

Pöter & Möller – An den Drei Pfosten 38 – 57072 Siegen

Dipl.- Ing. Hans Pöter

Von der IHK Siegen öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Dach-, Wand-, und Unterkonstruktionen aus Metall (Trapezbleche und Sandwichelemente)

Dr.- Ing. Ralf Möller

Von der IHK Siegen öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Dach-, Wand- und Deckenkonstruktionen aus Metall – Tragsicherheit und Gebrauchsfähigkeit von Konstruktionen aus Trapezprofilen, Kassetten und Sandwichelementen

- BQÜ – Baubegleitende Qualitätsüberwachung
- Nachweisführungen – Statik – Bauphysik
- Software – Entwicklung
- Sanierungskonzepte – Dach/Wand
- Sachverständigen Gutachten

PM – Sandwich

Programmsystem zur statischen Berechnung und Bemessung von Sandwichelementen mit metallischen Deckschalen und Kern aus Polyurethan – Hartschaum oder Mineralfasern

Allgemeine Programmbeschreibung

- Inhalt:**
1. Allgemeines
 2. Abmessungen des statischen Systems
 3. Elementauswahl
 4. Querschnittswerte
 5. Belastung
 6. Lösungsverfahren zur Schnittkraftermittlung
 7. Bemessungskonzept
 8. Verbindungselemente
 9. Textliche Darstellung der Ergebnisse
 10. Graphische Darstellungen
 11. Eingabe von Materialdaten
 12. Bemessungstabellen
 13. Hinweise zur Implementierung
 14. Durchführung des Programmes
 15. Abbruch des Programmes
 16. Datensicherung
 17. Lizenzgebühren
 18. Literatur

Januar 2008



1. Allgemeines

Die Berechnung von Sandwichelementen mit metallischen Deckschalen und Kern aus Polyurethan - Hartschaum oder Mineralfasern ist eine numerisch schwierige und kombinatorisch umfangreiche Aufgabe. So haben wir uns zum Ziel gesetzt, die statische Berechnung und Bemessung dieser Sandwichelemente für die Praxis durchsichtiger und anwenderfreundlicher zu gestalten.

Bei der Entwicklung von **PM – Sandwich** waren daher folgende Gesichtspunkte maßgebend:

- Ausbildung des Programmsystems als Grundlage für die effektive Entwicklungsarbeit eines Konstrukteurs oder Produzenten für Sandwichelemente.
- Ausbildung des Programmsystems als Datenbasis für die in den diversen Zulassungsbescheiden niedergelegten Sandwichdaten der wesentlichen Wettbewerber auf dem deutschen Markt.
- Ausbildung des Programmsystems als Lehrprogramm unter Zuhilfenahme graphischer Darstellungen von Schnittkraft-, Spannungs- und Verformungsverläufen.
- Ausbildung des Programmsystems als Handwerkzeug des Statikers zur Generierung einer prüffähigen, vorlagefähigen statischen Berechnung für Sandwichelemente.

Wir haben versucht, alle diese Ansprüche in unserem Programmsystem **PM - SANDWICH** zu vereinen. Dies geschah in Zusammenhang mit der Forderung nach einer akzeptablen Oberfläche mit verständlichen Dialogen.

Das Programm **PM - SANDWICH** leistet die statische Berechnung von Durchlaufträgersystemen aus Sandwichelementen sowie deren Bemessung nach den Zulassungsbescheiden für Sandwichelemente des DIBT. Die Festigkeitsdaten und Bemessungsgrenzwerte der Sandwichelemente mit Stahl- oder Aluminiumdeckschalen von 17 namhaften Herstellern und 19 Produktlinien sind im Programm hinterlegt.

Das Programm erstellt eine geschlossene prüffähige statische Berechnung für den Einzelfall oder ermittelt unter vorgegebener Belastung die maximal zulässigen Stützweiten.

