

# w d m

## wägen dosieren mischen



Mehrkomponenten-  
ScrewDisc-  
Dosierstation

Sonderdruck

aus wdm 4/2005, Seite 6–8

Gut investiert

Heft **4** September 2005

w d m 

wägen – dosieren – mischen  
[www.waegen.ch](http://www.waegen.ch)

Fachzeitschrift für Wägen, Dosieren, Mischen,  
Fördern, Prüfen, Messen, Steuern, Regeln,  
Computer- und Systemtechnik

Verlag Coating Thomas & Co.  
CH-9001 St.Gallen

© Copyright by Verlag Coating Thomas & Co., 2005

# Gut investiert

Ein neuartiger ScrewDisc-Dosierer und sein «ThreeFlex-Handlingsystem» führen zur schnellen Amortisation von Dosierdifferentialwaagen. Eine Vorstellung unter wirtschaftlichen Aspekten.

Dipl. Ing. Rolf Welsch ist Leiter Vertrieb und Marketing der Brabender Technologie KG in Duisburg



Die Hersteller von Rohren, Fasern und Folien stellen besondere Anforderungen an den Extrudier- bzw. Compoundierprozess. Bei dem einen steht eine besonders zuverlässige Produktion im Vordergrund, z.B. die Vermeidung eines Profilabbrisses durch starke Schüttgewichtsschwankungen, der andere strebt vor allem nach einer weiteren Stabilisierung der Produktion und Verbesserung der Qualität (wie z.B. reproduzierbares Metergewicht, stippenfreie und farbgleiche Folien etc.). Allen gemeinsam ist, dass sie aus diesem Grund einen zusätzlichen Aufwand für Regel- und Dosiertechnik betreiben, der sich in möglichst kürzester Zeit amortisieren soll.

Dieser Fachbeitrag beschäftigt sich mit einem neu entwickelten gravimetrischen ScrewDisc-Dosierer zur Dosierung von Granulaten für die vorge-

nannten Prozesse (Fig. 1). Seine Vorteile werden an Hand von Beispielen in der Compoundierung beleuchtet, für die eine beispielhafte Amortisationsberechnung nach der Kapitalwertmethode herangezogen wird. Es wird abschließend der positive Einfluss des neuen High-Tech-Dosierers mit dem besonders wirtschaftlichen ThreeFlex-Handlingsystem auf diese Investitionsrechnung aufgezeigt. Um diese Vorteile zu erkennen, werden vorab seine wichtigsten Konstruktionsmerkmale beleuchtet. Dabei wird die Kenntnis über das



Fig.1: Der neue ScrewDisc-Dosierer

## Sonderdruck

2

**Prinzip von Dosier-Differentialverwiegung vorausgesetzt.**

### Hinweise zur Anwendung der Kapitalwertmethode

Bekanntlich ergibt sich der Kapitalwert einer Investition als Differenz zwischen der Summe der Barwerte aller Einzahlungen und der Summe der Barwerte aller Auszahlungen, die mit dieser Investition zusammenhängen. Er berechnet sich gemäß nachstehender Formel:

$$C_0 = -a_0 + \sum_{t=1}^n (x(p - k_v) - k_f)(1+i)^{-t}$$

Es bedeuten:

$C_0$  = Kapitalwert

$a_0$  = Investitionsvolumen

$t$  = Periode ( $t = 0, 1, 2, 3, \dots, n$ ) z.B. in Jahren

$n$  = Nutzungsdauer des Investitionsobjektes z.B. in Jahren

$x$  = Jahresverkaufsmenge in kg

$p$  = Preis/kg

$k_v$  = Variable Kosten wie Rohstoff und Energie/Jahr

$k_f$  = Fixe Kosten wie Instandhaltung, Personal, Verwaltung/Jahr

$i$  = Kapitalzinsfuß

In der Kapitalwertmethode ist bekanntlich eine Investition vorteilhaft, wenn ihr Kapitalwert gleich null oder positiv ist. Da die Rentabilität einer Investition bei dieser Methode stark von der Höhe des Kapitalzinsfußes

abhängt, der sich im Laufe der Jahre ändern könnte, kann diese Berechnung jedoch nur bedingt angewandt werden. In den Fällen, in denen aber lediglich eine Rangordnung von einzelnen Investitionsobjekten festgestellt werden soll, ist diese Methode gut geeignet. In diesem Vortrag wird sie verwendet, weil man an ihr auch gut den Einfluss von Änderungen verschiedener Variablen sehen kann [2]. Welche Variablen ein neuer ScrewDisc-Dosierer mit vereinfachtem ThreeFlex-Handlingsystem verändern kann, erkennt man mit der nachstehenden Gerätevorstellung.

