \cdot i_c - 1 / \cos\delta_L)$.
- $Q_{fd} = b' \cdot (\gamma_d \cdot b' \cdot N_{\gamma 0} \cdot i_\gamma + \gamma_d \cdot t \cdot N_{q0} \cdot i_q + c_d \cdot N_c)$.
- Grundwasser: Liegt der höhere Wasserspiegel über der Sohle, rechnet das Programm unter der Sohle mit der Wichte unter Auftrieb und über der Sohle mit der nach Höhe gemittelten Wichte. Liegt er unter der Sohle, aber innerhalb der Grundbruchfigur, mittelt es die Wichte unter der Sohle nach den Flächenanteilen der Grundbruchfigur über und unter dem Wasserspiegel.

ÖNORM B 1997-1

Charakteristischer Widerstand mit Grundwasser (maßgebend ist der höhere Wasserspiegel):

- $N_{q0} = (1 + \sin\varphi) / (1 - \sin\varphi) \cdot e^{\pi \cdot \tan\varphi}$, $N_{\gamma 0} = (N_{q0} - 1) \cdot \tan\varphi$, $N_{c0} = (N_{q0} - 1) \cdot \cot\varphi$. $N_{q0} = 1$ ist unzulässig.
- Streifen (m = 2): $i_\gamma = (1 - \tan\delta_L)^3$, $i_q = (1 - \tan\delta_L)^2$, $i_c = (i_q \cdot N_{q0} - 1) / (N_{q0} - 1)$.
- $R_k = b' \cdot (\gamma \cdot b' \cdot N_{\gamma 0} \cdot i_\gamma + \gamma \cdot t \cdot N_{q0} \cdot i_q + c \cdot N_{c0} \cdot i_c)$, $R_d = R_k / \gamma_{R,v}$.

EN 1997-1, Anhang D

Streifenfundament ohne Grundwasser:

- $N_q = \tan^2(45° + \varphi/2) \cdot e^{\pi \cdot \tan\varphi}$, $N_c = (N_q - 1) \cdot \cot\varphi$, $N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan\varphi$.
- Streifen (m = 2): $i_q = (1 - H / (V + b' \cdot c \cdot \cot\varphi))^2$, $i_\gamma = (1 - H / (V + b' \cdot c \cdot \cot\varphi))^3$, $i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_c \cdot \tan\varphi)$; H, V ohne Teilsicherheitsbeiwerte.
- Formbeiwerte $s_\gamma = s_q = s_c = 1$, Sohlneigungsbeiwerte = 1 (Sohlneigung 0).

- $R_k = b' \cdot (0{,}5 \cdot \gamma \cdot b' \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma + \gamma \cdot t \cdot N_q \cdot i_q + c \cdot N_c \cdot i_c)$, $R_d = R_k / \gamma_{R,v}$.

DIN EN 1997-1/NA (DIN 4017)

Charakteristischer Widerstand mit Grundwasser:

- $N_{d0} = \tan^2(45° + \varphi/2) \cdot e^{\pi \cdot \tan \varphi}$, $N_{b0} = (N_{d0} - 1) \cdot \tan \varphi$, $N_{c0} = (N_{d0} - 1) / \tan \varphi$.
- Streifen (m = 2): $i_d = (1 - \tan \delta_L)^2$, $i_b = (1 - \tan \delta_L)^3$, $i_c = (i_d \cdot N_{d0} - 1) / (N_{d0} - 1)$. $\tan \delta_L > 1$ ist unzulässig.
- $R_{n,k} = b' \cdot (\gamma \cdot b' \cdot N_{b0} \cdot i_b + \gamma \cdot t \cdot N_{d0} \cdot i_d + c \cdot N_{c0} \cdot i_c)$, $R_{n,d} = R_{n,k} / \gamma_{R,v}$.

3.2.9 Iteration

Beim Rechenverfahren **Iterieren** beginnt das Programm mit den eingegebenen Abmessungen. Sind nicht alle Nachweise erfüllt, verlängert es das Fundament um 5 cm und rechnet neu:

Option	Verlängerung
Vergrößerung auf minimale Gesamtlänge	Vorsprung, wenn die Gleitsicherheit erfüllt ist, sonst Rücksprung.
Fuß nur nach vorne vergrößern	Vorsprung.
Fuß nur nach hinten vergrößern	Rücksprung.

