

## 1.6 Umrechnen von Einheiten

1

Das Umrechnen von Einheiten erfreut sich leider keiner besonders großen Beliebtheit. Nichtsdestotrotz sind einige Umrechnungen doch häufig relevant. Allen voran die Umrechnung von Gramm in Milligramm und umgekehrt.

### 1.6.1 Gängige Einheiten in der Apotheke

Bei den Einheiten und ihrer Umrechnung hilft es, wenn man eine Vorstellung hat, wie viel die entsprechende Einheit etwa ist. Deshalb wird hier immer ein Größenbeispiel angegeben.

#### Massenangaben

##### Gramm

Um uns die Menge Gramm (g) vorzustellen, können wir etwa an einen Zuckerwürfel denken. Dieser wiegt in Deutschland zwar 3 Gramm, liefert aber trotzdem ein brauchbares Bild. Gramm begegnet uns in jeder Rezeptur.

##### Milligramm

Ein Gramm besteht aus 1000 Milligramm (mg). Dafür können wir an die einzelnen Zuckerkrystalle denken. Etwa 10 Zuckerkörnchen entsprechen 1 mg. Milligramm ist eine gängige Einheit für die Dosierung vieler Arzneimittel.

##### Mikrogramm

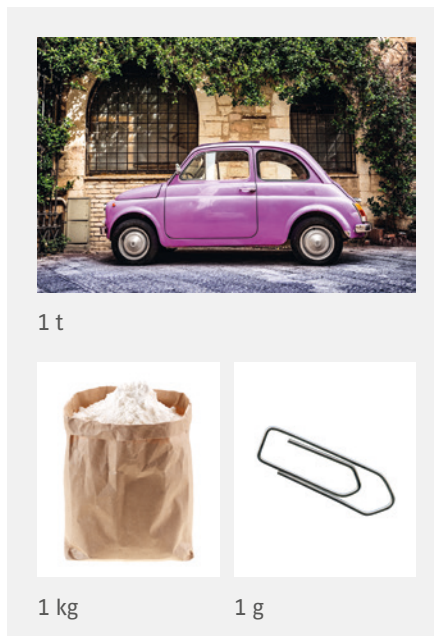
Das Milligramm besteht aus 1000 Mikrogramm ( $\mu\text{g}$ ). Für 1  $\mu\text{g}$  wird es mit der Vorstellung schon schwieriger. Ein Kubikmillimeter Luft, das ist ein Würfel mit 1 mm Kantenlänge, würde etwas mehr als ein Mikrogramm wiegen. Das Mikrogramm finden wir z.B. bei der Dosierung von Schilddrüsenhormonen.

##### Nanogramm

Die nächstkleinere Einheit ist das Nanogramm (ng). 1000 ng sind ein Mikrogramm. Nanogramm findet bei der Dosierung von Botox Verwendung.

##### Kilogramm

1000 Gramm sind ein Kilogramm. Für ein Kilogramm (kg) stellen wir uns eine Packung Zucker oder auch Mehl vor. Auf Kilogramm stoßen wir in der Apotheke bei größeren



• **Abb. 1.2** Bildliche Vorstellung der Masseneinheiten

Defekturen oder bei der Berechnung von Arzneimitteldosierungen nach Kilogramm Körpergewicht.

### Tonne

Und für die Neugierigen: 1000 Kilogramm sind eine Tonne (t), aber diese ist eher nicht apothekenrelevant. Eine Tonne entspricht etwa einem kleinen Auto oder einem Kaltblutpferd.

## Längenangaben

### Meter

Ein Meter (m) entspricht etwa der Größe eines drei- bis vierjährigen Kindes. Ein Meter hat 10 Dezimeter oder 100 Zentimeter.

### Dezimeter

Ein Dezimeter (dm) sind 0,1 m oder 10 cm. Gebräuchlich ist weniger die Längenangabe an sich als vielmehr die dreidimensionale Variante. Der Kubikdezimeter entspricht einem Liter. Die Länge eines Kugelschreibers entspricht etwa einem Dezimeter.

### Zentimeter

100 Zentimeter (cm) sind ein Meter. Zentimeter sind die gängigen Maßangaben beim Anmessen von Kompressionsstrümpfen oder Bandagen. Ein Zentimeter ist etwa die Länge einer Stechmücke.

