

Zeitreihenanalyse für Controller – warum sich ein genauer Blick lohnt

CM LIVE
DOWNLOAD

Florian Bliefert

Im Controlling dreht sich vieles um Zahlen – und diese Zahlen verändern sich im Laufe der Zeit. Ob Umsätze, Kosten, Budgetabweichungen oder Liquiditätsbestände: Fast alle wichtigen Kennzahlen im Finanz- und Controlling-Bereich sind Zeitreihen, also Daten, die in regelmäßigen Abständen erfasst wer-



Summary

Die Zeitreihenanalyse im Controlling geht über einfache Vorjahresvergleiche oder Querschnittsanalysen von Kostenstellen hinaus. Sie benutzt Trends, Saisonalitäten und Autokorrelation, um präzisere Prognosen zu erstellen. Dabei wird nicht nur die Vergangenheit erklärt, sondern ein Blick in eine mögliche Zukunft geworfen. Werkzeuge wie gleitende Durchschnitte und exponentielle Glättung helfen bei Analyse und Forecast. Voraussetzung sind jedoch gut aufbereitete Daten.

den. Doch oft bleibt die Analyse dieser Daten auf einfache Vergleiche beschränkt, etwa die Gegenüberstellung von Ist- und Planwerten oder der Vergleich mit Vorjahreswerten.

Mit der Zeitreihenanalyse erweitern Sie die Möglichkeiten deutlich. Sie ermöglicht es, Muster in den Daten zu erkennen, Trends frühzeitig zu identifizieren und fundierte Prognosen für die Zukunft zu erstellen. Statt sich auf reine Vergangenheitsbetrachtungen oder Bauchgefühl zu verlassen, können Controller datengetriebene Entscheidungen treffen und präzisere Forecasts erstellen. Es gibt viele typische Fragestellungen im Controlling, die sich mit Zeitreihen befassen. Bei Umsatzprognosen beispielsweise versuchen wir, den Umsatz für einen bestimmten Zeitraum wie den nächsten Monat oder die nächsten sechs Monate vorherzusagen. Gerade bei der Betrachtung von längeren Zeiträumen kommt schnell die Notwendigkeit dazu, die Zeitreihe auch auf saisonale Muster, also wiederkehrende Muster, zu untersuchen. Diese Saisonalität ist auch wichtig, um eine effektive Budgetkontrolle durchführen zu können. Üblicherweise werden

Jahreswerte für Kostenstellen und -positionen geplant, die dann auf Monatswerte aufgeteilt werden. Bei einer linearen Verteilung (jeder Monat entspricht 1/12 des Jahreswertes) kann es unterjährig zu starken Verwerfungen im Plan-Ist-Vergleich aufgrund von Saisonalität kommen. Eine weitere Anwendungsmöglichkeit der Zeitreihenanalyse ist die Suche nach ungewöhnlichen Entwicklungen in den Finanzkennzahlen, die ein Frühwarnsignal für Risiken sein können. Gerade in Zeiten wirtschaftlicher Unsicherheit oder hoher Marktvolatilität wird es für Unternehmen immer wichtiger, mit datenbasierten Prognosen auf Veränderungen zu reagieren. Zeitreihenanalysen sind deshalb ein wertvolles Instrument für Controller, um bessere strategische Entscheidungen zu treffen. Sie helfen dabei, Entwicklungen in der Vergangenheit zu verstehen, Muster zu erkennen und fundierte Vorhersagen für die Zukunft zu treffen. Doch bevor wir Prognosemodelle oder Anomalie-Erkennungen anwenden, schauen wir uns zunächst die grundlegenden Eigenschaften von Zeitreihen an. Diese bestimmen, welche Analyseverfahren sinnvoll sind und wie wir die Daten vorbereiten müssen.