Die Iteration endet, wenn alle Nachweise erfüllt sind. Sie bricht nach 1000 Schritten (50 m Verlängerung) ab, bei ÖNORM B 4435-1 schon, wenn das Fundament breiter als 3 m wird.

3.2.10 Bemessung

Das Programm bemisst nur, wenn alle Nachweise erfüllt sind.

Mauer: Schnitte in den Zehntelpunkten, Rechteckquerschnitt 1,0 m breit mit der Mauerdicke im Schnitt und dem **Randabstand** Mauer auf beiden Seiten.

- M_d = Erddruck hinter der Mauer − Erddruck vor der Mauer / $\gamma_{R,e}$ + Wasserdruck hinten · γ_G − Wasserdruck vorne (Faktor 1,0) + Horizontalkraft und Moment. Beim Erddruck unterhalb der Schnitthöhe (Ruhedruck, Mittelwert, d1) rechnet das Programm ohne Wandreibung.
- N_d = Eigengewicht der Mauer über dem Schnitt (Faktor 1,0) + Auflast auf der Mauer.
- Den Erddruck hinter der Mauer rechnet das Programm hier mit den charakteristischen Geländeauflasten (ständig + veränderlich, ohne ψ). Den gesamten Erddruck aus Eigengewicht des Bodens (auch unter Wasser) und Geländeauflast multipliziert es mit einem gemittelten Teilsicherheitsbeiwert: Wirkt in der Lastkombination, die für die Standsicherheit maßgebend ist, eine veränderliche Geländeauflast ungünstig, mittelt es γ_G und γ_Q wie beim Erddruck in den Standsicherheitsnachweisen nach dem Anteil von Boden und ständiger Auflast bzw. veränderlicher Auflast (mit ψ der Kombination) am Erddruck, gewichtet mit den Bemessungswerten; sonst gilt γ_G. Bei d1) bildet es diesen Mittelwert mit ψ = 1,0.
- Den Erddruck aus einer Auflast auf ebenem Gelände mit Abstand zur Mauer multipliziert das Programm mit γ_G und γ_Q, gemittelt nach den Bemessungswerten von ständiger und veränderlicher Auflast. Den Abzug wegen Kohäsion zieht es ohne Teilsicherheitsbeiwert ab, den Mindesterddruck setzt es mit γ_G an. Bei DIN EN 1997-1/NA mit Ruhedruck oder d1) gilt $\gamma_{G,E0}$ statt γ_G.
- Das Programm rechnet bis zu 8 Fälle: Auflast auf der Mauer ständig mit 1,0 oder γ_G, mit oder ohne veränderlichen Anteil · γ_Q; Horizontalkraft und Moment als Größtwert von hinten und, wenn vorhanden, von vorne. Je Zehntelpunkt gibt es die größte Bewehrung aus allen Fällen aus. Die Schnittkrafttabelle zeigt den Fall, der am obersten bewehrten Zehntelpunkt maßgebend ist.

Fundament: Moment im Anschnitt von Vorsprung und Rücksprung aus der Sohldruckfigur ohne Teilsicherheitsbeiwerte, abzüglich Eigengewicht des Fundaments, Boden und Auflasten darüber. Das Ergebnis multipliziert das Programm mit γ_G bzw. mit $(\gamma_G + \gamma_Q) / 2$, wenn eine veränderliche Auflast auf der Mauer, eine veränderliche Geländeauflast oder eine veränderliche Horizontalkraft bzw. ein veränderliches Moment vorhanden ist (Horizontalkraft und Moment auch negativ, also von vorne). Bei d1) rechnet es die Sohldruckfigur dafür mit Ruhedruck neu. Querschnitt 1,0 m breit, Höhe d, **Randabstand** Fundament.

Die Biegebemessung und die Mindestbewehrung rechnet das Programm nach der gewählten **Norm für Bemessung**. Bei ÖNORM B 4200 weist es zusätzlich die Zugkeildeckung nach.

3.3 Meldungen

Das Programm meldet Probleme an drei Stellen: in einem Meldungsfenster während der Eingabe, in der Ausgabe auf der Registerkarte **Ergebnis** und beim Öffnen oder Speichern einer Datei. Die Nachweise selbst sind unter Nachweise beschrieben.