2. Abmessungen des statischen Systems

Als Statische Systeme sind Durchlaufträger mit unterschiedlichen Feldweiten sowie mit Kragarmen zugelassen. Begründet durch Biegetheorie und Baupraxis sind zuverlässige Ergebnisse unter Berücksichtigung folgender Einschränkungen zu gewinnen:

- Das Verhältnis der Stützweiten des größten Feldes zum kleinsten Feld soll 5 : 1 nicht überschreiten.
- Die Längenabmessung des kleinsten Feldes soll mindestens das 8 - fache der Querschnittshöhe betragen.
- Die Länge der Kragarme soll mindestens das 4 - fache der Querschnittshöhe, aber weniger als ein Viertel der Feldweite des benachbarten Feldes betragen.

Die **Auflagerbreiten** werden nach den Regelungen der Zulassungen vorgegeben. Sie können in den entsprechenden Eingabemasken den tatsächlich vorhandenen Verhältnissen angepaßt werden.

Die **Unterkonstruktion** als Auflagerung der Sandwichelemente kann bei *Wandkonstruktionen* sowohl innerhalb als auch außerhalb der raumabschließenden Elemente liegen.

Die Anwendung der Sandwichelemente als **Wandelemente** kann sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Anordnung der Elemente erfolgen. Das Eigengewicht wird als Scheibenbelastung aufgefaßt und wird bei der Generierung der Belastung nicht berücksichtigt. Für den Abtrag dieser Belastung ist gesondert Sorge zu tragen. Dementsprechend sind auch die Nachweise für die Verbindungselemente zu ergänzen (Vergl. dazu die Regelungen des Zulassungsbescheid Nr. Z-14.4-407 des DIBT).

Wird das Wandelement mit trapezprofilierte Deckschale angewendet, so befindet sich diese grundsätzlich auf der Außenseite - und zwar so, wie sie in der Zulassung gezeigt ist. Die Berechnung des Elementes in Negativlage ist in Entwicklung.

Die Anwendung als Dachelement erfolgt in dem Bereich der *flachen* Dächer. Dachneigungen bis 25° werden bei der Generierung der Belastung berücksichtigt. Bei Dachneigungen über 25° kann die Belastung händisch eingegeben werden. Auf die erforderlichen Zusatzkonstruktionen zur Aufnahme des Dachschubes wird hier besonders hingewiesen.

Dachelemente haben grundsätzlich eine *Außenschale* in Trapez - profilierter Form.

3. Elementauswahl

Achtzehn namhafte Hersteller von Sandwichprodukten mit Deckschalen aus Stahl oder Aluminium und Kern aus PUR - Hartschaumstoff oder Mineralfasern werden zur Zeit im Programmsystem **PM - SANDWICH** berücksichtigt. Die Zulassungsdaten sind in separaten Datendateien hinterlegt und können von fachlich gebildeten Anwendern nach Maßgabe von Zulassungsänderungen modifiziert werden (vergl. Abschnitt 10) .

Die Auswahl der Elemente erfolgt nach den Kriterien Dach / Wand, Hochbau / Kühlhausbau / Kühlzellenbau. Nach Auswahl des Herstellers werden alle angebotenen Elemente eingeblendet. Damit erhält der Benutzer einen Überblick über das Lieferprogramm.

Da die Farbe des Elementes i.d.R. bereits im Bestellstadium festliegt, wird zusammen mit der Elementauswahl bereits die Einordnung in die Farbgruppen durchgeführt, ein Rolladenmenue mit den gängigen Farbtönen erleichtert dabei die Auswahl.

In einem getrennten Fenster am unteren Bildrand ist jederzeit die aktuelle Elementauswahl ersichtlich.

4. Querschnittsgeometrie

Die Deckschalen der Sandwichelemente können sowohl beidseitig quasi-eben (schwach profiliert) oder auch *einseitig* profiliert (Well- oder Trapezprofilierung) sein. Die Eingabe der Oberflächenbezeichnungen ist eng an die Angaben in den Zulassungen gebunden.

Die Berechnung der Querschnittswerte erfolgt unter Berücksichtigung der Stahlkerndicke und der Nennhöhen des Querschnittes oder der Querschnittsteile. Toleranzen in der Stahlkerndicke oder der Querschnittsgeometrie werden bei der Berechnung der Querschnittswerte üblicherweise nicht berücksichtigt.

