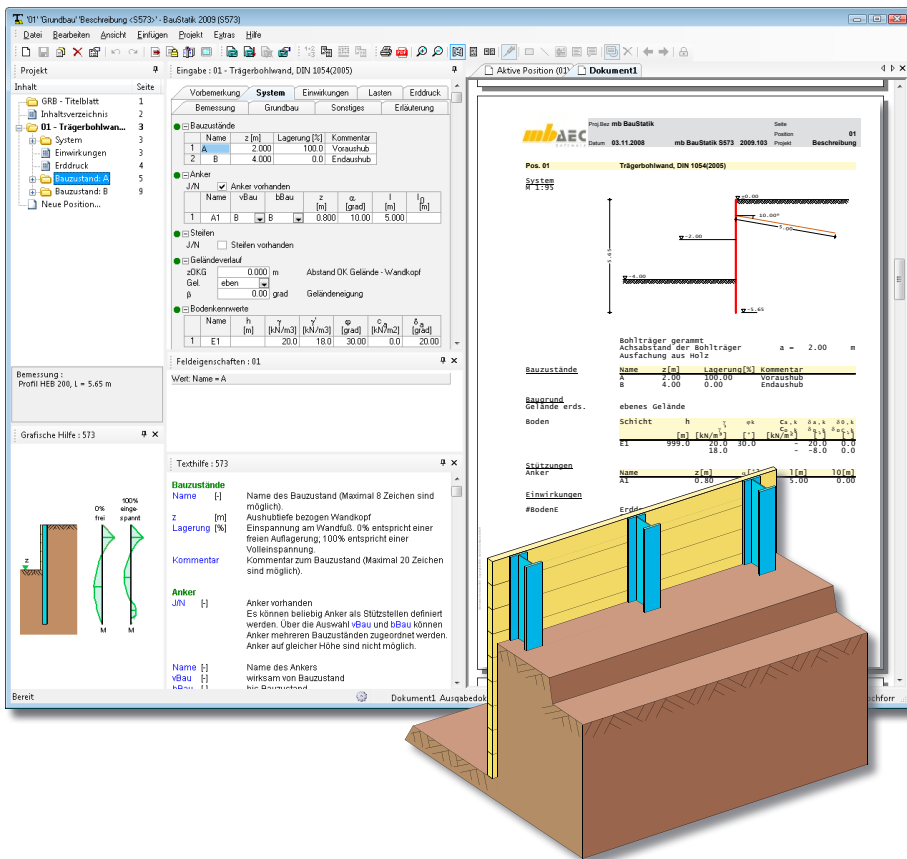


# S573 Trägerbohlwand DIN 1054 (EAB, EAU)

Leistungsbeschreibung des BauStatik-Moduls S573 von  
Dipl.-Ing. (FH) Markus Öhlenschläger

**i** Leistungsbeschreibung  
des Vorgänger-Moduls  
**JETZT: S541.de Trägerbohlwand  
(EAB, EAU) – EC 7**



Trägerbohlwand-Konstruktionen dienen zur Sicherung von Geländesprüngen und zur Übertragung von Belastungen in den Baugrund. Anwendung finden diese überwiegend zur Sicherung von Baugruben.

Die grundlegende Norm für die Berechnung und die Nachweisführung von im Boden eingebetteten Stützbauwerken stellt die DIN 1054 (01/05) dar. Darüber hinaus sind beim Einsatz von Trägerbohlwänden als Baugrubensicherungen die Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB), der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. zu beachten.

## System

Dem Programm sind Trägerbohlwände zugrunde gelegt, die unter Berücksichtigung der Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB) berechnet werden.

Für die Bestimmung des räumlichen Erdwiderstandes wird eine ebene Baugrubensohle unterstellt, wobei wahlweise eine Stützböschung

definiert werden kann. Die Beschreibung des anstehenden Baugrundes ist schichtenweise über die üblichen Parameter wie Wichte, Wichte unter Auftrieb, Reibungswinkel, Kohäsion sowie Wandreibungswinkel möglich. Somit können beliebig wechselnde Bodeneigenschaften simuliert werden. Der Verlauf der Schichtgrenzen ist hierbei horizontal.