Trend – Die langfristige Entwicklung einer Zeitreihe

Ein Trend beschreibt eine anhaltende Richtung innerhalb einer Zeitreihe über einen längeren Zeitraum. Trends können positiv (steigend), negativ (fallend) oder auch nicht vorhanden sein (konstante Werte mit zufälligen Schwankungen). Dabei können sich Trends auf unterschiedliche Weise verhalten: linear, exponentiell oder als Strukturbruch. Lineare Trends wachsen (oder schrumpfen) gleichmäßig über die Zeit. Wenn ein Unternehmen seinen Umsatz jedes Jahr um zwei Millionen Euro steigert, ist das ein linearer Trend. Ein exponentieller Trend wäre dagegen eine wachstumsbedingte Steigerung, beispielsweise wenn ein Tech-Start-up seine Nutzerzahlen jedes Jahr verdoppelt. Ein Strukturbruch ist ein plötzlicher Wechsel im Trend, oft ausgelöst durch externe Ereignisse. Während der Coronapandemie gab es in sehr vielen Bereichen Strukturbrüche in den Zeitreihen. Diese Art von Trend ist schwierig bis unmöglich zu modellieren und vorherzusagen. Ein starker linearer oder gar exponentieller Trend kann Prognosemodelle verzerren, insbesondere wenn eine Zeitreihe als stationär, also ohne Trend, angenommen wird. Daher müssen Controller beim Forecasting Trends berücksichtigen oder gegebenenfalls entfernen, bevor sie klassische Prognosemodelle wie ARIMA anwenden.

Saisonalität – Wiederkehrende Muster innerhalb der Zeitreihe

Saisonalität bezeichnet zyklische Schwankungen in den Daten, die sich in regelmäßigen Abständen wiederholen. Diese Effekte sind im Controlling besonders relevant, weil viele Geschäftszahlen wöchentlichen, monatlichen und jährlichen Mustern folgen. Viele Einzelhändler verzeichnen zur Weihnachtszeit besonders hohe Umsätze, andere Branchen wie Tourismus oder Landwirtschaft haben quartälliche oder monatliche Zyklen, während Supermärkte mit dem Wochenendeinkauf sogar eine wöchentliche Saisonalität aufweisen. Saisonalität kann mit gleitenden Durchschnitten, Boxplots oder durch eine Fourier-Analyse erkannt werden. In der Praxis wird Saisonalität häufig durch einen Vorjahresvergleich abgebildet, indem die prozentuale Verteilung der Vorjahreswerte über die Monate hinweg auf die aktuellen Jahreswerte angewendet wird („man legt eine Saisonkurve auf die Daten“).

Stationarität – Wenn eine Zeitreihe sich nicht grundlegend verändert

Eine Zeitreihe ist stationär, wenn ihre statistischen Eigenschaften – insbesondere Mittelwert, Varianz und Autokorrelation – über die Zeit hinweg konstant bleiben. Viele Prognosemodelle setzen Stationarität voraus, da sie nur mit konstanten Mustern über die Zeit funktionieren. Eine nicht-stationäre Zeitreihe muss da-

her oft umgewandelt werden (z. B. durch Differenzbildung oder logarithmische Transformation), bevor sie modelliert werden kann. Aber woran erkennt man eine stationäre Zeitreihe? Dazu gibt es drei Möglichkeiten, die visuelle Analyse, statistische Tests und die Verwendung einer Autokorrelationsfunktion. Bei der visuellen Analyse wird die Zeitreihe in einem Diagramm dargestellt und man versucht zu erkennen, ob die Zeitreihe um einen konstanten Mittelwert schwankt oder einen erkennbaren Trend aufweist. Statistische Tests wie der Augmented Dickey-Fuller-Test oder eine Autokorrelationsfunktion liefern zwar genauere Anhaltspunkte, in der Regel reicht im Controlling jedoch eine visuelle Inspektion – auch weil die anderen beiden Möglichkeiten nicht ohne weiteres in Excel dargestellt werden können.

Autokorrelation – Wie stark hängen vergangene Werte mit aktuellen zusammen?

Autokorrelation beschreibt, wie stark die einzelnen Werte einer Zeitreihe von ihren früheren Werten abhängen. Eine hohe Autokorrelation bedeutet, dass vergangene Beobachtungen zukünftige Werte stark beeinflussen. In einem Unternehmen, bei dem durch langfristige Lieferverträge die einzelnen Umsätze stark von den letzten Monaten abhängen, haben diese eine hohe Autokorrelation. Aktienkurse hingegen sind in der Regel nicht autokorreliert, da neue Informationen fast ohne Verzögerung in den Kurs mit einfließen und vergangene Werte nur begrenzten Einfluss auf zukünftige Bewegungen haben. In der Liquiditätsplanung oder Budgetierung können hohe Autokorrelationen genutzt werden, um beispielsweise Liquiditätsengpässe vorherzusagen oder präzisere Schätzungen für zukünftige Kosten- und Umsatzentwicklungen abzuleiten.