3.3.1 Meldungen während der Eingabe

Meldung	Ursache und Abhilfe
Die Neigung der Rückseite kann nicht flacher sein als die der Vorderseite!	Registerkarte **Abmessungen**: Die Rückseite ist geneigt (Neigung 1:n mit n > 0), die Vorderseite aber senkrecht oder steiler als die Rückseite (größeres n). Neigungen korrigieren. Das Programm lässt Sie das Feld erst verlassen, wenn die Eingabe passt.
Der Wandreibungswinkel vorne wird in der Regel mit negativem Vorzeichen eingegeben, siehe Online-Hilfe.	Registerkarte **Kennwerte**: Der Wandreibungswinkel vorne ist positiv. Nur ein Hinweis; das Programm übernimmt den Wert. Siehe Kennwerte.
Achtung : Der Wasserspiegel hinter der Mauer ist mehr als doppelt so hoch wie die Mauerhöhe!	Registerkarte **Kennwerte**: Der Wasserspiegel hinter der Mauer liegt mehr als zwei Mauerhöhen über der Fundamentsohle. Eingabe prüfen.
Die Wichte muss größer sein als die Wichte unter Auftrieb! Originalwert wird wieder hergestellt.	Registerkarte **Kennwerte**, mit Grundwasser: Die eingegebene Wichte des Bodens ist nicht größer als die Wichte unter Auftrieb. Das Programm stellt den alten Wert wieder her.
Einstellungen gespeichert!	Bestätigung nach **Einstellungen › Einstellungen speichern**.

Liegt ein Wert außerhalb des zulässigen Bereichs, weist das Programm ihn beim Verlassen des Felds zurück. Zum Beispiel: Geländeneigung 0 bis 89°, innerer Reibungswinkel und Sohlreibungswinkel 1 bis 89°, Wandreibungswinkel −89 bis 89°, Neigung der Fundamentunterkante 0 bis 60°.

3.3.2 Hinweis beim Aufbereiten der Ausgabe

Meldung	Ursache und Abhilfe
Kohäsion wird für die Erddruckberechnung nicht berücksichtigt bei Ruhedruck bzw. 50%-Anteil.	**Kohäsion für Erddruckberechnung berücksichtigen** ist eingeschaltet, auf der Registerkarte **Lasten** ist aber Ruhedruck oder der Mittelwert gewählt. Das Programm rechnet ohne Kohäsion und schaltet die Option aus. Nur ein Hinweis; bei aktivem Erddruck schalten Sie die Option bei Bedarf wieder ein (siehe Kennwerte).
Grundbruchnachweis bei EN 1997-1 nur ohne Grundwasser möglich.	**Grundwasser berücksichtigen** ist eingeschaltet, auf der Registerkarte **Allgemein** sind aber **EN 1997-1** und **Grundbruch nach EN 1997-1 bzw. nat. Anhängen rechnen** gewählt. Das Programm rechnet alle Nachweise ohne Grundwasser und schaltet die Option aus. Für eine Berechnung mit Grundwasser wählen Sie einen nationalen Anhang oder eine andere Tragfähigkeitsoption (siehe Kennwerte).

3.3.3 Fehler bei der Datenprüfung

Vor der Berechnung prüft das Programm die Winkel und Neigungen. Findet es Fehler, zeigt die Ausgabe „Fehler bei der Datenprüfung gefunden :“ mit den folgenden Zeilen und rechnet nicht.

Meldung	Ursache und Abhilfe
Die Neigung der Rückseite kann nicht flacher sein als die der Vorderseite!	Siehe oben.
Die Geländeneigung kann nicht größer sein als der innere Reibungswinkel!	Geländeneigung hinten > innerer Reibungswinkel. Geländeneigung verringern oder Reibungswinkel prüfen.
Mauer zu stark geneigt und/ oder Geländeneigung zu hoch!	Neigungswinkel der Rückseite + Geländeneigung ≥ 90°.
Mauer zu stark geneigt und/ oder innerer Reibungswinkel zu hoch!	Neigungswinkel der Rückseite + innerer Reibungswinkel ≥ 90°.
Sonstige unzulässige Eingabe bei Winkeln oder Neigungen!	Einer dieser Fälle: |Neigungswinkel Rückseite − Wandreibungswinkel hinten| ≥ 90°; |Neigungswinkel Rückseite − Geländeneigung| ≥ 90°; | Neigungswinkel Vorderseite − Wandreibungswinkel vorne| ≥ 90°; ein Wandreibungswinkel ist betragsmäßig größer als der innere Reibungswinkel.
Die Neigung der Fundamentunterkante darf maximal 2/3 des inneren Reibungswinkels betragen!	Nur bei **Sohlreibungswinkel berechnen**: Neigung der Fundamentunterkante verringern.