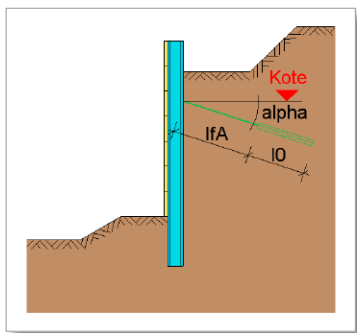


Bild 1. Bildunterschrift: Systemdarstellung Trägerbohlwand

### Bauzustände

Wie bei der Spundwand S572 erfolgt die Eingabe bezogen nach Bauzuständen um die Erstellungsgeschichte zu erfassen. Die folgenden Eingabeoptionen stehen hierbei aushubphasenbezogen zur Wahl:

- Lagerung am Wandfuß (frei aufgelagert bis eingespannt)
- Stützungen als Anker oder Steifen
- Ständige Wasserstände für Luft- und Erdseite
- Veränderliche Wasserstände für Luft- und Erdseite
- Stützböschung in der Baugrube
- Wahl der Sicherheitsklasse für Widerstände (SK 1 bis 3)

### Erddruckermittlung

Der belastende Erddruck wird gem. DIN E 4085 (12/02) bestimmt. Hier kann zwischen dem aktiven Erddruck oder dem Erdruhedruck gewählt werden. Nach EAB (EB 8) ist die Größe des Erddrucks maßgeblich von der horizontalen Bewegung der Spundwand abhängig. Um dies bei der Ermittlung berücksichtigen zu können steht zusätzlich als Zwischenwert ein erhöht aktiver Erddruck zur Wahl.

### Räumlicher Erdwiderstand

Im Vergleich zur Spundwand wird bei Trägerbohlwänden die Auflagerung im Fußbereich durch einen räumlichen Erdwiderstand ermöglicht. Die Ermittlung erfolgt nach E DIN 4085 auf mehrere kurze Wände (Träger), die mit einem Abstand  $a$  nebeneinander angeordnet sind.

Damit der räumliche Erddruck nicht überschätzt wird, erfolgt ein Vergleich mit dem passiven Erddruck auf eine gedachte durchgehende Wand. Der kleinere Wert wird als maßgebend berücksichtigt.

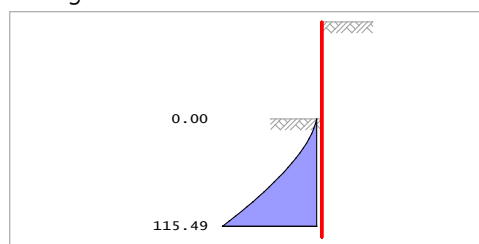


Bild 2. Räumlicher Erdwiderstand

### Belastungen

Neben dem Erddruck infolge Bodeneigenlast können auch Erddruckanteile infolge vertikaler oder horizontaler Linienlasten, vertikaler Block- und Streifenlasten sowie großflächiger Auflasten bestimmt und bei den Nachweisen und Bemessungen berücksichtigt werden. Diese Belastungen greifen entweder an Geländeoberkante oder unterhalb als Gründungslasten benachbarter Bauwerke an. Darüber hinaus können weitere Belastungen wie Vertikal- oder Horizontalkräfte sowie Momente oder horizontale Spannungen direkt auf die Trägerbohlwand einwirken.

### Einwirkungen

Wie im Programm S572 Spundwand werden auf Grundlage von eigen definierten Einwirkungen alle möglichen Kombinationen automatisch erzeugt.

Für die geotechnischen Nachweise werden gemäß DIN 1054 Abs. 6.3.1 drei Einwirkungs-Kombinationstypen unterschieden:

- Regel Kombination EK1: Ständige sowie während der Funktionszeit regelmäßig auftretende Veränderliche Einwirkung
- Seltene Kombination EK2: Außer den Einwirkungen der Regel-Kombination seltene oder einmalige planmäßige Einwirkungen
- Außergewöhnliche Kombination EK3: Außer den Einwirkungen der Regel-Kombination eine gleichzeitig mögliche außergewöhnliche Einwirkung, insbesondere bei Erdbeben, Katastrophen oder Unfällen

Jede automatisch gebildete Kombination wird automatisch entsprechend der beinhalteten Einwirkungen typisiert. Somit bilden alle Kombinationen, bei denen keine außergewöhnliche Einwirkung enthalten ist, eine Regel-Kombination (EK1). Ist eine außergewöhnliche enthalten, so wird diese als Außergewöhnliche Kombination (EK3) behandelt.