### Millimeter

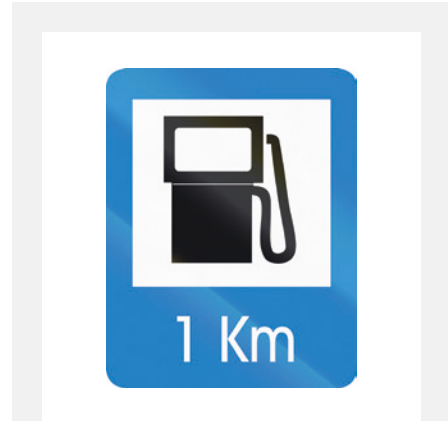
Ein Millimeter (mm) ist der tausendste Teil eines Meters. Besser vorstellbar ist aber vermutlich, dass ein Zentimeter 10 Millimeter sind. Anwendung finden die Millimeter zum Beispiel bei der Längenangabe von Kanülen.

### Weitere Längenangaben

Kilometer: 1 km sind 1000 m.

Mikrometer: 1000  $\mu\text{m}$  sind 1 mm.

Nanometer: 1000 nm sind 1  $\mu\text{m}$ .



1 km



1 m



1 cm

• **Abb. 1.3** Bildliche Vorstellung der Längeneinheiten

## Volumenangaben

### Liter

Ein Liter (l) entspricht häufig der Menge in einer Milchflasche oder einem Milchkarton. Um den Bezug zu den Längeneinheiten herzustellen, kann man sich den Liter auch als Würfel mit 10 cm Kantenlänge vorstellen.

### Milliliter

Ein Milliliter (ml) ist der tausendste Teil eines Liters, also 0,001 Liter. Das entspricht einem Würfel von 1 cm Kantenlänge. In der Apotheke finden wir die Milliliter-Angabe auf Spritzen, Messlöffeln oder Messbechern für flüssige Arzneiformen.

### Mikroliter

Ein Mikroliter ( $\mu\text{l}$ ) ist ein Tausendstel eines Milliliters oder der Millionste Teil eines Liters. Das liegt im Bereich der Menge Blut, die ein Blutzuckermessgerät benötigt, also etwa ein kleiner Tropfen Blut.

### Deziliter

Deziliter ist eine im Alltag weniger gebräuchliche Einheit. Er entspricht einem Zehntel eines Liters, bzw. 100 Milliliter, also etwa der Menge in einem kleinen Glas. In der Apotheke begegnet uns der Deziliter (dl) bei den Angaben der Blutzuckerwerte. Diese sollten zwischen 80 und 120 mg/dl (Milligramm pro Deziliter) liegen. Abweichend davon gibt es auch noch die Angabe mmol/l, das heißt Millimol pro Liter.



• **Abb. 1.4** Bildliche Vorstellung der Volumeneinheiten

## GUT ZU WISSEN

Blutzuckerwerte werden entweder in mg/dl oder in mmol/l angegeben. Jedes Land hat eine bevorzugte Angabe. Aus historischen Gründen werden in Deutschland beide Angaben verwendet. Die mg/dl eher in den westlichen Bundesländern, mmol/l bevorzugt in den östlichen Bundesländern. Die meisten Blutzuckermessgeräte sind entweder mit der Anzeige mg/dl oder mmol/l erhältlich. Bei einigen Geräten kann die bevorzugte Anzeige eingestellt werden.

- 10 mmol/l entspricht etwa 180 mg/l
- 100 mg/l entspricht etwa 5,6 mmol/l

## 1.6.2 Umrechnungsfaktoren und Vorsilben

Im vorherigen Kapitel haben wir schon verschiedene Einheiten mit Vorsilben wie „Kilo“, „Milli“ und „Mikro“ kennengelernt. Alle diese Vorsilben stehen für einen mathematischen Faktor mit dem man die Einheiten in eine andere Einheit umrechnen kann.

□ **Tab. 1.1** Vorsilben der Einheiten und ihre Bedeutung

| Vorsilbe | Abkürzung | Bedeutung    | Faktor dezimal | Faktor als Potenz |
|----------|-----------|--------------|----------------|-------------------|
| Kilo     | k         | tausendfach  | 1000           | $10^3$            |
| –        | –         | Grundeinheit | 1              | 1                 |
| Dezi     | d         | Zehntel      | 10             | $10^1$            |
| Centi    | c         | Hunderstel   | 100            | $10^2$            |
| Milli    | m         | Tausendstel  | 1000           | $10^3$            |
| Mikro    | $\mu$     | Millionstel  | 1 000 000      | $10^6$            |
| Nano     | n         | Milliardstel | 1 000 000 000  | $10^9$            |

Wie muss man das jetzt lesen und anwenden?

### Umrechnung von größerer zu kleinerer Einheit

Die Grundeinheit hat immer keine Vorsilbe und ist unser Bezugspunkt. Nehmen wir eine Masse von 1,62 Kilogramm, dann sind die Gramm unsere Grundeinheit. Müssen wir 1,62 Kilogramm jetzt in Gramm umrechnen, dann wissen wir aus der Tabelle: „Kilo“ heißt 1000.