3.3.4 Meldungen statt der Ausgabe

Kann das Programm nicht rechnen, steht statt der Ausgabe eine dieser Meldungen:

Meldung	Ursache und Abhilfe
Negative Horizontalkraft / negatives Moment zu hoch und/oder Erddruck vorne zu hoch angesetzt !	Die Summe der Horizontalkräfte oder ihr Moment ist 0 oder negativ. Horizontalkraft bzw. Moment von vorne oder den wirksamen Anteil des Erddrucks vor der Mauer verringern.
Iteration ohne Ergebnis, Fundament bereits über 50m breit !	Die Iteration hat nach 1000 Schritten zu 5 cm kein Ergebnis. Abmessungen, Bodenkennwerte und Lasten prüfen; eine andere Art der Vergrößerung wählen.
Voraussetzungen für ÖNORM B 4435-1 nicht erfüllt : Einbindetiefe darf nicht kleiner als 0.5m sein !	Fundamentdicke + Geländehöhe vorne < 0,5 m. Einbindetiefe vergrößern oder ein anderes Verfahren wählen.
Voraussetzungen für ÖNORM B 4435-1 nicht erfüllt : Fundamentbreite muss zwischen 0.3 und 3m liegen !	Die Fundamentlänge liegt nicht zwischen 0,3 und 3 m (beim Iterieren: schon die Ausgangsabmessungen sind breiter als 3 m).
Voraussetzungen für ÖNORM B 4435-1 nicht erfüllt : Fundament durch Iteration bereits über 3m breit !	Die Iteration hat das Fundament über 3 m verlängert. Ein anderes Verfahren wählen.

Meldung	Ursache und Abhilfe
Abzug wegen Kohäsion höher als Erddruck !	Der Abzug aus der Kohäsion ist größer als der Erddruck, oder der Mindesterddruck käme zum Tragen. Kohäsion prüfen oder ohne Kohäsion rechnen.
Abzug wegen Kohäsion incl. negativer Horizontalkraft höher als Erddruck !	Wie oben, zusätzlich wirkt eine Horizontalkraft von vorne.
Durch unpassende Eingabe : Mindesterddruck höher als tatsächl. Erddruck !	Mit Kohäsion: $0{,}2 \cdot \gamma / \cos(\delta - \alpha)$ ist größer als $K_a \cdot \gamma$ (K_a ohne Geländeneigung). Eingabe der Winkel prüfen oder ohne Kohäsion rechnen.
Zugkraft auf Mauer zu groß !	Die Summe der Vertikalkräfte oder der stabilisierenden Momente ist 0 oder negativ. Zugkraft auf die Mauer verringern.
Abbruch durch Benutzer	Sie haben den Dialog **Worst case rechnen / drucken für folgende Nachweise** mit **Abbrechen** geschlossen (siehe Registerkarte Ergebnis).

Bei EN 1997-1 und den nationalen Anhängen überspringt das Programm Lastkombinationen, für die eine der Meldungen „Negative Horizontalkraft …“, „Abzug wegen Kohäsion …“ gelten würde, und rechnet mit den übrigen weiter.

3.3.5 Meldungen in den Prüfungen

Diese Meldungen stehen in der Tabelle **Prüfungen** statt der Zeile für die Tragfähigkeit des Baugrunds. Der Nachweis gilt dann als nicht erfüllt.

Meldung	Ursache und Abhilfe
Fundamentbreite minus 2*Lastexzentrizität muss nach ÖNORM B 4435-1 zwischen 0.3m und 3.0m sein !	Die reduzierte Breite $b' = B - 2 \cdot e$ liegt außerhalb 0,3 bis 3,0 m.
Fundamentbreite minus 2*Lastexzentrizität darf nach ÖNORM B 4435-2 nicht negativ sein !	$b' \leq 0$: Die Resultierende liegt außerhalb des Fundaments. Fundament verlängern.
Lastneigungswinkel delta_s darf nach ÖNORM B 4435-2 nicht > 1 (Bogenmaß) sein !	Die Resultierende ist zu stark geneigt ($\arctan(H/V) > 1$). Horizontalkräfte verringern oder Vertikallast erhöhen.
Fundamentbreite minus 2*Lastexzentrizität darf nach EN 1997-1 nicht negativ sein !	$b' \leq 0$ bei EN 1997-1.
Fundamentbreite minus 2*Lastexzentrizität darf nach ÖNORM B 1997-1 nicht negativ sein !	$b' \leq 0$ bei ÖNORM B 1997-1-1.
Grundtragfähigkeit N_q_0 darf nach ÖNORM B 1997-1 nicht 1 sein !	Der Reibungswinkel ist 0.
Fundamentbreite minus 2*Lastexzentrizität darf nach	$b' \leq 0$ bei DIN EN 1997-1/NA.