### Lastfälle der DIN 1054

In der DIN 1054 (01/05) werden drei Lastfälle beschrieben, welche sich aus den Einwirkungskombinationen in Verbindung mit den Sicherheitsklassen ergeben. Es wird unterschieden in:

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

## Geotechnische Nachweise

Das Programm führt die erforderlichen geotechnischen Nachweise gemäß DIN 1054, die sich in die Nachweise Verlust der Lagesicherheit (GZ 1A) und Versagen von Bauwerken und Bauteilen aufgliedern.

### Versagen des Erdwiderlagers in Grenzzustand 1B

Eine Baugrube erreicht ihre Standsicherheit durch Abtragung der horizontalen Belastung komplett oder teilweise über die Erdwiderstandskraft infolge räumlichen Erdwiderstands.

Für jeden Bauzustand ist somit nachzuweisen, dass die Träger der Wand über ausreichende Einbindetiefe verfügen, um die vorherrschende Belastung abzutragen.

$$B_{h,d} \leq E_{ph,d} \text{ mit } E_{ph,d} = \eta \cdot \frac{E_{ph,k}}{\gamma_{Ep}}$$

$B_{h,d}$	Bemessungswert des Horizontalanteils der Auflagerkraft für das Erdwiderlager
$E_{ph,d}$	Bemessungswert des Horizontalanteils des räumlichen Erdwiderstandes.
$\gamma_{Ep}$	Teilsicherheitsbeiwert für den Erdwiderstand
$\eta$	Abminderungsfaktor zur Reduktion der Fußverschiebung nach DIN 1054 Abs. 10.6.3 (4)

Über die Nachweisführung „Versagen des Erdwiderlagers“ wird die erforderliche Einbindetiefe je Bauzustand bzw. Aushubphase unter Berücksichtigung von DIN 1054 Abs. 10.6.3 sowie EAB (EB 80) ermittelt.

### Nachweis des Gleichgewichts der Horizontalkräfte

Für die Ermittlung der erforderlichen Einbindetiefe der Träger wird bei rückverankerten Baugruben der Erddruck bis zur Baugrubensohle umgelagert. Der Erddruckanteil  $\Delta E_{ah,d}$  unterhalb der Baugrubensohle bis zum Trägerfuß kann vernachlässigt werden. Jedoch ist durch den Nachweis des Gleichgewichts der Horizontalkräfte die Zulässigkeit der Vernachlässigung zu überprüfen. Die Nachweisführung ist eine Ergänzung zur Ermittlung der Einbindetiefe. Kann der Nachweis nicht erbracht werden, wird die Einbindetiefe erhöht bis der Nachweis erfüllt ist. Geregelt wird die Nachweisführung in EAB (EB 15).

### Nachweis der Vertikalkomponente der Auflagerkraft

Neben der Nachweisführung der Abtragung der horizontalen Auflagerkraft in den Baugrund ist auch die Vertikalkomponente der Auflagerkraft B zu beurteilen. Hierfür ist nachzuweisen, dass bei gewähltem negativem Neigungswinkel  $\delta_{p,m,k}$  die vertikale von unten nach oben gerichtete vertikale Auflagerkraft  $B_{v,k}$  kleiner ist als die Summe der von oben nach unten gerichteten Anteile je Einwirkung.

$$V_k \geq B_{v,k}$$

$$B_{v,k} = B_{h,k} \cdot \tan(\delta_{p,m,k})$$

$$V_k = G_k + E_{av,k} + A_{v,k} + C_{v,k}$$

$V_k$	Charakteristische Summe aller von oben nach unten gerichteter Einwirkungen
$B_{v,k}$	Charakteristische Vertikalkomponente der Auflagerkraft B am Erdwiderlager
$A_{v,k}$	Charakteristische Vertikalkomponente der Auflagerkraft A
$E_{av,k}$	Charakteristische Vertikalkomponente des Erddrucks
$C_{v,k}$	Charakteristische Vertikalkomponente der Ersatzkraft C
$\delta_{p,m,k}$	gemittelter Wandreibungswinkel zur Ermittlung der Erdwiderstandskraft