Also ist 1 Kilogramm gleich 1000 Gramm.

Wir haben aber 1,62 kg, das sind dann  $1,62 \cdot 1000 \text{ g} = 1620 \text{ g}$ .

„Mal den Faktor“ muss man immer rechnen, wenn man von der großen Menge/Einheit in eine kleinere Menge/Einheit umrechnet.

Anders ausgedrückt muss das Komma um so viele Stellen nach rechts gerutscht werden, wie der Faktor Nullen hat.

#### Beispiel 1:

0,075 g sollen in  $\mu\text{g}$  umgerechnet werden.

Faktor aus der Tabelle: 1 000 000. Das Komma muss um sechs Stellen nach rechts verschoben werden.

Ergebnis:  $0,075 \text{ g} \cdot 1\,000\,000 \mu\text{g/g} = 75\,000 \mu\text{g}$ .

**Beispiel 2:**

5 kg sollen in  $\mu\text{g}$  umgerechnet werden.

Dazu geht man am einfachsten in zwei Schritten vor. Zuerst multipliziert man mit dem Faktor zur Umrechnung von Kilogramm nach Gramm: **1 000**.

Anschließend rechnet man mit dem Faktor für die Umrechnung von Gramm nach Mikrogramm: **1 000 000**. Das Komma muss um sechs Stellen nach rechts verschoben werden.

Ergebnis:

$$5 \text{ kg} \cdot 1000 \text{ g/kg} = 5000 \text{ g}$$

$$5000 \text{ g} \cdot 1\,000\,000 \mu\text{g/g} = 5\,000\,000\,000 \mu\text{g}$$

**Übung 8**

Umrechnung in die angegebene kleinere Einheit.

Achtung: Bei der letzten Aufgabe muss man in zwei Schritten rechnen, da zwischen Kilogramm und Milligramm noch die Grundeinheit Gramm steht!

- a) 25,4 kg = g
- b) 20 g = mg
- c) 0,1 l = ml
- d) 1,63 m = cm
- e) 0,041 kg = mg

**Umrechnung von kleinerer zu größerer Einheit**

Auch hier braucht man wieder den Faktor aus der Tabelle, aber man rechnet nicht mehr „mal“, sondern „geteilt“.

Das Komma verschiebt sich dadurch um die Anzahl der Nullen des Faktors nach links.

**Beispiele:**

- 12,5 ml sollen in Liter umgerechnet werden. Faktor: **1000**.  
Also muss man rechnen:  $12,5 \div 1000 = 0,0125$ , also  $12,5 \text{ ml} = 0,0125 \text{ l}$ .
- 25,3  $\mu\text{g}$  sollen in mg umgerechnet werden. Jetzt wird es etwas schwieriger. Der Faktor in der Tabelle (**1 000 000**) bezieht sich auf die Umrechnung in Gramm. Rechnet man  $25,3 \mu\text{g} \div 1\,000\,000$ , dann ist das Ergebnis  $0,0000253 \text{ g}$ ! Dieses muss man dann noch in Milligramm umrechnen. Faktor **1000** („Malnehmen“, da groß nach klein).  
Gesamtrechnung:  $25,3 \div 1\,000\,000 \cdot 1000 = 0,0253$ , also  $25,3 \mu\text{g} = 0,0253 \text{ mg}$ .  
Wer es sieht, kann natürlich auch gleich  $\div 1000$  rechnen und bekommt das gleiche Ergebnis.

## Übung 9

Umrechnen in die angegebene größere Einheit

- a) 350 mg = g  
 b) 96,5 g = kg  
 c) 300  $\mu\text{l}$  = ml  
 d) 25 mm = cm  
 e) 19,56  $\mu\text{g}$  = mg



### MERKE

Beim Umrechnen von einer größeren Einheit in eine kleinere muss der Zahlenwert größer werden.

Beispiel: 1 Gramm sind 1000 Milligramm.

Beim Umrechnen von einer kleineren Einheit in eine größere muss der Zahlenwert kleiner werden.

Beispiel: 1 Milligramm sind 0,001 Gramm.



### NOCH MEHR INFOS

Beispiel „Umrechnungen“



## 1.6.3 Internationale Einheiten



Internationale Einheiten (Abkürzung IE oder I.E.) finden sich in der Apotheke oft bei Heparin, Antibiotika, Insulin oder Vitaminen. Hier wird der Gehalt nicht als Masse angegeben, sondern bezieht sich auf eine physiologische Wirksamkeit. Trotzdem stehen die I.E. in einem bestimmten Verhältnis zur Masse und können auch umgerechnet werden. Dabei ist aber für jeden Stoff das Verhältnis ein anderes.