**Den Durchblick behalten**

Der ScrewDisc-Dosierer besteht lediglich aus fünf Modulen (Fig. 2):

1. Trichter (auch mit Aufsatz, Sicherheitstrost und verschiedenen Deckelvarianten)
2. Polyurethaneinsatz mit der kombinierten Funktion als Behälteraustausch und senkrechtem Schneckenrohr.
3. Zentrale Baugruppenträger mit Absenkeinheit.
4. Wiegezone mit Halterung
5. Transparenter leitfähiger Polyurethanauslauf, mit einer gemeinsamen Funktion als senkrechter Schneckendosierer, Motorbefestigung und Auslaufrohr.

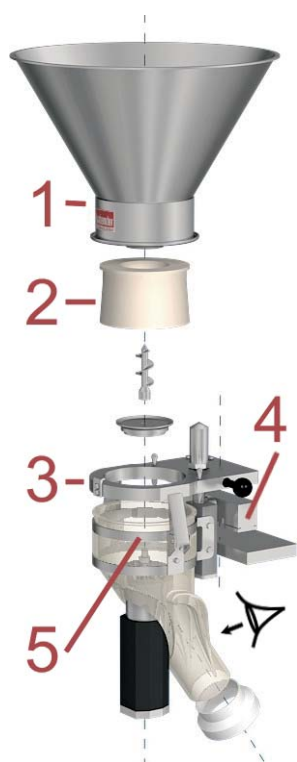


Fig. 2: Module des ScrewDisc-Dosierers

Zu den Besonderheiten dieses Gerätes gehört, dass das wichtigste Modul, nämlich der PU-Auslauf, aus speziell für diese Anwendung entwickelten, transparentem und elektrisch leitfähigem Polyurethan besteht. Er erlaubt somit jederzeit eine visuelle Kontrolle des Massenflusses durch das Betriebspersonal. Auch der Trichter hat, wie in der Kunststoffverarbeitung üblich, eine Sichtöffnung zur optischen Kontrolle des Füllstands in der Waage. So können Probleme sogar innerhalb des ScrewDisc-Dosierers frühzeitig erkannt und unnötige Stillstandzeiten vermieden werden.

**Ein wahrhaft profitables Verhalten**

Wie bei einer vollwertigen Dosier-Differentialwaage üblich, wird der Massenstrom ständig gewichtsbezogen überwacht und geregelt. Durch die hundertprozentige Füllung der Schnecke und den leichten Rückstau des Granulats zwischen Scheibe (Disc) und Schnecke (Fig. 3) wird immer für eine Blockströmung in der Schnecke gesorgt. Beide Effekte erzeugen gemeinsam ein reprodu-

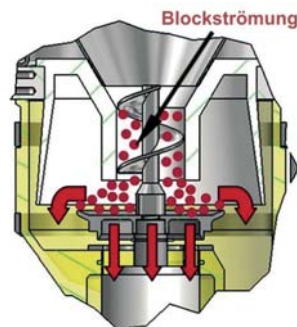


Fig.3: Arbeitsprinzip des ScrewDisc-Dosierers

zierbares, lineares Stellgrößenverhalten des ScrewDisc-Dosierers.

Bei geringen Dosierleistungen entsteht durch die Scheibe (Disc), die sich unterhalb der Schnecke mit gleicher Geschwindigkeit dreht (gleicher Wellenantrieb), ein gleichmäßiger Dosierstrom als beim Abwurf von horizontalen Dosierschneckenförderern.

Die Scheibe bewirkt dabei eine weitere Abflachung der geringen sinusförmigen Förderschwankung am Auslauf von Schnecken, die bekanntlich selbst bei gut fließendem Granulat vorhanden ist. Diese Schwankungen werden auf mehr als die Hälfte reduziert!

Mit nur zwei Baugrößen und Verstellbereichen der Drehzahl von jeweils 1:100 ist ein zeitaufwendiger Schneckenwechsel zur Leistungsänderung in der Regel vermeidbar. Die max. Leistung beträgt 5000l/h.