Dem Nachweis der vertikalen Auflagerkraft ist kein Grenzzustand zugeordnet. Im Vergleich zur Nachweisführung bei durchgehenden Stützwänden wie zum Beispiel Spundwänden, wird bei Trägerbohlwänden der Nachweis bezogen auf einen Träger geführt. Nach DIN 1054 Abs. 10.6.3 wird der Nachweis auf charakteristischem Lastniveau geführt. Falls der Nachweis nicht erfüllt ist und die Vertikalkomponente der Bodenaullagerkraft größer ist als die Summe der minimalen vertikalen Gesamtbeanspruchung der Wand, so ist der negative Wandreibungswinkel  $\delta_{p,m,k}$  und somit auch der maximale Erdwiderstand überschätzt. Der Wandreibungswinkel ist deshalb zu reduzieren. Besonders bei frei auskragenden oder einfach rückverankerten Baugruben mit flacher Ankerneigung beeinflusst die Nachweisführung die Ermittlung der Einbindetiefe. Die Anpassung des Wandreibungswinkels für die Ermittlung des Erdwiderstandes kann vom Programm automatisch erfolgen.

### Nachweis der Ersatzkraft C im Grenzzustand 1B

Für im Erdwiderlager eingespannte oder teilweise eingespannte Trägerbohlwände ist die Einbinde-

tiefe um einen Tiefenzuschlag  $\Delta t_1$  („Rammtiefenzuschlag“) über die theoretische Einbindetiefe  $t_1$  hinaus, zur Aufnahme der statisch erforderlichen Ersatzkraft  $C$ , zu verlängern. Vereinfacht ohne weiteren Nachweis kann der Tiefenzuschlag mit 20% der theoretischen Einbindetiefe angenommen werden. Bei genauerer Nachweisführung sind auch geringere Zuschläge, jedoch mindestens 10%, möglich.

Das Programm ermöglicht neben dem vereinfachten Ansatz von 20% für eine wirtschaftliche Betrachtung auch den genaueren Nachweis, ob die Ersatzlast  $C_{h,d}$  über die Bodenreaktion  $E_{phC,d}$  über den Tiefenzuschlag  $\Delta t_1$  abgetragen werden kann.

$$C_{h,d} \leq E_{phC,d} \quad \text{mit Tiefenzuschlag } \Delta t_1 = \frac{C_{h,d} \cdot \gamma_{Ep}}{e_{phC,k}}$$

- $C_{h,d}$  Bemessungswert der Ersatzkraft
- $E_{phC,d}$  Bemessungswert des Erdwiderstandes
- $\gamma_{Ep}$  Teilsicherheitsbeiwert für den Erdwiderstand
- $\Delta t_1$  Tiefenzuschlag
- $e_{phC,k}$  Charakteristische Erdwiderstandsordinate

Bei der genaueren Nachweisführung wird iterativ der notwendige Tiefenzuschlag zur Aufnahme der Ersatzkraft bestimmt. Die Nachweisführung selbst erfolgt nach EAB (EB 26) oder EAU (E 56) entsprechend DIN 1054 Abs. 10.6.3.

### Nachweis gegen Versinken von Bauteilen im Grenzzustand 1B

Für wandartige Stützbauwerke wie Trägerbohlwände ist es erforderlich nachzuweisen, dass das Bauteil infolge wandparalleler Beanspruchung im Boden versinkt. Die Grenzzustandsbedingung wird in DIN 1054 Abs. 10.6.6 wie folgt beschrieben.

$$V_d \leq R_d$$

- $V_d$  Bemessungswert der vertikalen Wandbeanspruchung
- $R_d$  Bemessungswert des Widerstandes der Spundwand in axialer Richtung

Die sogenannte äußere Tragfähigkeit für Trägerbohlwände wird in nach EAB (EB 85) ermittelt. Diese setzt sich zum einen aus dem Fußwiderstand und zum anderen aus dem Mantelwiderstand zusammen. Die dafür notwendige Mantelreibung und der Spitzendruck können hierfür auf Grundlage von Erfahrungswerten nach EAB A 10 bestimmt oder durch Vorgabe von Ergebnissen aus Probelastungen ermittelt werden.