Meldung	Ursache und Abhilfe
DIN EN 1997-1/NA nicht negativ sein !	
Lastneigungswinkel delta_s darf nach DIN EN 1997-1/NA nicht > 1 (Bogenmaß) sein !	tan δ_L = H/V > 1 bei DIN EN 1997-1/NA.

Die Bewertung „unzulässig" in der Tabelle **Prüfungen** zeigt, welcher Nachweis nicht erfüllt ist. Die Ausgabe endet dann nach den Ergebnissen zur Standsicherheit. Ist die Druckoption **Ergebnisse zur Standsicherheit** ausgeschaltet, schaltet das Programm sie in diesem Fall ein, damit die Tabelle **Prüfungen** erscheint (siehe Druckoptionen).

3.3.6 Hinweise in der Ausgabe

Hinweis	Bedeutung
Geneigte Sohlfuge nur für Berechnung der Gleitsicherheit herangezogen.	Die Neigung der Fundamentunterkante geht nur in den Gleitnachweis ein.
nicht normgemäß	Bewertung der Zeile **Sohlfuge [m]** in den Prüfungen: Die Sohlfuge klafft, obwohl eine ständige Auflast auf dem Gelände, eine ständige Horizontalkraft oder ein ständiges Moment (Wert > 0) eingegeben ist und **klaffende Sohlfuge verhindern** aus ist. Laut Hinweis auf der Registerkarte **Allgemein** ist **klaffende Sohlfuge verhindern** dann vorgeschrieben. Schalten Sie **klaffende Sohlfuge verhindern** ein. Das Programm rechnet trotzdem weiter.
# bedeutet : Bewehrung an der Mauervorderseite / ... an der Fundamentoberseite / ... an der Mauervorderseite bzw. Fundamentoberseite	Negatives Moment: Die Bewehrung liegt an der Mauervorderseite bzw. an der Fundamentoberseite.
* bedeutet : Randspannung für Zugkeildeckung überschritten	Nur ÖNORM B 4200: Querschnitt oder Betongüte vergrößern.

3.3.7 Meldungen beim Öffnen und Speichern

Meldung	Ursache und Abhilfe
Datei ... ist fehlerhaft!	Die Datei ist keine Winkelstützmauer-Datei oder beschädigt.
Datei ... hat falsche Version [n]!	Die Datei stammt von einer neueren Programmversion. Programm aktualisieren.
Ungültige Norm [n]	Die Datei enthält eine unbekannte Norm für Bemessung.
Unbekannter Fehler [...]	Interner Fehler beim Lesen oder Schreiben der Datei. Die Zahlen in Klammern kennzeichnen den Fehler.
Fehler beim Lesen von ... [n]!	Fehler des Betriebssystems beim Öffnen einer Datei. In der zweiten Zeile steht die Fehlerbeschreibung des Systems.
Fehler beim Schreiben auf ... [n]!	Fehler des Betriebssystems beim Speichern, z. B. kein Schreibrecht oder Datenträger voll. In der zweiten Zeile steht die Fehlerbeschreibung.

4 Menübefehle

Das Programm hat die Menüs Datei, Einstellungen und Hilfe. Im Menü **Datei** verwalten, drucken und exportieren Sie Projekte. Im Menü **Einstellungen** legen Sie Schriftarten, Druckoptionen und Kopf- und Fußzeile fest und speichern Vorgabewerte für neue Projekte.