5. Belastung

Generierung der Belastung

Für den Regelfall werden die Belastungen nach den einschlägigen Normen bzw. nach den Zulassungen der einzelnen Hersteller generiert. Folgende Konventionen sind zu berücksichtigen:

- Den ständigen Lasten und Schneelasten (auch der Schneeanhäufung) nach DIN 1055 - 5 werden die Kriechbeiwerte nach Zulassung zugeordnet.
- Windlasten nach DIN 1055 - 4 oder NEN 6702 werden nach Form und Lage des Gebäudes berücksichtigt. Die Windlastgenerierung gilt strenggenommen nur für Gebäude mit rechteckigem Grundriß. Für andere Gebäudeformen muß der Anwender die Anwendbarkeit der in der Norm angegebenen Formeln beurteilen.
- Die Generierung der Windlast ist z. Zt. nur bei Dächern mit Neigung von maximal 5° möglich, die Erweiterung auf steilere Dächer ist in Arbeit..

- Für die Kragarme - Attika oder Dachüberstand - werden optional erhöhte Windlasten berechnet.
- Die Zusatzlasten aus Windsog in den Eck- und Randbereichen des Gebäudes werden bei der Berechnung der Stützkräfte und der Schraubenzahl berücksichtigt.
- Eine Windlastgenerierung für offene Gebäude ist möglich - hierbei wird der ungünstigste Fall nach DIN 1055 - 4 (2005) generiert - unabhängig von der Lage des Elementes zur Anströmrichtung.
- Innendrucke können wahlweise berücksichtigt werden.
- Die Temperaturen können nach Zulassungsbescheid generiert werden. Die Eingabe von Temperaturlasten ist darüber hinaus auch unterschieden nach Betriebstemperaturen im Gebäude und nach durch die Zulassung vorgegebenen Sommer- und Wintertemperaturen außerhalb des Gebäudes möglich. Die Temperaturdifferenz wird daraus vom Programm berechnet. Die Temperaturdehnung wird nach Maßgabe der linearen Temperaturdehnzahl für die verwendeten Deckschichten berechnet.
- Im Kühlhausbau können Temperaturvorgaben für eine Agraffenlagerung berücksichtigt werden. Die Agraffenbemessung muß im Nachlauf händisch erfolgen.
- Mannlasten für Kühlhausdecken werden mit einer beliebigen Aufstandsfläche in Spannweitenrichtung und B (Baubreite) m quer zur Spannrichtung generiert. Eine abweichende händische Lastangabe nach Maßgabe einer Schnittkraftmaximierung bei Durchlaufsystemen ist vorgesehen. Die Berechnung erfolgt außerhalb der baurechtlichen Regelungen. Für die Bemessung werden die Daten des Zulassungsbescheides verwendet.

Die entsprechenden Randbedingungen und Gültigkeitsbereiche sind in den Eingabemasken angegeben.

Händische Eingabe der Belastung

Neben der Generierung oder teilweiser Generierung der Belastung besteht die Möglichkeit, vorab ermittelte Belastungsdaten in gesonderten Masken einzugeben. Es werden im Bedarfsfall abgefragt:

- Feldweise konstante Gleichlasten.
- Teilstreckenlasten mit konstanter Ordinate.
- Belastungen aus Schneeanhäufungen.
- Feldweise konstante Temperaturbelastungen.

Ständig vorhandene **Über- oder Unterdrücke** im Gebäude können somit per Hand unter der Maske **Ständige Lasten** eingegeben werden. Es gilt in diesem Fall die Zuordnung des in der Zulassung angegebenen Kriechbeiwertes zur Erfassung des Langzeitverhaltens. Überdrücke im Gebäude sind somit mit negativem, Unterdrücke mit positivem Vorzeichen einzugeben.

Ein temporärer Aufbau von Unter- und Überdrücken kann unter der Anwendung „Kühlzellenbau“ berücksichtigt werden.