Im Vergleich dieses neuen Dosierers zu den bekannten klassischen, rührwerkslosen Horizontal-Schneckendosierern bestehen keine verfahrensmäßigen Einschränkungen bzw. Einsatzgrenzen. Es muss lediglich getestet werden, ob sich aufgrund der Korngröße oder Form der Pellets eine mechanische Brücke [3] über dem Schneckeneinzug im Trichterauslauf ergeben kann. Dies ist aber erst bei Körnungen ab 6 mm relevant.

Zwischen der relativ kurzen vertikalen Dosierschnecke und dem Polyurethan-Einsatz (dient gleichzeitig als Schneckenrohr) entsteht in jedem Fall ein geringerer Abrieb von Granulatkörnern, weil das PU dem Druck der Granulatkörner nachgibt. Der Einsatz verhält sich also wie ein flexibles, nachgebendes Schneckenrohr. Hier können sich Granulatkörner schlechter verklemmen und zerreiben als zwischen zwei Stahlflächen. Die Zeit zwischen den Reinigungsintervallen verringert sich so auf ganz natürliche Weise und es wird die Gefahr gebannt, dass sich Staub im Dosierer ansammelt, spontan ablöst und dann kurzfristig hohe Additivanteile in den Extruder gelangen!

**«Mal eine (bediener-) freundliche Bedienung»**

Die Baureihe des ScrewDisc-Dosierers ist mittels einem ThreeFlex-Handlingsystem konsequent auf eine optimale und schnelle Reinigung abgestimmt, das in nur drei Arbeitsschritten die Reinigung und den Schüttgutwechsel ermöglicht.

**Schritt 1: Absenken**

Durch Lösen zweier Schnellverschlüsse senkt sich das Dosiergerät geringfügig um 6 mm ab. Der Vorlagebehäl-

ter, der von Federklemmen gehalten wird, bleibt an Ort und Stelle. Der PU-Auslauf kann nun um 360° in jede beliebige Entleerstellung gedreht werden, wobei die angegossenen Griffe abrutschsichere Handhabung ermöglichen (Fig. 4a).



Fig. 4a: Drehen des Auslaufes in Entleerposition      Fig. 4b: Absenken des Dosierers zur Schnellentleerung

Zur Entleerung muss nur noch der Rastbolzen am Baugruppenträger gezogen werden, so dass sich der Auslauf absenkt und den Querschnitt des PU-Einsatzes freigibt (Fig. 4b). Der Behälter entleert sich dadurch komplett in kürzester Zeit. Natürlich kann das Dosiergerät nach Drehen des Auslaufs auch wieder angehoben und arretiert werden, wodurch in der Entleerposition ein Leerfahren über die Dosierschnecke ermöglicht wird.

**Schritt 2: Reinigen**

Zur Reinigung wird die komplette Auslaufeinheit seitlich weggeschwenkt, so dass sich ungehinderter Zugang zum Dosierinnenraum ergibt. Schnecke, Scheibe und Polyurethaneinsatz können entnommen werden. Der von den Federklemmen gehaltene Vorlagebehälter ist ebenfalls zur Reinigung abnehmbar. Eine Nassreinigung von Behälter und auch Dosiergerät ist aufgrund der hohen Schutzart (IP65) und der 24V-Kleinspannung des Motors möglich, ohne dass der Operator eine zeitaufwändige elektrotechnische Schutzmaßnahme betreiben muss. Nach Aussagen von Anwendern wird, wenn nur

ein Farbwechsel ohne besonders große Leistungsänderung anliegt, lediglich abgesaugt oder mit einem kurzen Druckluftstoß ausgeblasen (Fig. 5).