Beispiel: Umsätze eines Mail-Services

Die Eigenschaften von Zeitreihen können auch in Excel untersucht werden. Dazu verwenden wir die Tagesumsätze eines Anbieters von cloudbasierter E-Mail-Marketing Software. Das Unternehmen erzielt seine Umsätze über abonnementbasierte Nutzungsmodelle, bei denen täglich wiederkehrende Erlöse anfallen. Die Abos werden ergänzt durch nutzungsabhängige Abrechnungen wie zusätzlich versendete Mails oder API-Zugriffe. Die Zeitreihe ist in **Abb. 1** visualisiert. Schon auf den ersten Blick kann man einen Trend und Saisonalität vermuten. In Excel lässt sich die Trendvermutung sehr schnell überprüfen mit der Möglichkeit der Regressionsanalyse. Dazu wird der Zeitreihe mit einem Rechtsklick im Diagramm eine Trendlinie hinzugefügt, die die Trendvermutung bestätigt. Allerdings ist diese Linie nur bedingt zur Vorhersage zukünftiger Umsätze geeignet. Blendet man durch Setzen des entsprechenden Häkchens zusätzlich noch die Formel der Regressionsgeraden ein, lautet diese: $y = 2,2699x - 91198$. Um nun mit der Regressionsgerade eine



Florian Bliefert

MBA und B.Sc.

ist als Manager bei der CA Akademie AG sowohl als Trainer als auch Berater tätig. Seine Schwerpunkte liegen in den Bereichen Kosten- und Leistungsrechnung, Planung und Reporting. Er betreut seine Kunden bei Projekten in den Bereichen KI, Predictive Analytics, Data Mining und Robot Process Automation (RPA).
f.bliefert@ca-akademie.de



CM Live Tool:

Beispiele mit statistischen Auswertungen in Excel



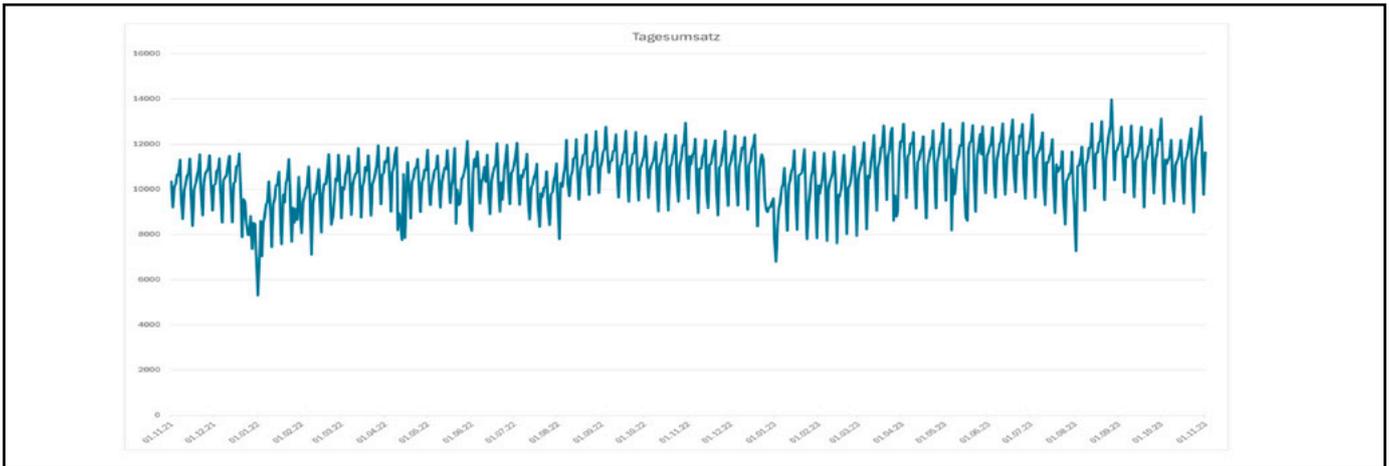


Abb. 1: Tagesumsätze eines Mail-Service Anbieters

Vorhersage zu treffen, wird ein zukünftiges Datum als x eingesetzt und die Funktion berechnet den prognostizierten Umsatz. Doch wie funktioniert das Einsetzen mit einem Datum? Excel verwendet intern für die Datumsdarstellung die Anzahl Tage seit dem 01.01.1900, damit ist der Beginn der Zeitreihe am 01.11.21 der 44.501 Tag seit dem 01.01.1900. Für eine Vorhersage müsste also zuerst ermittelt werden, der wievielte Tag das gewünschte Datum ist. Auch wenn das in Excel einfach geht, andere Werkzeuge können mit dieser Zählweise nicht umgehen oder zählen anders. Daher wird die Zeitreihe vom Datum entkoppelt und die Zählung der Tage beginnt bei 1:

Tag	Tagesumsatz
1	10353,2652
2	9204,65925
3	10079,1399
...	...

Auch hier wird wieder ein Diagramm erstellt, die Trendlinie hinzugefügt und die Formel eingeblendet (**Abb. 2**). Auch wenn sich am Informationsgehalt des Diagramms kaum etwas geändert hat, ist diese Variante der Tageszählung sauberer, vermeidet zukünftige Kompatibilitätsprobleme mit anderen Werkzeugen und ist intuitiver. Damit haben wir den Trend der Zeitreihe sichtbar gemacht.

Auch gleitende Durchschnitte können in Excel schnell erstellt werden, um Saisonalitäten zu erkennen und die Zeitreihe zu glätten. Für einen einfachen gleitenden Durchschnitt (Simple Moving Average SMA) wird nur die Formel MITTELWERT() für den entsprechenden Zeitraum benötigt. In **Abb. 3** ist das Schema zu erkennen, für einen einfachen gleitenden Durchschnitt der letzten sieben Tage wird der Durchschnittswert der sieben Tage errechnet. Dadurch ergibt sich ein Versatz in der Datenreihe, da die ersten sechs

Datenpunkte in der Spalte C fehlen. Für einen monatlichen SMA wird das Fenster der Durchschnittsberechnung entsprechend größer gewählt.

Ein weiteres, gängiges Verfahren zur Glättung von Zeitreihen ist die exponentielle Glättung (Exponential Moving Average EMA). Dabei wird jeder geglättete Wert als gewichtete Kombination aus dem aktuellen Beobachtungswert und dem vorherigen geglätteten Wert berechnet:

$$y'_i = \alpha y_i + (1 - \alpha) y'_{i-1}$$

Der Parameter α liegt zwischen 0 und 1 und steuert den Grad der Glättung:

- Ist $\alpha = 1$, wird gar nicht geglättet – die geglättete Zeitreihe entspricht der Originalreihe.
- Ist $\alpha = 0$, bleibt der geglättete Wert konstant bei y'_0 , also dem Startwert der Reihe.