6. Lösungsverfahren zur Ermittlung der Schnittkräfte und Verformungen

Als Lösungsverfahren für die Berechnung von Sandwichelementen mit *quasiebenen* Deckschalen wird ein numerisch stabiles Kraftgrößenverfahren an einer Kette von Einfeldträgern unter Berücksichtigung der *Schubverformungen* in der Flexibilitätsmatrix genutzt.

Als statisch überzählige Kraftgrößen werden die *Verbundmomente* über den Stützen gewählt. Das Lösungsverfahren weicht im übrigen Rechenverlauf nur unwesentlich von dem üblicherweise in der Stabstatik angewendeten Kraftgrößenverfahren ab.

Die Berechnung von Systemen mit *einseitig profilierten Deckschalen* erfolgt nach einem modifizierten Kraftgrößenverfahren [4] an einer Kette von Einfeldträgern.

Als statisch überzählige Kraftgrößen werden die *Deckschalenmomente* und die *Verbundmomente* über den Stützen gewählt. Man erhält somit über jeder Stütze je eine unbekannte Kraftgröße mehr als im konventionellen Kraftgrößenverfahren.

Als Verträglichkeitsbedingungen stehen die Bedingungen, daß in den Deckschichten kein Knick auftritt und daß kein Auseinanderklaffen oder ein gegenseitiges Überschieben der Deckschichten stattfinden darf, zur Verfügung. Die numerische Stabilität dieses Verfahrens ist seit Jahren im praktischen Gebrauch erwiesen.

Als theoretische Hintergründe der gewählten Lösungsverfahren sind die im Literaturverzeichnis aufgeführten Stellen zu nennen.

Dem Anwender des Programmsystems stehen im Rahmen der Berechnung prinzipiell folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- **Erstellung eines prüffähigen statischen Nachweises**

Berechnungen für ein statisches System mit vorgegebenen Spannweiten und Erstellung eines prüffähiges Protokolls der Spannungen, Verformungen, Auflagerpressungen und Beanspruchungen der Befestigungselemente.

- **Ermittlung einer Grenzstützweite**

Ermittlung der maximal möglichen Stützweiten unter einer vorgegebenen Belastung. Dabei werden die Feldweiten des Systems so lange *proportional* verändert, bis einer der durch Zulassungsbescheid vorgegebenen Bemessungsgrenzwerte erreicht wird. Diese Option ist nur unter Gleichlasten möglich.

Für diese Konfiguration wird ein Protokoll ausgegeben.

- **Erstellung von Bemessungstabellen**

Diese Option ist nur für Hersteller von Sandwichelementen sinnvoll. Für Durchlaufträgersystemen mit ungleichen Stützweiten werden unter Gleichlasten nach DIN 1055-4,5 und frei wählbaren Temperaturverhältnissen Bemessungstabellen erstellt. Dabei gehen die Bemessungsgrenzwerte nach Zulassungsbescheid und eine frei wählbare Durchbiegungsbeschränkung ein. Weitere Parameter sind die Auflagerbreiten.

Die Ausgabe erfolgt tabellarisch in Form einer branchenüblichen Bemessungstabelle.

7. Bemessungskonzept

In der vorliegenden Version wird das Bemessungskonzept der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungsbescheide des DIBt zugrundegelegt. Andere Bemessungskonzepte werden z.Zt. eingearbeitet.

8. Befestigungselemente

Es werden die Verbindungselemente berücksichtigt, die für die Befestigung von Sandwichelementen geeignet sind. Diese sind heute im Zulassungsbescheid Nr. Z - 14.4 - 407 angegeben.

Dazu zählen weiterhin auch die verdeckten Befestigungselemente, die von vereinzelt Herstellern angeboten werden. Deren Daten werden nach dem Stand der Zulassungen laufend ergänzt.

Es wird der Stand bis 2007 berücksichtigt. Die Version 2008 des Zulassungsbescheids wird zur Zeit gerade eingearbeitet.