Fig. 5: Reinigung nach dem Aus-schwenken des Dosierers

**Schritt 3: Schüttgutwechsel**

Bei Leistungsänderungen im Falle von Schüttgutwechseln können Schnecke und PU-Einsatz ausgetauscht und so den geänderten Anforderungen an



*Spielend zu bedienen.*

**Die Bedienung der Dosierer ist jetzt einfacher geworden.**

**Congrav® OP 5:**  
Touch-Screen-Bedienerführung ermöglicht intuitive Überwachung des Dosierprozesses.

Brabender Technologie KG  
Tel. ++49-(0)203-9984-0, Fax ++49(0)203-9984-155  
E-Mail: email@brabender-technologie.com

[www.brabender-technologie.com](http://www.brabender-technologie.com)

**Innovationen für die Schüttgutdosierung**



**Technologien für die gravimetrische Dosierung.**



1	Feeder1	2	Feeder2	3	Feeder3	4	Feeder4
	59% 9.89		59% 10.49		58% 11.32		58% 12.20
Xs	11.000 %	Xs	12.000 %	Xs	13.000 %	Xs	14.000 %
XI	11.100 kg/h	XI	11.890 kg/h	XI	12.950 kg/h	XI	14.100 kg/h
Xs	100.000 kg/h	Xs	50.000 kg/h	XI	50.040 kg/h		



Fig. 6: Handgriff zum Schneckenwechsel bei Leistungsänderung

gepasst werden (Fig. 6). Aufgrund des genannten hohen Verstellbereichs von 1:100 ist dies jedoch eher selten der Fall. Ansonsten wird der ScrewDisc-Dosierer durch umgekehrte Ausführung der oben beschriebenen Schritte nach der Reinigung wieder in betriebsbereiten Zustand versetzt.

Die vorgenannte Beschreibung zeigt, dass für Bedienung und die Servicearbeiten am Screw-Disc-Dosierer tatsächlich kein Fachpersonal notwendig ist. Alle Handgriffe können ohne Werkzeug ausgeführt werden und sind vor allem leicht verständlich. Der Anwender erspart sich also die Schulungen für seinen Operator.

**«Gewichtige» Argumente**

Das vollwertige Differentialprinzip eines ScrewDisc-Dosierers arbeitet mit einer Gewichtsauslesung der Lastzelle in Intervallen von nur fünf Millisekunden. Präzisionswiegezellen mit hoher Klassengenauigkeit, serieller Anbindung und modernen elektronischen Filtern erlauben zudem eine hohe Auflösung und fehlerfreie Datenübertragung.

Alle vorgenannten Hightech-Maßnahmen führen zu höchster Genauigkeit und Dosierkonstanz und damit zu einer Materialeinsparungen bei teuren Zuschlagstoffen. Der Anwender erfüllt so z.B. seinen Qualitätsanspruch durch das Dosieren an der untersten (erlaubten) Toleranzgrenze und kann gleichzeitig sicher sein, dass diese wirklich nicht unterschritten wird. Eine wesentliche Bedingung zur Materialeinsparung und damit zur schnellen Amortisation dieses neuen Dosierers.

**Freiheit, die ich meine**

Der Aufbau der ScrewDisc-Dosierer über einem Extruder oder Spritzgießcompounder erfolgt meist unter Zuhilfenahme einer zentralen Montagesäule, die bis acht Komponenten zusammenfasst. Die Abstützung erfolgt dabei immer von dem zentralen Mittelpunkt heraus, so dass sehr raumsparend geplant werden kann (Fig. 7).



Fig. 7: Mehrkomponenten-Screw-Disc-Dosierstation

Im Vergleich zum Vormischen von Schüttgütern ist bekanntlich der Einsatz von separaten Dosierern für jede einzelne der im Rezept enthaltenen Komponente prinzipiell vorteilhafter. Man spart Personal für den Mischraum, vermeidet Entmischung

und kann häufiger und schneller eine Leistungs- und Rezepturänderungen durchführen. Verwendet man in solch einem Konzept eine Gruppe von ScrewDisc-Dosierern, reduziert sich darüber hinaus die Stillstandzeiten wegen des vorgestellten zeitsparenden ThreeFlex-Handlingsystems erheblich. In solch einer Mehrkomponentenstation macht sich vor allem die o.g. Möglichkeit positiv bemerkbar, den Auslauf in jede der 360° Stellung schwenken zu können.

Dem Planer steht für den überfütterten Betrieb von Einschneckenextrudern (z.B. Profilverstellung) zusätzlich ein verwogener Extrudereinlaufbehälter zur Verfügung. Dieser sorgt für konstante Einzugsbedingungen, indem sein Füllstand auf einem konstant geregelten Niveau gehalten wird. So entstehen besonders gleichmäßige Füllgrade in der Extruderschnecke und in der Folge geringere Druckschwankungen, was zur Qualitätsverbesserung bei der Profilverstellung führt.