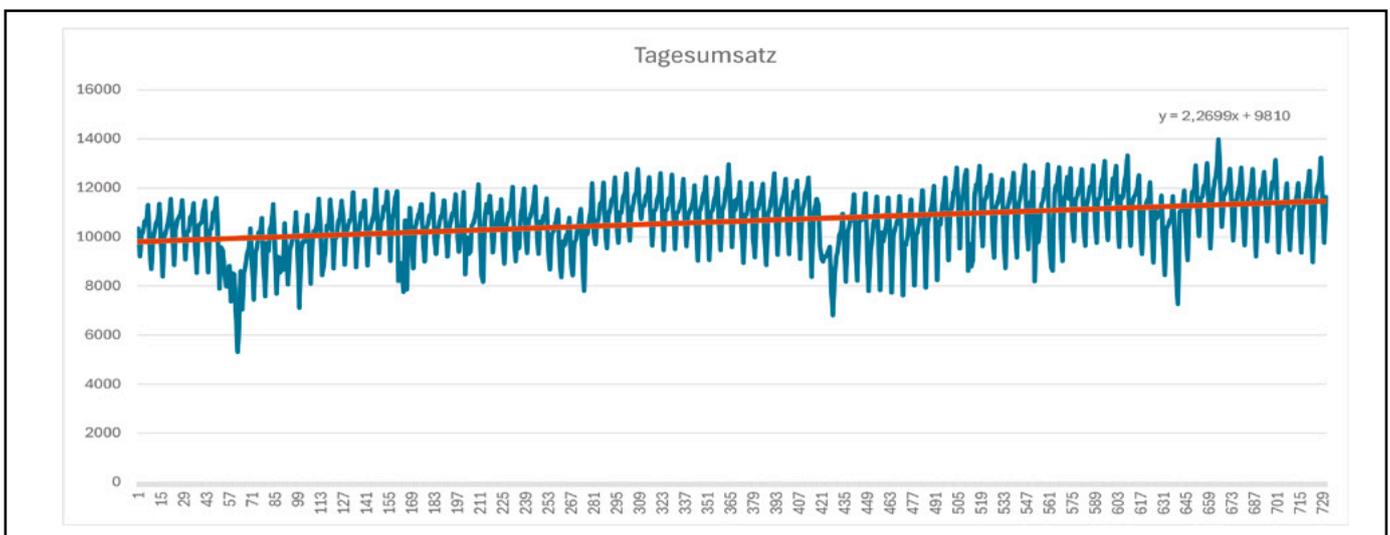


Abb. 2: Zeitreihe mit Trend

	A	B	C	D	E
1	Tag	Tagesumsatz	SMA 7	SMA 30	EMA
2	01.11.2021	10353,27			10353,27
3	02.11.2021	9204,66			10238,409
4	03.11.2021	10079,14			10222,4821
5	04.11.2021	10234,85			10223,7189
6	05.11.2021	10656,59			10267,006
7	06.11.2021	10628,09			10303,1144
8	07.11.2021	11310,85	10352,4929		10403,888
9	08.11.2021	9680,2	10256,34		10331,5192
10	09.11.2021	8680,01	10181,4757		10166,4282
11	10.11.2021	9919,03	10158,6029		10141,6884
12	11.11.2021	10224,95	10157,1886		10150,0146
13	12.11.2021	10570,39	10144,8743		10192,0521
14	13.11.2021	10700,8	10155,2614		10242,9269
15	14.11.2021	11358,56	10162,0771		10354,4902
16	15.11.2021	9706,21	10165,7929		10289,6622
17	16.11.2021	8384,28	10123,46		10099,124
18	17.11.2021	9976,63	10131,6886		10086,8746
19	18.11.2021	10227,75	10132,0886		10100,9621
20	19.11.2021	10494,78	10121,2871		10140,3439
21	20.11.2021	10839,41	10141,0886		10210,2505
22	21.11.2021	11556,48	10169,3629		10344,8735
23	22.11.2021	9975,43	10207,8229		10307,9291
24	23.11.2021	8848,23	10274,1014		10161,9592
25	24.11.2021	10276,96	10317,0057		10173,4593
26	25.11.2021	10703,7	10384,9986		10226,4834
27	26.11.2021	10808,91	10429,8743		10284,726
28	27.11.2021	10948,72	10445,49		10351,1254
29	28.11.2021	11504,57	10438,0743		10466,4699
30	29.11.2021	10115,74	10458,1186		10431,3969
31	30.11.2021	9072,85	10490,2071	10234,7547	10295,5422
32	01.12.2021	10171,25	10475,1057	10228,6873	10283,113
33	02.12.2021	10249,36	10410,2	10263,5107	10279,7377
34	03.12.2021	10808,21	10410,1	10287,813	10332,5849

Abb. 3: Berechnung gleitender Durchschnitte mit unterschiedlicher Fensterbreite

Die Bezeichnung exponentielle Glättung ergibt sich daraus, dass die ursprünglichen Werte in die Glättung mit einem exponentiell abnehmenden Gewicht eingehen. Das lässt sich mathematisch so ausdrücken:

$$y'_i = (1 - \alpha)^i y'_0 + \alpha \sum_{j=1}^i y_j (1 - \alpha)^{i-j}$$

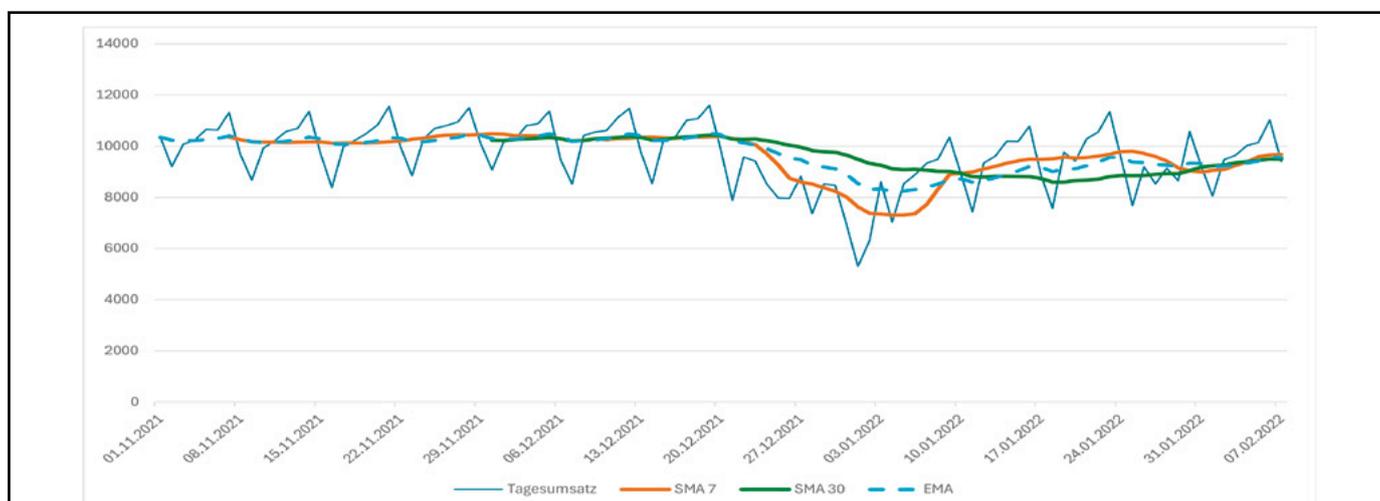


Abb. 4: Zeitreihe mit unterschiedlichen gleitenden Durchschnitten

Im Unterschied zum gleitenden Durchschnitt, bei dem nur ein begrenzter Zeitraum betrachtet wird, berücksichtigt die exponentielle Glättung alle vorherigen Werte – allerdings mit immer geringerem Gewicht. Dadurch verlieren frühere Werte an Bedeutung, während aktuelle Beobachtungen stärker gewichtet werden. Zudem entstehen keine Informationslücken zu Beginn der Zeitreihe, wie es beim gleitenden Durchschnitt durch das „Anlaufen des Fensters“ der Fall ist.

Diese Eigenschaft macht die exponentielle Glättung besonders geeignet für Anwendungsfälle, bei denen aktuelle Entwicklungen stärker in die Analyse einfließen sollen – etwa bei kurzfristigen Prognosen oder Frühwarnsystemen. In Excel kann diese Zeitreihe einfach erstellt werden, indem in der Spalte E, Zeile 2 der Startwert kopiert wird (Abb. 3) und Zeile 3 aus einem α und den Zellen B3 und E2 berechnet wird.

In **Abb. 4** sind die unterschiedlichen gleitenden Durchschnitte zu sehen. Der wöchentliche SMA glättet die Tagesspitzen, reagiert jedoch immer noch sehr schnell auf Bewegungen in der Zeitreihe, während der 30-Tage-Durchschnitts deutlich träger reagiert. Das ist gut zu erkennen am Einbruch der Umsätze zum Jahresende. Die exponentielle Glättung reagiert am Anfang relativ schwach auf die Schwankungen, da die Werte bereits weiter in der Vergangenheit liegen. Die aktuellen Schwankungen haben einen stärkeren Einfluss, daher bewegt sich die gestrichelte Linie im rechten Bereich mehr.

Mit Zeitreihenanalysen haben Controller neue Möglichkeiten, ihre Zahlen nicht nur besser zu verstehen, sondern daraus konkrete Handlungsimpulse abzuleiten. Erste Methoden wie Trendanalysen, gleitende Durchschnitte oder exponentielle Glättung liefern wertvolle Hinweise auf zukünftige Entwicklungen – und verschaffen damit einen echten Vorsprung bei Planung, Steuerung und Risikofrüherkennung.

Doch der Erfolg jeder Analyse hängt maßgeblich von der Qualität der Ausgangsdaten ab. Im nächsten Artikel dieser Serie zeigen wir deshalb, wie Controller ihre Zeitreihen gezielt vorbereiten, typische Problemfelder wie Ausreißer, fehlende Werte oder unregelmäßige Intervalle meistern und durch explorative Analysen erste fundierte Hypothesen über Trends und Muster entwickeln. Damit schaffen wir die Grundlage für treffsichere Prognosen und noch bessere Entscheidungen im Controlling-Alltag. ■