4.1 Das Menü „Datei“

Befehl	Zweck
Neu (Strg+N)	Legt eine neue, noch unbenannte Winkelstützmauer mit Vorgabewerten an.
Öffnen... (Strg+O)	Öffnet eine gespeicherte Wsm-Datei (`*.wsm`).
Speichern (Strg+S)	Speichert die aktuelle Winkelstützmauer.
Speichern unter...	Speichert die Winkelstützmauer unter einem anderen Namen.
Drucken... (Strg+P)	Druckt die Ergebnisse der aktuellen Winkelstützmauer.
Seitenansicht	Zeigt den Ausdruck als Vorschau am Bildschirm.
Seite einrichten...	Öffnet den Windows-Dialog für Papierformat und Seitenränder.
Drucker einrichten...	Öffnet den Windows-Dialog für den Drucker. Die Einstellung gilt, bis Sie das Programm beenden.
Export PDF...	Speichert die Ergebnisse als PDF-Datei.
Letzte Datei	Die zuletzt geöffneten Dateien zum schnellen Öffnen.
Beenden	Beendet das Programm. Bei ungespeicherten Änderungen fragt das Programm nach.

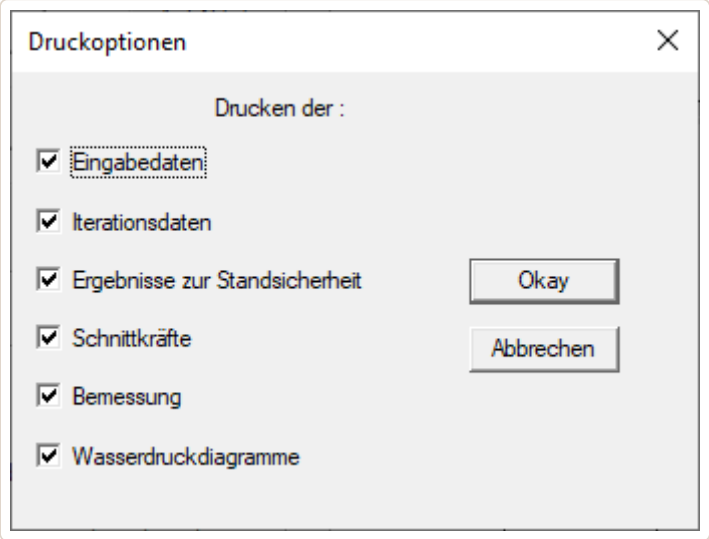
Umfang und Aussehen des Ausdrucks legen Sie im Menü Einstellungen fest.

4.2 Das Menü „Einstellungen“

Befehl	Zweck
Schriftart › Ergebnisse	Schriftart für die Druckausgabe der Ergebnisse.
Schriftart › Titel	Schriftart für die Überschriften der Druckausgabe.
Druckoptionen	Umfang der Ausgabe, siehe Druckoptionen.
Kopf- und Fusszeile ...	Inhalt von Kopf- und Fußzeile, siehe Kopf- und Fußzeile.
Einstellungen speichern	Speichert Norm für Geotechnik, Norm für Bemessung, Beton Mauer, Beton Fundament, Stahl und die Druckoptionen des aktuellen Projekts als Vorgabe für neue Projekte. Das Programm bestätigt mit „Einstellungen gespeichert!“.

4.3 Druckoptionen

Im Dialog **Druckoptionen** (Menü **Einstellungen**) legen Sie unter **Drucken der :** fest, welche Teile der Ergebnisse ausgegeben werden. Die Einstellungen wirken auf die Registerkarte **Ergebnis**, den Ausdruck und den PDF-Export. Sie werden mit dem Projekt gespeichert.