Mit der Umrechnung solcher Zusammenhänge beschäftigen wir uns im Kapitel Proportionen (► Kap. 2.1.2.).



# Einwaagekorrekturfaktor berechnen 6

Bei der Herstellung von Arzneimitteln ist ein genauer Wirkstoffgehalt nötig. Rezeptursubstanzen haben in vielen Fällen einen Gehalt, der vom Sollwert abweicht. Dann ist es notwendig, einen Einwaagekorrekturfaktor zu bestimmen, um bei der Herstellung die korrekte Menge Wirkstoff im Arzneimittel zu erreichen.

Den Einwaagekorrekturfaktor haben wir bereits kurz kennengelernt (► Kap. 2.2.1). Wir verwenden ihn, um genau die verordnete Menge Wirkstoff in der Rezeptur zu haben, auch wenn unsere eingewogene Substanz einen abweichenden Gehalt hat.

Bezugswert für den Gehalt einer Substanz ist die entsprechende Arzneibuchmonographie. In den meisten Fällen ist der Soll-Gehalt 100 Prozent.

Zur Erinnerung:

Wenn der Gehalt von Wirkstoffen in der Rezeptur abweicht, dann ist er meist niedriger als der Soll-Wert. Gründe dafür sind:

- Charge,
- Wassergehalt/Trocknungsverlust,
- Stabilität,
- Herstellung.

Die beiden unteren Punkte lassen sich in der Apotheke nur schwer prüfen und werden in der Regel nur über standardisierte Abläufe berücksichtigt. Beispiel ist der Produktionszuschlag bei der Herstellung von pulvergefüllten Hartgelatinekapselformen wie ihn das DAC/NRF vorgibt (► Kap. 7.1.1).

Für die Berechnung des Korrekturfaktors, den wir auf dem Gefäß vermerken, müssen wir genau prüfen, worauf sich der angegebene Gehalt bezieht, und dann verschiedene Fälle unterscheiden.

Weitere Informationen zur Berechnung finden Sie im DAC/NRF Kapitel I.2.1.1.

## 6.1 Einwaagekorrektur bei passender Rezeptursubstanz

Die Substanz, die verordnet ist, ist auch genauso in der Apotheke vorhanden. Dieser Fall sollte der Normalzustand sein.

### 6.1.1 Unbehandelte Rezeptursubstanz

Der in der Monographie angegebene Soll-Gehalt bezieht sich auf die Rezeptursubstanz, so wie sie vorliegt. Sie wird also nicht getrocknet, und auch ein eventueller Wassergehalt wird nicht berücksichtigt.

Der Einwaagekorrekturfaktor berechnet sich dann aus dem Soll-Gehalt geteilt durch den Ist-Gehalt.

Dabei ist der Soll-Gehalt (im NRF  $c_{s\text{-nominal}}$ ) der Gehalt, der in der Monographie gefordert ist. Der Ist-Gehalt ist der bei der Gehaltsbestimmung tatsächlich ermittelte Gehalt (im NRF  $c_s$ ).



**Einwaagekorrekturfaktor – unbehandelte Rezeptursubstanz**

$$f = \frac{\text{Soll-Gehalt}}{\text{Ist-Gehalt}} = \frac{c_{s-\text{nominal}}}{c_s}$$

**Beispiel:**

Als Beispiel nehmen wir Milchsäure, da hier der Soll-Gehalt ausnahmsweise nicht 100 Prozent ist, sondern 90,0 Prozent (m/m).

Laut Prüfzertifikat hat die Milchsäure einen Gehalt von 88,2 %.

$$f = \frac{\text{Soll-Gehalt}}{\text{Ist-Gehalt}} = \frac{90\%}{88,2\%} = 1,020$$

Der Einwaagekorrekturfaktor für die Milchsäure ist  $f = 1,020$ .

**GUT ZU WISSEN**

aha

Die Soll-Gehalte im Arzneibuch sind meist nicht mit einer Zahl angegeben, sondern mit einem Bereich. Das kommt von kleinen Abweichungen durch die Bestimmungsmethoden.

Sind Bereiche um 100 Prozent (z. B. Ascorbinsäure 99,0 bis 100,5 Prozent) angegeben, dann nimmt man für die Berechnung 100 Prozent als Soll-Wert.

Sind andere Bereiche angegeben (z. B. Milchsäure 88,0 bis 92,0 Prozent), dann nimmt man den Mittelwert als Soll-Wert.