9. Textliche Darstellung der Ergebnisse

Definitionen

Winterlastfall im Hoch – und Kühlhausbau:

Darstellung der Ergebnisse der Einzelbelastungen mit den Kernsteifigkeiten unter Normaltemperaturen:

- Ständige Lasten
- Schnee und Schneeanhäufung
- Windbelastung
- Wintertemperaturen

Sommerlastfall im Hoch – und Kühlhausbau:

Darstellung der Ergebnisse der Einzelbelastungen mit den Kernsteifigkeiten unter erhöhten Temperaturen (> 20°C)

- Ständige Lasten
- Windbelastung
- Sommertemperaturen

Für Deckenkonstruktionen im Kühlzellenbau zusätzlich:

- Ständige Lasten (Incl. permanente Über – und Unterdrücke)
- Mannlasten
- Temporäre Unter- und Überdrücke
- Temperaturdifferenzen

Ergebnisse im Gebrauchszustand

Die Berechnungsergebnisse im Gebrauchszustand werden zunächst - nach Lastfall geordnet - tabellarisch ausgegeben. Darauf folgt eine Superposition der einzelnen Lastfälle gemäß Bemessungskonzept. Die Darstellung in der Ausgabe umfaßt die Extremwerte der Verformungen, Biegemomente und Querkräfte sowie die Stellen, an denen diese Werte auftreten.

Bei Wandelementen mit ebenen Deckschalen werden die Extremwerte der Längsspannungen aus den Extremwerten der Biegemomente berechnet.

Da sich bei Dachelementen die Längsspannungen aus dem Verbundmoment und dem Deckschalenmoment zusammensetzen und diese unterschiedliche Verläufe haben, wird in einem getrennten Rechenlauf der Extremwert der Längsspannungen gesucht und protokolliert.

Die Einhaltung des Spannungsgrenzwertes in der oberen Randfaser der trapezprofilierten Schale zum Zeitpunkt $t = \infty$ wird überprüft.

Bemessungsprotokoll

Die Lastfallkombinationen werden sowohl nach Zulassungsbescheid für Sandwichelemente als auch unter Berücksichtigung der DIN 1055-5 zusammengestellt.

Winterlastfälle im Hochbau und Kühlhausbau

1. Ständige Last
2. Ständige Last + Schnee
3. Ständige Last + Temperatur
4. Ständige Last + Schnee + reduzierte Temperatur (n. Zulassungsbescheid)
5. Ständige Last + Wind
6. Ständige Last + Schnee + Ψ * Wind (nach DIN 1055) in Bearbeitung
7. Ständige Last + Ψ * Schnee + Wind (nach DIN 1055) in Bearbeitung
8. Ständige Last + Schnee + Ψ * Wind + reduzierte Temperatur (n. Zulassungsbesch.)

Die Belastung aus Schneeanhäufung wird nur dann berücksichtigt, wenn sie im Sinne einer *Spannungsmaximierung* einwirkt.

Sommerlastfälle im Hochbau und Kühlhausbau

1. Ständige Last
2. Ständige Last + Temperatur
3. Ständige Last + Wind
4. Ständige Last + Wind + reduzierte Temperatur (n. Zulassungsbescheid)

Deckenelemente im Kühlzellenbau

1. Ständige Last
2. Ständige Last + Mannlast

3. Ständige Last + Temperatur
4. Ständige Last + Mannlast + Temperatur
5. Ständige Last + nichtständige Druckdifferenzen
6. Ständige Last + Mannlast + Temperatur + nichtständige Druckdifferenzen

Die Bemessungsgrenzwerte werden dem Zulassungsbescheid entnommen (s. auch Auflagerkräfte). Überschreitungen der Bemessungsgrenzwerte werden an Ort und Stelle durch Einfügen der Zeichenkette ' * * * * ' markiert.

Traglastnachweise

Die Nachweise für den Traglastzustand werden an einer Kette von Einfeldträgersystemen geführt. Da das Programm unterschiedliche Belastungen je Feld gestattet, erfolgt für jedes Feld ein Ausdruck der *Zustandsgrößen* in Feldmitte und an den Rändern jeweils für die Jahreszeiten Winter und Sommer, zu den Zeitpunkten $t = 0$ und $t = \infty$.