Die Ansteuerung des ScrewDisc-Dosierers erfolgt wie bei den klassische Dosier-Differentialwaagen mit Controllern der Serie Congrav®. In ihnen sind sowohl die Registrierung des Materialverbrauchs, momentane Mas sendurchsätze (Ist-Werte) und erweiterte Alarmmeldung für die Qualitätssicherung standardmäßig enthalten.

Die Berechnung des Kapitalwertes nach der eingangs genannten Formel wurde mit den fixen Parametern nach Tabelle 1 vorgenommen.

**Einen guten Einfluss ausüben**

**Einen guten Einfluss ausüben**

Die Berechnung des Kapitalwertes nach der eingangs genannten Formel wurde mit den fixen Parametern nach Tabelle 1 vorgenommen.

Basisdaten	Einheit	
Arbeitstage / a	d / a	220,00
Arbeitsstd. pro Tag	h	14,00
Energiekosten	€ / kWh	0,15
Zinsen	%	8,00
Fixkosten pro Produktionsstunde.	€ / h	71,10
Fixkosten Administration	€ / a	270.000
Zeitraum (t) der Kapitalwertformel	6 Jahre	

Tabelle 1: Basiswerte für die Kapitalwertberechnungen

Mit den vorgenannten Daten wurden praxisnahe Reihen für zwei Extruderbaugrößen berechnet. Zum einen eine Masterbatchherstellung mit PP-Granulat und einer Pigmentmischung sowie Additiv, zum anderen eine MB-Produktion mit SPC (Single-Pigment-Concentrate). Die beiden Produktionen unterscheiden sich bei dieser Beispielrechnung bezüglich Durchsatz, dem Anschaffungswert (ca. 300 bis 450 tsd.) und vor allem durch die mittleren Stillstandszeiten für die Reinigung und/oder den Schüttgutwechsel.

Für die Berechnung der Vorteile des neuen Wiegesystems war von vornherein klar, dass vor allem bei hochge-

fülltem Pigmentgranulat wegen der Rohstoffpreise die erzielbaren Ersparnisse besonders gross sein werden. Der Benutzer der Kapitalwertrechnung kann für seine eigene Anwendung jeden Zwischenwert der Materialkosten selbst bestimmen. Selbstverständlich wurden auch die unterschiedlichen Investitionskosten für den neuen Dosierer in der Anschaffungsausgabe eingerechnet.

### Ergebnis:

Das Diagramm 1 zeigt die Kapitalwerte von acht verschiedenen Fertigungslosgrößen von 25 bis 10.000 kg. Die Kapitalwerte sind zur besseren Vergleichbarkeit als normierte Werte, d.h. auf den Anschaffungswert bezogen dargestellt.

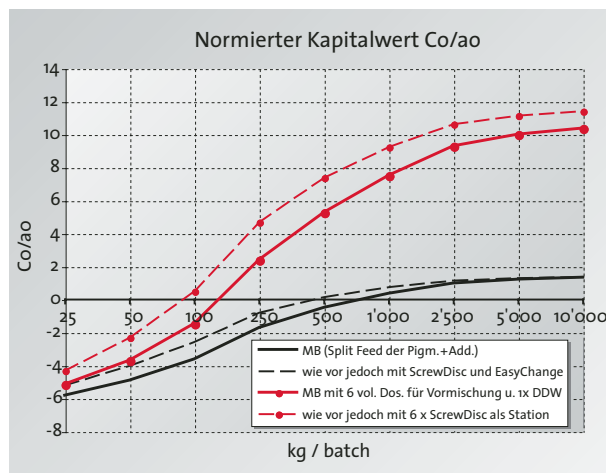


Diagramm 1: Kapitalwertkurve für zwei MB-Linien

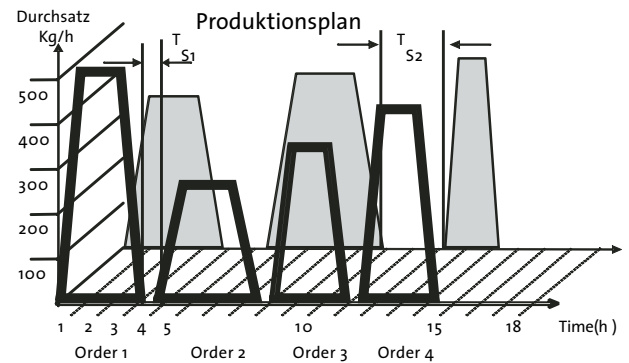
### 1) Zur MB-Produktion (Mit einem Split-Feed der Pigmente und Additive)