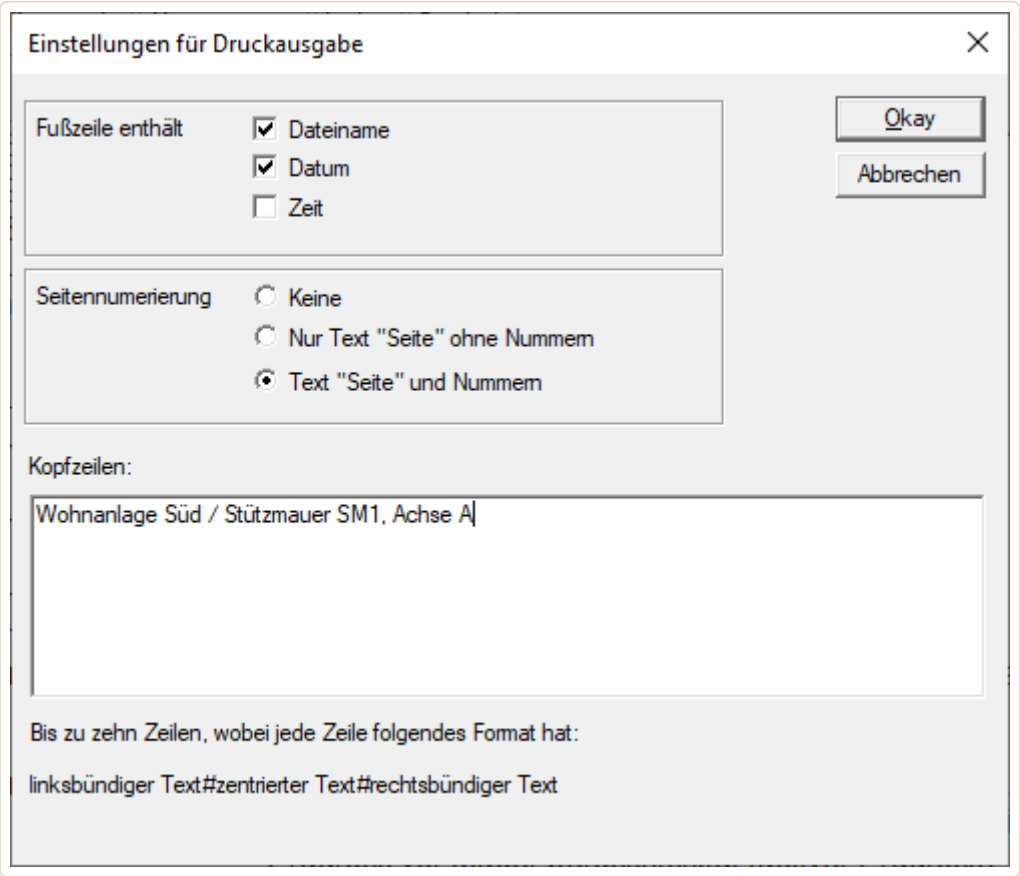
Dialog Druckoptionen

Option	Wirkung
Eingabedaten	Gibt die Eingabedaten aus (Vorgabe: aus). Ohne diese Option schreibt das Programm unter die Zeichnung nur die Werte, die in der Zeichnung nicht bemaßt sind.
Iterationsdaten	Gibt die Iterationsschritte aus (Vorgabe: ein). Nur beim Rechenverfahren **Iterieren**.
Ergebnisse zur Standsicherheit	Gibt Gewichte, Erddruck und die Nachweise der Standsicherheit aus (Vorgabe: ein). Ist ein Nachweis nicht erfüllt, schaltet das Programm die Option ein.
Schnittkräfte	Gibt Momente und Normalkräfte in den Zehntelpunkten der Mauer und am Fundament aus (Vorgabe: ein).
Bemessung	Gibt die Stahlbetonbemessung in den Zehntelpunkten und am Fundament aus (Vorgabe: ein).
Wasserdruckdiagramme	Zeichnet bei Grundwasser die Wasserdruckfiguren vor und hinter der Mauer in die Grafik (Vorgabe: ein).
Okay	Übernimmt die Einstellungen.
Abbrechen	Schließt den Dialog ohne Änderung.

Mit **Einstellungen › Einstellungen speichern** werden die Druckoptionen zur Vorgabe für neue Projekte. Das Programm legt sie in seiner Einstellungsdatei ab. Fehlt dort der Eintrag, gelten die oben genannten Vorgaben. Den Inhalt der einzelnen Ausgabeteile beschreibt Ergebnisse.

4.4 Kopf- und Fußzeile

Im Dialog **Einstellungen für Druckausgabe** (Menü **Einstellungen › Kopf- und Fusszeile ...**) legen Sie Kopf- und Fußzeile des Ausdrucks fest. Die Einstellungen gehören nicht zum Projekt.



Dialog Einstellungen für Druckausgabe

Element	Bedeutung
Fußzeile enthält	Kontrollkästchen **Dateiname**, **Datum** und **Zeit**. Vorgabe: Dateiname und Datum. Die Fußzeile enthält außerdem den Programmnamen „Winkelstützmauer“.
Seitennumerierung	**Keine**, **Nur Text „Seite“ ohne Nummern** oder **Text „Seite“ und Nummern** (Vorgabe). Die erste Seitennummer legen Sie mit **Startseite** auf der Registerkarte Allgemein fest.
Kopfzeilen:	Bis zu zehn Zeilen, zum Beispiel Ihr Firmenkopf. Jede Zeile hat das Format `linksbündiger Text#zentrierter Text#rechtsbündiger Text`.