Es folgen die *Spannungsnachweise* nach den Regeln der Zulassungsbescheide.

Überschreitungen der Bemessungsgrenzwerte im Traglastzustand werden durch Einfügen der Zeichenkette ' * * * * ' markiert.

Auflagerkräfte und Verbindungselemente

Das Programm protokolliert nach den Vorgaben der Überlagerungsvorschriften des Zulassungsbescheides die Auflagerkräfte für die Bemessung der Unterkonstruktion und die erforderlichen Verbindungselemente.

Die Bemessungsgrenzwerte der Knitterspannungen des Bleches unter den Schraubenköpfen sind abhängig von der Schraubenanzahl. Sobald die in den Zulassungsbescheiden angegebene Anzahl der Schrauben überschritten wird, erfolgt auf der dem Schraubenkopf zugewandten Seite des Sandwichpaneels programmintern eine Reduktion der Bemessungsgrenzwerte der Knitterspannungen. Die entsprechenden Reduktionsfaktoren werden den Zulassungsbescheiden entnommen. Die reduzierten Knitterspannungen erscheinen als Bemessungsgrenzwerte an den entsprechenden Stellen des Ausgabeprotokolls.

10. Graphische Darstellungen auf dem Bildschirm

Folgende graphische Ausgaben sind möglich:

- Darstellung von System und Belastung
- Darstellung der Zustandsgrößen Verformung, Biegemomente und Querkräfte getrennt nach Lastfällen, nach den Jahreszeiten Sommer und Winter sowie nach den Zeitpunkten $t = 0$ und $t = \infty$. Grundlage der Ermittlung ist ein statisches System im Gebrauchszustand ohne Knitterfalten.
- Darstellung der resultierenden Deckschalen - Randspannungen und der Kern - Schubspannungen getrennt nach Gebrauchsfähigkeitsnachweis und Traglastnachweis für die Jahreszeiten Winter und Sommer sowie bei Dachelementen auch für die Zeitpunkte $t = 0$ oder $t = \infty$.

Bei der Darstellung der Spannungen ist es möglich, die Bemessungsgrenzwerte einzublenden.

11. Eingabe der Materialdaten

Materialdaten der Deckschalen und des Kerns werden über spezielle Masken eingegeben. Dabei ist es empfehlenswert, den zu ändernden Datenstamm einzulesen, zu modifizieren und anschließend wieder abzuspeichern. Die Datei, die neu entsteht, kann mit 10 signifikanten Zusatzzeichen kenntlich gemacht werden, z.B.: HER_PAMPE.TXT

mit HERsteller : programminternes Kürzel des Herstellers
(z.B. EMS, HSW, ROM, SIP, Son{für Sonstige})
PAMPE : Kürzel des Kernsystems - veränderbar
TXT : Dateierweiterung

Die verschiedenen Datenmasken arbeiten statisch, d.h. Änderungen der Daten müssen vom Anwender konsistent und durchgehend geändert werden.

12. Erstellung von Bemessungstabellen

Die Eingabedaten für den Umfang der Berechnungen werden durch eine entsprechende Maske abgefragt. Als Materialdaten werden die im Hintergrund vorhandenen Daten der Datendateien genutzt. Die Durchbiegungsbeschränkungen sind frei wählbar – üblicherweise werden sie in der Branche zu $l/150$ zum Zeitpunkt $t = 0$ festgelegt. Für die Berechnung der

Anzahl der Verbindungselemente ist die Vorgabe eines Wertes für die zulässige Auszugskraft des Verbindungselementes erforderlich.

Die Berechnung erfolgt auf einen Befehl in der Basis – Maske hin. Da die Berechnung der Bemessungstabellen zeitaufwendig ist und nicht unterbrochen werden kann, ist auf die Eingabe eines sinnvollen Berechnungsumfangs zu achten.