**Übung 1**

1. Zinkchlorid hat laut Arzneibuch einen Gehalt von 95,0 bis 100,5 Prozent. Das Prüfzertifikat weist einen Gehalt von 97,1 % aus. Berechnen Sie den Einwaagekorrekturfaktor.
2. Eine Harnstoff-Stammverreibung 50 % (NRF S.8.) wurde hergestellt. Die Analyse ergibt einen Gehalt von 48,7 %. Berechnen Sie den Einwaagekorrekturfaktor.

**6.1.2 Rezeptursubstanz nach Trocknungsverfahren**

Ist in der Definition des Arzneibuchs der Gehalt bezogen auf eine Substanz, die einem Trocknungsverfahren unterzogen wurde, angegeben, dann kommt zu der bisherigen Gleichung ein weiterer Faktor dazu. Dieser rechnet den Wassergehalt in der abzuwiegenden Substanz mit ein.

Der in der Monographie angegebene Soll-Gehalt kann sich beziehen auf

- die wasserfreie Substanz,
- die getrocknete Substanz,
- die geglähte Substanz.

Dabei ändern sich immer nur die Begriffe und das Vorgehen für die Trocknung. Der Rechenweg bleibt stets der gleiche.

**Einwaagekorrekturfaktor – getrocknete Rezeptursubstanz**

$$f = \frac{\text{Soll-Gehalt}}{\text{Ist-Gehalt}} \cdot \frac{100 \%}{100 \% - \text{Wassergehalt}}$$

Für den Wassergehalt der Substanz wird dann entsprechend der Monographie im Arzneibuch einer der folgenden Werte verwendet:

- Trocknungsverlust,
- Glühverlust,
- Wasser (2.5.12), das ist die Wasserbestimmung im Arzneibuch mittels Karl-Fischer-Methode.

**Beispiele:**

1. Ibuprofen hat einen Gehalt laut Monographie in der Ph. Eur. 11 von 98,5 bis 101,0 Prozent (getrocknete Substanz). Der Trocknungsverlust darf maximal 0,5 % betragen. Laut Prüfzertifikat beträgt der Gehalt 98,9 % und der Trocknungsverlust 0,4 %. Für die Berechnung ist aus dem Arzneibuch nur der Soll-Gehalt relevant. Der Ist-Wert und der Wassergehalt werden aus dem Prüfzertifikat übernommen.

$$f = \frac{\text{Soll-Gehalt}}{\text{Ist-Gehalt}} \cdot \frac{100 \%}{100 \% - \text{Wassergehalt}}$$

$$f = \frac{100 \%}{98,9 \%} \cdot \frac{100 \%}{100 \% - 0,4 \%} = 1,011122346 \cdot \frac{100}{99,6} = 1,015$$

2. Bei schwerem Magnesiumoxid wird der Gehalt auf die gegläute Substanz berechnet. Der Soll-Wert ist 100 Prozent. Die Werte aus dem Prüfzertifikat sind Gehalt 98,0 % und Glühverlust 7 %.

$$f = \frac{100 \%}{98 \%} \cdot \frac{100 \%}{100 \% - 7 \%} = 1,02040816 \cdot 1,07526882 = 1,097$$

**NOCH MEHR INFOS**

Weiteres Beispiel Einwaagekorrekturfaktor

**Übung 2**

1. Calciumlactat hat laut Monographie einen Gehalt von 98,0 bis 102,0 Prozent. Der Trocknungsverlust darf maximal 3,0 Prozent bei 125 °C betragen. Die Analyse ergibt einen Gehalt von 98,5 Prozent und einen Trocknungsverlust von 2,5 %. Berechnen Sie den Einwaagekorrekturfaktor.
2. Bei Zinkoxid beträgt der Gehalt bezogen auf die gegläute Substanz 99,0 bis 100,5 Prozent. Das Prüfzertifikat gibt einen Gehalt von 99,2 % und einen Glühverlust von 0,9 % an. Berechnen Sie den Einwaagekorrekturfaktor.

## 6.2 Einwaagekorrektur bei abweichender Rezeptursubstanz

Sollte in der Apotheke ein Wirkstoff nicht in seiner verordneten Form vorhanden sein und auch nicht lieferbar sein, dann kann man auf ein (anderes) Salz des Wirkstoffs oder auf eine Form mit einer anderen Menge Kristallwasser ausweichen. Achtung! Dabei ist immer zu bedenken, dass eine andere chemische Form auch immer andere Eigenschaften mit sich bringt. Deshalb muss sorgfältig geprüft werden, ob der Austausch pharmazeutisch vertretbar ist.

Häufig wird auch die Menge eines freien Wirkstoffs in der Benennung von Rezepturen angegeben, obwohl standardmäßig ein Salz eingewogen wird.