### Nachweis der Standsicherheit in der tiefen Gleitfuge im Grenzzustand 1B

Zur Ermittlung der erforderlichen Ankerlänge ist der Nachweis in der tiefen Gleitfuge erforderlich. Hierbei wird nachgewiesen, dass der Bodenkörper, der sich über die Ankerlänge definiert, auf einer ebenen Gleitfläche abrutscht. Die an den Bodenkörper angreifenden Kräfte bilden ein Kräfteck über welches die mögliche Ankerkraft  $A_{mögl,k}$  bestimmt wird.

$$A_{vorh,d} \leq A_{mögl,d}$$

- $A_{vorh,d}$  Bemessungswert der Ankerbeanspruchung
- $A_{mögl,d}$  Bemessungswert des Widerstandes

Über die Vorgabe einer Schrittweite für die Ankerverlängerung kann das Programm automatisch die Ankerlänge so weit steigern, bis der Nachweis erfüllt ist. Definiert ist der Nachweis in DIN 1054 Abs. 10.6.7. Berücksichtigt wird je nach Ausführungsart die EAB (EB 44) oder EAU (E 10).

### Bemessung der Bauteile

#### Träger

Nach DIN 1054 Abs. 10.6.8 ist für Bauteile die Tragfähigkeit im Grenzzustand der Tragfähigkeit nachzuweisen. Für die Träger erfolgt die Nachweisführung der Querschnittstragfähigkeit gem. DIN 18800-1 nach dem Verfahren elastisch-elastisch.

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

- $E_d$  Bemessungswert der Beanspruchung
- $R_{M,d}$  Bemessungswert des Bauteilwiderstandes

Für die Träger-Bemessung kann auf die in den Projekt-Stammdaten hinterlegten Profilreihen (z.B. HEA, HEB, Doppel U, ...) zurückgegriffen werden. Wahlweise kann eine automatische Ermittlung des statisch erforderlichen Querschnitts erfolgen.

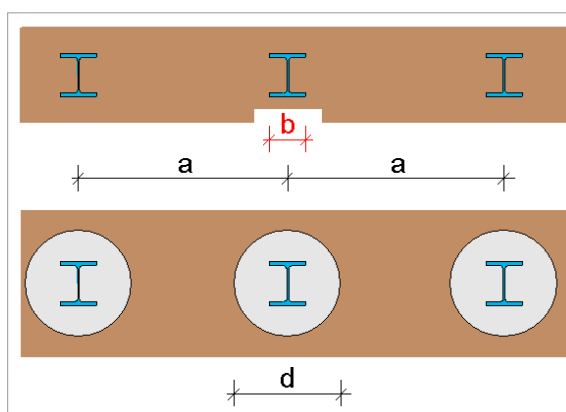


Bild 3. Darstellung Trägeranordnung

## Ausfachung

Die Ausfachungen zwischen den Trägern kann sowohl aus Holz mit Bohlen konstanter Stärke sowie aus Stahl in Form von z.B. Kanaldielen erfolgen.

Werden Kanaldielen als Ausfachungselemente gewählt, so erfolgt die Bauteilbemessung mit der ungünstigsten Kombination der einwirkungsbedingten Schnittgrößen nach DIN 18800-1.

Für Ausfachungen, die aus Holz-Bohlen hergestellt sind, erfolgt die Bemessung nach DIN 1052, wobei nach EAB (EB 88) mit einem konstanten Modifikationsbeiwert  $k_{mod} = 1,0$  die Nachweisführung erfolgt.

$$E_d \leq R_{M,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M}$$

- $E_d$  Bemessungswert der Beanspruchung
- $R_{M,d}$  Bemessungswert des Bauteilwiderstandes
- $f_{m,k}$  Charakteristische Festigkeit für Biegung nach DIN 1052 (08/04) Tabelle F.5
- $k_{mod}$  Modifikationsbeiwert für Nutzungsklasse und Klasse der Lasteinwirkungsdauer
- $\gamma_M$  Teilsicherheitsbeiwert für Holzquerschnitte nach EAB Anhang A 9 (Tabelle 9.2)

Für die Schnittgrößenermittlung der Ausfachungen kann der maßgebende charakteristische Erddruck entsprechend EAB (EB 47) ermittelt werden. So kann eine Abminderung oder auch die Berücksichtigung einer Gewölbewirkung erfasst werden.