Die zwei Zeilen **Überschrift** von der Registerkarte **Allgemein** druckt das Programm zusätzlich im Kopf der Ergebnisse.

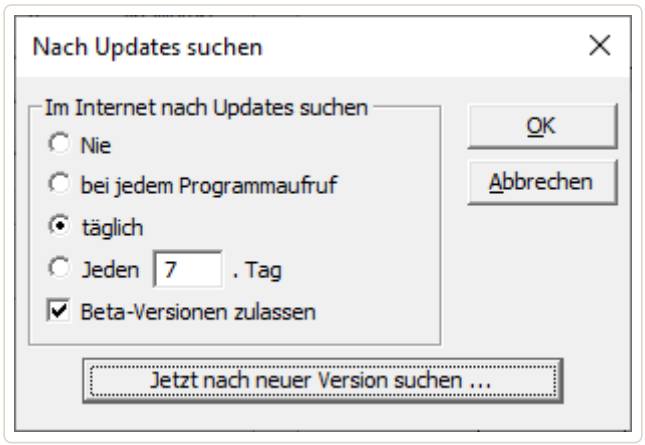
In der Studenten- und Schulversion fehlt das Feld **Kopfzeilen**.

4.5 Das Menü „Hilfe“

Befehl	Zweck
Hilfe	Öffnet die Online-Hilfe zur aktuellen Registerkarte.
Inhalt	Zeigt das Inhaltsverzeichnis der Online-Hilfe.
Nach Update suchen ...	Legt fest, wie oft im Internet nach neuen Programmversionen gesucht wird (siehe unten).

Befehl	Zweck
Fernwartung	Startet das ABIS-Fernwartungsprogramm (TeamViewer), damit Ihnen der ABIS-Support am Bildschirm helfen kann. Der Befehl ist nur aktiv, wenn das Fernwartungsprogramm installiert ist.
Info ...	Zeigt Programmname und Version, die Dateiversion und die Anschrift von ABIS. Bei einer befristeten Lizenz steht dort zusätzlich „Gültig bis:“ mit dem Ablaufdatum. Mit **Lizenzbestimmungen...** zeigen Sie die Lizenzbestimmungen an, **Okay** schließt den Dialog.

4.5.1 Nach Updates suchen



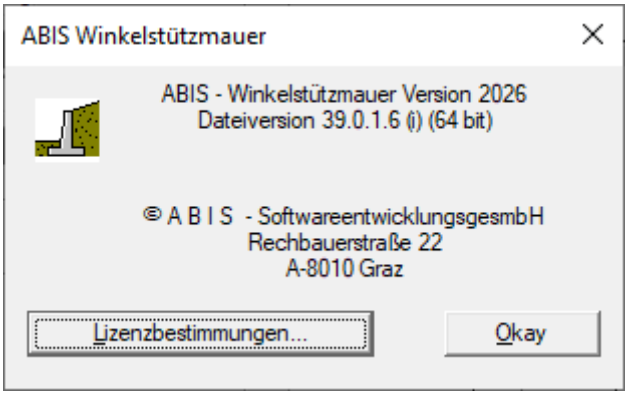
Dialog Nach Updates suchen

Die Optionen stehen in der Gruppe **Im Internet nach Updates suchen**.

Element	Bedeutung
Nie	Das Programm sucht nicht automatisch.
bei jedem Programmaufruf	Suche bei jedem Start.
täglich	Suche einmal am Tag.
Jeden *n*. Tag	Suche im eingegebenen Abstand in Tagen (Vorgabe im Feld: 7).
Beta-Versionen zulassen	Bietet auch Vorabversionen an.
Jetzt nach neuer Version suchen ...	Sucht sofort.
OK	Speichert die Einstellung.
Abbrechen	Schließt den Dialog ohne Änderung.

Eine neue Version wird heruntergeladen und beim nächsten Programmstart installiert.

4.5.2 Info



Dialog Info mit Version, Dateiversion und Anschrift

ABIS Softwareentwicklungs GesmbH

Rechbauerstraße 20–22 · 8010 Graz · Österreich

www.abis.at

ABIS Winkelstützmauer

Benutzerhandbuch · Version 39.0 · Stand 06.11.2026