Kommt man bei dieser Prüfung zum Ergebnis, dass der Austausch möglich ist, muss die korrekte Menge des verwendeten Stoffes berechnet werden. Hierzu ist eine Einwaagekorrektur erforderlich, bei der die uns bekannten Formeln weiterverwendet werden können. Sie müssen nur um einen weiteren Faktor ergänzt werden, der sich aus den molaren Massen (► Kap. 8.1.2) der beteiligten Substanzen errechnet.

Allerdings muss vor dem Einsetzen der Werte in die Formeln genau überlegt werden, welche Werte zutreffen. Bei Trocknungsverlusten ist bei kristallwasserhaltigen Substanzen zu überlegen, welches und wie viel Wasser bei der Trocknung verschwindet.

### 6.2.1 Ohne Wasserverlust

Ist in den Monographien und in den Analysenzertifikaten kein Trocknungsverlust oder ähnliches angegeben, dann leitet sich die Einwaagekorrektur von der folgenden Grundformel ab:

$$f = \frac{\text{Soll-Gehalt}}{\text{Ist-Gehalt}}$$

Sie wird ergänzt um einen Faktor, der die molare Masse der verordneten Substanz ins Verhältnis setzt zur molaren Masse der verwendeten Substanz.

#### Einwaagekorrekturfaktor – andere Substanz ohne Wasserverlust

$$f = \frac{\text{Soll-Gehalt}}{\text{Ist-Gehalt}} \cdot \frac{M_{\text{verwendet}}}{M_{\text{verordnet}}}$$

Für Soll- und Ist-Gehalt werden die Werte der tatsächlich verwendeten Substanz eingesetzt. Diese muss schließlich auch abgewogen werden.

**Beispiel:**

In eine Mischung sollen 5,00 g Natriumcarbonat-Decahydrat ( $M = 286,0 \text{ g/mol}$ ) eingearbeitet werden. Es ist aufgrund der Stabilität des Decahydrats aber besser Natriumcarbonat-Monohydrat ( $M = 124,0 \text{ g/mol}$ ) zu verarbeiten. Das Monohydrat hat laut Monographie einen Gehalt von **83,0 bis 87,5 Prozent**. Die Gehaltsbestimmung hat einen Wert von **83,6 %** ergeben. Berechnen Sie den Faktor und die einzuwiegende Masse an Monohydrat.

$$\text{Soll - Gehalt (Mittelwert)} = (83,0 \% + 87,5 \%) \div 2 = 85,25 \%$$

Einwaagekorrekturfaktor:

$$f = \frac{\text{Soll-Gehalt}}{\text{Ist-Gehalt}} \cdot \frac{M_{\text{verwendet}}}{M_{\text{verordnet}}}$$

$$f = \frac{85,25 \%}{83,6 \%} \cdot \frac{124 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{286,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,442$$

Einwaage an Natriumcarbonat-Monohydrat:

$$5,00 \text{ g} \cdot 0,442 = 2,21 \text{ g}$$

Die Einwaage an Monohydrat muss deutlich niedriger sein als die an Decahydrat, da je Natriumcarbonatteilchen neun Wassermoleküle weniger gebunden sind.

**Übung 3**

In manchen Schmerztabletten ist der Wirkstoff Ibuprofen als Ibuprofen-D,L-Lysinat verarbeitet. Es sollen nun Kapseln hergestellt werden, die 150 mg Ibuprofen enthalten. Eingesetzt werden soll als Wirkstoff aber das Lysinat. Der Gehalt des Ibuprofen-D,L-Lysinats ist 99,2 %, die molare Masse 352,5 g/mol. Die molare Masse von Ibuprofen ist 206,3 g/mol.

Berechnen Sie den Einwaagekorrekturfaktor und die Menge Ibuprofen-D,L-Lysinat, die in einer Kapsel enthalten sein muss.

**6.2.2 Mit Wasserverlust**

Das Rechenprinzip bleibt auch hier erhalten. Es kommt lediglich ein weiterer Faktor in der Gleichung dazu.

**Einwaagekorrekturfaktor – andere Substanz mit Wasserverlust**

$$f = \frac{\text{Soll-Gehalt}}{\text{Ist-Gehalt}} \cdot \frac{100 \%}{100 \% - \text{Wassergehalt}} \cdot \frac{M_{\text{verwendet}}}{M_{\text{verordnet}}}$$

**Substanzen ohne Kristallwasser**

Enthält die Substanz selbst kein Kristallwasser, dann ist alles ganz einfach. Es werden nur die bekannten Werte in die Gleichung eingesetzt.