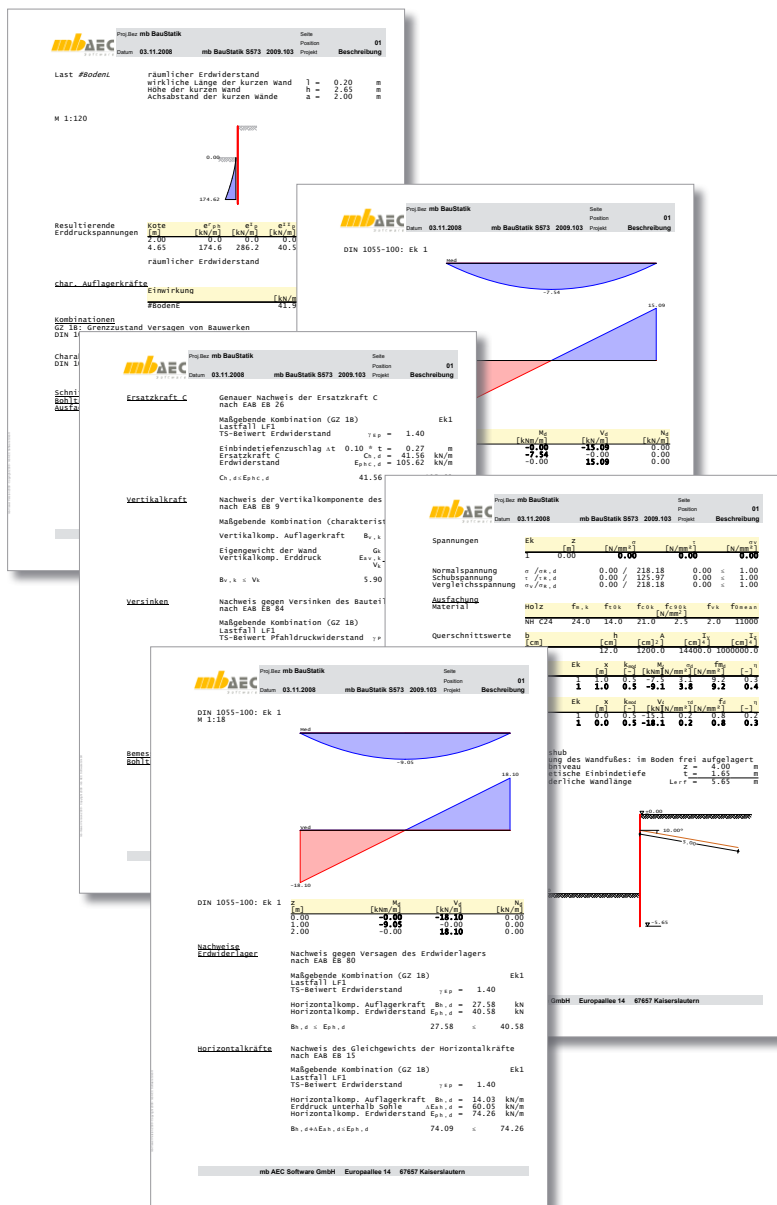
## Ausgabe

Die Ausgabe der Eingabewerte, der Berechnungsgrundlagen sowie der Berechnungs- und Bemessungsergebnisse erfolgt übersichtlich in textlicher und teilweise in grafischer Form.

Darüber hinaus wird im Anschluss an den letzten Bauzustand eine Übersicht in tabellarischer Form angeboten. Dies erleichtert deutlich die Bearbeitung der Spundwandberechnung.

Der Umfang kann gezielt angepasst und auch reduziert werden.

Dipl.-Ing. (FH) Markus Öhlenschläger  
mb AEC Software GmbH  
mb-news@mbaec.de



## BauStatik 2009

### S573 Trägerbohlwand, DIN 1054 (01/05), (EAB, EAU)

Leistungsbeschreibung siehe nebenstehenden Fachartikel



Leistungsbeschreibung des Vorgänger-Moduls  
**JETZT: S541.de Trägerbohlwand (EAB, EAU) – EC 7**

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten (7,50 EUR) und ges. MwSt. Hardlock für Einzelplatzlizenzen, je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Handbücher auf DVD. Betriebssysteme Windows 2000 / XP (32) / Vista (32/64) – Stand: November 2008

