



## 15 Logistische Herausforderungen

Autorin: Anouk Beurgens

Projekt: Vorhersage der Nachfrage nach Nachsorge in Krankenhäusern

### Aufgabe

Weihnachten steht wieder vor der Tür, und die Elfen sind fleißig damit beschäftigt, alle Geschenke vorzubereiten! Aufgrund der enormen Anzahl an Geschenken beginnen die Elfen drei Wochen im Voraus mit der Lieferung. Das bedeutet, dass sie dieses Jahr in den Wochen vom 2.–8. Dezember (Woche 1), 9.–15. Dezember (Woche 2) und 16.–22. Dezember (Woche 3) Geschenke ausliefern. Je näher Weihnachten rückt, desto mehr Geschenke werden pro Woche ausgeliefert. Allerdings wird nicht jeden Tag die gleiche Anzahl an Geschenken geliefert. Es gibt rote und grüne Geschenke. Das Verhältnis zwischen roten und grünen Geschenken hängt nur vom Wochentag ab und bleibt während des dreiwöchigen Zeitraums gleich.

Um zu planen, wann die Elfen arbeiten müssen, möchte der Oberelf die Anzahl der Lieferungen pro Tag vorhersagen. Er hat die Daten zur Anzahl der Geschenke aus dem letzten Jahr, die in Tabelle 1 angegeben sind (siehe nächste Seite). Glücklicherweise sind Menschen Gewohnheitstiere, sodass die Anzahl der Geschenkelieferungen in diesem Jahr zwei Regeln folgt:

1. Die Abweichung der Anzahl der Geschenke, die an einem Wochentag geliefert werden, von der durchschnittlichen Anzahl der Geschenke pro Tag in dieser Woche ist dieselbe wie im letzten Jahr. Zum Beispiel, wenn durchschnittlich drei Geschenke geliefert werden und an einem Montag ein Geschenk geliefert wird, dann beträgt die Abweichung für Montag  $-2$ .
2. Der Anteil an roten Geschenken, die an einem Wochentag (im Verhältnis zur Gesamtanzahl der an diesem Tag gelieferten Geschenke) geliefert

werden, bleibt gleich wie im letzten Jahr. Zum Beispiel, wenn an einem Montag ein **rotes** und zwei **grüne** Geschenke geliefert wurden, dann beträgt der Anteil der **roten** Geschenke an diesem Montag  $1/3$ .

(Woche 1)				(Woche 2)			(Woche 3)		
Tag	Datum	Rot	Grün	Datum	Rot	Grün	Datum	Rot	Grün
Mo	04.12.	2	2	11.12.	5	5	18.12.	11	11
Di	05.12.	3	3	12.12.	6	6	19.12.	12	12
Mi	06.12.	3	3	13.12.	6	6	20.12.	12	12
Do	07.12.	4	4	14.12.	7	7	21.12.	13	13
Fr	08.12.	3	6	15.12.	5	10	22.12.	9	18
Sa	09.12.	2	1	16.12.	6	3	23.12.	14	7
So	10.12.	5	1	17.12.	10	2	24.12.	20	4

Tabelle 1: Anzahl der **roten** und **grünen** Geschenke, die an jedem Tag während eines dreiwöchigen Zeitraums im letzten Jahr 2023 geliefert wurden.

Zum Beispiel können wir aus Tabelle 1 folgende Muster erkennen:

- An jedem der drei Wochen wurden am Dienstag zwei Geschenke mehr geliefert als am Montag,
- an jedem der drei Montage waren die Hälfte der gelieferten Geschenke rot, während an jedem Freitag nur ein Drittel rot war,
- in Woche 1 wurden insgesamt 42 Geschenke geliefert, in Woche 2 waren es 84.

Dieses Jahr hat sich jedoch etwas geändert: Weihnachten ist populärer geworden! Der Oberelf weiß daher, dass sich die Anzahl der Geschenke pro Woche während der Lieferwochen jedes Mal verdreifacht. Außerdem weiß er, dass am Montag der Woche 1 (2. Dezember) 8 **rote** und 8 **grüne** Geschenke geliefert werden müssen. Wie viele **rote** und **grüne** Geschenke müssen am Samstag der Woche 3 (21. Dezember) geliefert werden?

*(Antwortmöglichkeiten auf nächster Seite)*

**Anwortmöglichkeiten:**

1. 56 rote Geschenke und 28 grüne Geschenke
2. 108 rote Geschenke und 108 grüne Geschenke
3. 108 rote Geschenke und 36 grüne Geschenke
4. 84 rote Geschenke und 21 grüne Geschenke
5. 72 rote Geschenke und 26 grüne Geschenke
6. 90 rote Geschenke und 18 grüne Geschenke
7. 106 rote Geschenke und 53 grüne Geschenke
8. 108 rote Geschenke und 54 grüne Geschenke
9. 56 rote Geschenke und 56 grüne Geschenke
10. 30 rote Geschenke und 15 grüne Geschenke

**Projektreferenz:**

Die Vorhersage der Nachfrage nach Nachsorge in Krankenhäusern ist ein wichtiges Thema in diesem Projekt. Einer der Ansätze, die wir verwenden, ist die Zeitreihenanalyse. Bei der Zerlegung von Zeitreihen teilen wir die Zeitreihe (z. B. die Anzahl der Nachsorgeanfragen pro Tag oder die Anzahl der pro Tag gelieferten Geschenke) in einen Trend, eine saisonale Komponente und einen Fehlerterm auf. Der Trend zeigt, wie sich die Zeitreihe über längere Zeiträume verhält, während eine wöchentliche Saisonalität zeigt, wie sie pro Wochentag schwankt. Neben der wöchentlichen Saisonalität könnte es auch tägliche Saisonalität (z. B. in der Anzahl der Patienten, die pro Stunde in der Notaufnahme eines Krankenhauses eintreffen) oder jährliche Saisonalität (z. B. in der Anzahl der verkauften Eiscremes pro Monat) geben.