Die Spannweiten werden iterativ ermittelt. Ausgehend von einer kleinen Feldweite, werden die zulässigen Spannweiten von unten her angenähert. Auf diese Weise ist es möglich, die mit der Schraubenanzahl sprunghaft veränderlichen Bemessungsgrenzwerte für die Knitterspannungen ebener Deckschalen unter den Schraubenköpfen zu kontrollieren. Die Iteration wird abgebrochen, wenn die mm – Stelle keiner Veränderung mehr unterliegt.

Die Ausgabedaten werden programmintern seitenweise gespeichert und erst nach Beendigung der Berechnung zunächst auf dem Bildschirm ausgegeben. Eine Ausgabe direkt auf dem Drucker, aber auch in eine Textdatei (.TXT) ist möglich. Die in der Datei abgespeicherten Daten sind mittels Standardsoftware, z.B. Word®, editier- und formatierbar.

Die Ausgabe umfaßt die eigentliche Spannweitentabelle, eine Inzidenztabelle, die das maßgebende Bemessungskriterium angibt, und eine weitere Tabelle, welche die für die Befestigung des Elementes erforderliche Anzahl von Verbindungselementen angibt.

13. Hinweise zur Implementierung des Programmes

Empfohlene Hard- und Softwarevoraussetzungen

Rechner / Prozessor:	PC / > Pentium I
Hauptspeicher:	≥ 16 MB RAM
frei Festplattenkapazität:	ca. 6 MB
Graphikkarte:	≥ 800 X 600 Bildpunkte
Betriebssysteme:	(Windows NT®, Windows XP®)
Drucker:	Graphikfähiger Drucker, gesteuert durch Windows®,
Schrifttyp:	Courier New

(Windows xx®, WORD® und Windows NT® sind auf den Namen der Microsoft Corporation eingetragene Warenzeichen).

**Die Implementierung geschieht mit Hilfe des SETUP – Programms auf der CD-ROM.
Das Programm ist nur im vom SETUP- Programm vorgeschlagenen Ordner lauffähig.**

14. Programmausführung

Der Start des Programmes erfolgt nach dem bei Windowsxx[®] üblichen Vorgehen.

15. Programmabbruch

Der Abbruch des Programmes erfolgt über das

Menü **'Datei'**, Untermenü **'Ende'**

16. Datensicherung

Das Programmsystem erlaubt während der Ausführung die Speicherung der Eingabedaten.

Menü **'Datei'**, Untermenü **'Daten sichern'** oder **'Daten sicher unter ...'**

Das Laden der Daten erfolgt entsprechend:

Menü **'Datei'**, Untermenü **'Daten lesen'**

Berechnungs- und Ausgabeprotokolle werden nicht gespeichert. Aufgrund der kurzen Rechenzeiten ist es immer möglich, nach dem Lesen der Eingabedaten die Ausgabe durch Zwischenschalten einer Berechnung neu zu organisieren.

Die Datendateien erhalten die Dateierweiterung **'SKP'**.

17. Lizenzgebühren

Grundversion ohne Modul „Bemessungstabellen“ **3.400 €**

Modul Bemessungstabellen als Zusatz zur Grundversion **2.400 €**

Der Preis versteht sich für eine Lizenz an einem Arbeitsplatz.

Jede weitere Lizenz für die Grundversion zusätzlich **1.000 €**

18. Literatur

- [1] Stamm/ Witte - Sandwichkonstruktionen, Springer Verlag
- [2] Stamm - Sandwichelemente mit metallischen Deckschichten als Wandbauplatten im Bauwesen, Stahlbau 53(1984), Heft 5, Seiten 135 - 143
- [3] Stamm - Sandwichelemente mit metallischen Deckschichten als Dachbautafeln im Bauwesen, Stahlbau 61(1984), Heft 8, Seiten 231 - 326
- [4] Schwarze - Numerische Methoden zur Berechnung von Sandwichelementen, Stahlbau 53(1984), Heft 12, Seiten 363 - 370
- [5] Möller, Pöter, Schwarze - Planen und Bauen mit Trapezprofilen und Sandwichelementen, Ernst & Sohn, 2003

Siegen, 01. Januar 2008

Pöter & Möller GmbH