**Beispiel:**

Es sollen 50 ml einer Lösung hergestellt werden, die 5 mg Propranolol je Milliliter enthält. Propranolol ( $M = 259,0 \text{ g/mol}$ ) wird jedoch als Propranolol-Hydrochlorid ( $M = 295,8 \text{ g/mol}$ ) eingewogen.

Propranolol-Hydrochlorid hat laut Monographie einen Gehalt von 99,0 bis 101,0 Prozent bezogen auf die getrocknete Substanz. Das Prüfzertifikat gibt einen Gehalt von 99,0 % und einen Trocknungsverlust von 0,4 % an.

Einwaagekorrekturfaktor:

$$f = \frac{100\%}{99\%} \cdot \frac{100\%}{100\% - 0,4\%} \cdot \frac{295,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{259,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 1,158$$

Einwaage für die 50 ml der Lösung:

5 mg/ml · 50 ml · 1,158 = 0,2895 g Propranolol-Hydrochlorid.

### Substanzen mit Kristallwasser

Auch hier gilt die gleiche Formel, aber wir müssen überlegen, ob das Kristallwasser bereits im Wassergehalt berücksichtigt ist, weil es beim Trocknungsvorgang vollständig verschwunden ist. Oder ob das Kristallwasser bei der molaren Masse berücksichtigt werden muss.

Meist ist das Kristallwasser schon bei der Angabe des Wassergehalts enthalten. In diesem Fall entfällt der Faktor mit der molaren Masse und es wird gerechnet wie bei getrockneten Substanzen (► Kap. 6.1.2).

#### Beispiel:

Für eine Rezeptur sind 2,0 g Lidocain verordnet. Die Substanz soll allerdings als Lidocain-Hydrochlorid-Monohydrat eingewogen werden.

Laut Analysenzertifikat beträgt der Gehalt des Lidocainhydrochlorid-Monohydrats 99,7 % bezogen auf die wasserfreie Substanz. Der Wassergehalt ist mit 6,53 % angegeben.

Die molare Masse von Lidocainhydrochlorid-Monohydrat ist 288,8 g/mol, die von Lidocain 234,3 g/mol und die von Wasser 18 g/mol.

#### Berechnung

Da der Gehalt auf die wasserfreie Substanz bezogen ist, muss der Faktor für den Wasserverlust nicht berücksichtigt werden. Aber man braucht für die Formel die molare Masse von Lidocainhydrochlorid, also der wasserfreien Form. Diese ist 288,8 g/mol – 18 g/mol = 270,8 g/mol.

Einwaagekorrekturfaktor:

$$f = \frac{100\%}{99,7\%} \cdot \frac{270,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{234,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 1,159$$

#### Wasserfrei verordnet, wasserhaltig verwendet

Es soll Magnesiumacetat (M = 142,4 g/mol) abgewogen werden. Vorhanden ist aber nur Magnesiumacetat-Tetrahydrat (M = 214,5 g/mol).

In der Monographie Magnesiumacetat-Tetrahydrat der Ph. Eur. 11 steht bei Gehalt: **98,0 bis 101,0 Prozent** Magnesiumacetat (wasserfreie Substanz). Unter den Prüfungen auf Reinheit findet man: Wasser (2.5.12): 33,0 bis 35,0 Prozent mit 0,100 g bestimmt.

Das Analysenzertifikat weist einen Gehalt von **98,5 %** und einen Wassergehalt von **34,6 %** aus.

Für die Berechnung brauchen wir drei Werte. Den **Soll-Gehalt** an Magnesiumacetat, den **Ist-Gehalt** und den **Wassergehalt**. Nur den ersten Wert nehmen wir aus der Monographie. Die beiden anderen Werte aus dem Analysenzertifikat oder aus eigenen Bestimmungen. Der Wassergehalt ist mit 34,6 % etwa ein Drittel der Gesamtmasse. Er beinhaltet schon das Kristallwasser. Dieses wurde also bei der Wasserbestimmung erfasst. Folglich kann in der Gleichung der Faktor für die molaren Massen entfallen.

$$f = \frac{\text{Soll-Gehalt}}{\text{Ist-Gehalt}} \cdot \frac{100\%}{100\% - \text{Wassergehalt}} = \frac{100\%}{98,5\%} \cdot \frac{100\%}{100\% - 34,6\%} = 1,552$$

Durch den hohen Wassergehalt ergibt sich ein großer Einwaagekorrekturfaktor.