Man sieht in der untersten Kurve erste positive Kapitalwerte für Batchgrößen von ca. 750 kg bei der Verwendung von Standarddosierern für Granulat und Piment bzw. Additivpulver. Die gleich darüber laufende gestrichelte Kurve ergibt sich durch bis zu 20 Prozent kürzere Zeiten für die schnellere Reinigung und den Produktwechsel durch das ThreeFlex-Handlingsystem des ScrewDisc-Dosierers für das Polymergranulat sowie des FlexWall®-Dosierers in der EasyChange Variante [4] für die Pigment- und Additivpulver. Mit dem neuen Dosierer erfolgt ein früherer Durchgang der Kapitalwerte schon unterhalb von 500 kg durch die X-Achse, also ab dem Wert, ab dem ein normierte Kapitalwert positiv wird und die Anlage sich rechnet. Eine weitere Zeitersparnis könnte sich nur durch vereinfachte Handlingschritte am Extruder und Granulator ergeben, die hier aber nicht betrachtet wird.

### 2) Zur MB-Produktion (SPC-Verfahren mit einer 6-Komponenten-Dosierstation)

Die Kurven zu diesem Prozess zeigen, dass der Kapitalwert schon bei kleineren Produktionsgrößen positiv wird, weil «saubere» SPC-Granulate grundsätzlich schon kürzere Stillstandszeiten bei der Reinigung ergeben. Trotzdem zeigt sich, dass der ScrewDisc-Dosierer noch eine

weitere Verbesserung erreicht. Das ThreeFlex-Handlingsystem erlaubt darüber hinaus eine sehr viel schnellere Umrüstung auf andere Durchsätze als am Markt befindliche Dosierwaagen mit Rinnen oder Horizontalschnecken. Ein Kompondeur wird damit noch flexibler in der Annahme von noch kleineren Ordergrößen und kann so seine Kunden binden (Diagramm 2):



$$T_{S1} < T_{S2} \text{ mit } T_{S1} = \text{Servicezeit mit ScrewDisc} \\ T_{S2} = \text{Standardservicezeit}$$

Diagramm 2: Erhöhung der täglichen Produktionsdauer und Anzahl der Orders (z.B. von drei auf vier Order)

### Resümee

Das ThreeFlex-Handlingsystem des neuen ScrewDisc-Dosierers bietet entscheidende wirtschaftliche Vorteile.

Für den Anwender ergibt sich durch die kurzen Umstellzeiten bei Produktionswechsel eine Reduzierung seiner Stillstandszeiten und durch die hohe Regelgüte einer vollwertigen Dosierdifferentialwaage die angestrebte Rohstoffeinsparung (In vielen Produktionsanlagen hat der Materialeinsatz manchmal einen Anteil von >70 Prozent der Kosten!). Diese beiden Vorteile wirken sich also besonders positiv in der Kapitalwertrechnung aus.

Die sich ergebenden Verbesserungen der Qualität der Produkte durch eine höhere Dosierkonstanz wurden zahlenmäßig nicht berücksichtigt, weil die Auswirkung auf den zu erzielenden Preis vom Autor nicht bewertet werden kann. Das gleiche gilt für die längeren Zeitabstände zwischen den Service-/Reinigungsarbeiten am neuen Dosierer.

### Literatur

- 1 R. Welsch, Schüttguttechnik i. d. Kunststoffindustrie, Stand der Dosiertechnik, VDI, S. 140ff.
- 2 Steiner, Haussymposium, Nürnberg, März 2005
- 3 Prof. Vetter, Mechanische Brücken, paper at annual meeting, Brabender Technologie KG, Okt. 2004
- 4 R. Welsch, Sonderdruck WDM Heft 5, Nov. 2003, Dosiergerätewechsel schneller als ein Boxenstop

**Brabender Technologie KG**

Tel. ++49-(0)203-9984-0, Fax ++49-(0)203-9984-155

E-Mail: email@brabender-technologie.com