### Wasserhaltig verordnet, wasserfrei verwendet

Betrachtet man den umgekehrten Fall: Magnesiumacetat-Tetrahydrat ist verordnet und Magnesiumacetat soll verwendet werden, dann benötigt man die gesamte Gleichung. Für die ersten beiden Faktoren werden die Daten von Magnesiumacetat aus dem Prüfzertifikat eingesetzt: Gehalt 99,0 %, Trocknungsverlust 0,3 %.

$$f = \frac{\text{Soll-Gehalt}}{\text{Ist-Gehalt}} \cdot \frac{100\%}{100\% - \text{Wassergehalt}} \cdot \frac{M_{\text{verwendet}}}{M_{\text{verordnet}}} \\ = \frac{100\%}{99\%} \cdot \frac{100\%}{100\% - 0,3\%} \cdot \frac{142,4 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{214,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,673$$

Hier ist der Faktor nun deutlich unter 1, da das verwendete Magnesiumacetat kein Kristallwasser enthält.

### Andere Form und Kristallwasser

Wir haben in der Apotheke Morphinhydrochlorid-Trihydrat (Salz mit Kristallwasser) vorrätig und sollen daraus 100 ml einer Lösung herstellen, die umgerechnet 40 mg/ml Morphin (freie Base) enthält.

| Name                          | Molare Masse | Gehalt                        | Trocknungsverlust |
|-------------------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|
| Morphin                       | 285,3 g/mol  |                               |                   |
| Morphinhydrochlorid           | 321,8 g/mol  |                               |                   |
| Morphinhydrochlorid-Trihydrat | 375,8 g/mol  | 98,9 % (wasserfreie Substanz) | 14,5 %            |

Da bei Morphinhydrochlorid-Trihydrat der Trocknungsverlust bereits das Kristallwasser berücksichtigt, müssten wir eigentlich nach ► Kap. 6.2.2 vorgehen und die molaren Massen unberücksichtigt lassen.

**Aber:** Leider liegt nicht Morphin-Trihydrat vor, sondern Morphinhydrochlorid-Trihydrat. Das bedeutet, wir haben auch noch ein Salz der gesuchten Substanz, für das wir einen Umrechnungsfaktor brauchen.

Unsere Gleichung sieht dann so aus:

$$f = \frac{\text{Soll-Gehalt}}{\text{Ist-Gehalt}} \cdot \frac{100\%}{100\% - \text{Wassergehalt}} \cdot \frac{M_{\text{verwendet}}}{M_{\text{verordnet}}} \\ = \frac{100\%}{98,9\%} \cdot \frac{100\%}{100\% - 14,5\%} \cdot \frac{321,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{285,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 1,334$$

Der letzte Faktor gibt die **Umrechnung von Morphin auf Morphinhydrochlorid**.

Die beiden ersten Faktoren geben die **Umrechnung von Morphinhydrochlorid auf Morphinhydrochlorid-Trihydrat** an.

Für 100 ml Lösung braucht man:

- Morphin:  $40 \text{ mg/ml} \cdot 100 \text{ ml} = 4000 \text{ mg}$
- Morphinhydrochlorid-Trihydrat:  $4000 \text{ mg} \cdot 1,334 = 5336 \text{ mg}$

Es müssen also 5,336 g Morphinhydrochlorid-Trihydrat eingewogen werden.

## Übung 4

1. Bei einem Fertigarzneimittel mit Bisoprolol lautet die Angabe auf der Packung: 1 Tablette enthält 2,5 mg Bisoprolol als Bisoprololhemifumarat. Berechnen Sie die Menge an Bisoprololhemifumarat, die in einer Tablette enthalten ist, wenn
  - a) kein Einwaagekorrekturfaktor für Gehalt oder Wasser nötig ist.
  - b) der Gehalt des Bisoprololhemifumarats 98,5% und der Trocknungsverlust 0,6% beträgt.Recherchieren Sie dazu die molaren Massen der Substanzen im Internet.
2. Für eine Rezeptur sind 1,5 g Natriummonohydrogenphosphat verordnet. Es ist jedoch nur Natriummonohydrogenphosphat-Dihydrat verfügbar. Berechnen Sie die benötigte Menge an Natriummonohydrogenphosphat-Dihydrat, wenn der Gehalt 98,2% bezogen auf die getrocknete Substanz und der Trocknungsverlust 19,9% beträgt. Die molaren Massen sind  $M(\text{Natriummonohydrogenphosphat}) = 142,0 \text{ g/mol}$  und  $M(\text{Natriummonohydrogenphosphat-Dihydrat}) = 178,0 \text{ g/mol}$ .
3. Auf Patientenwunsch soll ein Brausepulver hergestellt werden mit 400 mg Calciumionen je Dosis. Die dafür zu verwendende Substanz ist Calciumlactat-Pentahydrat. Es hat laut Prüfzertifikat einen Gehalt von 99,5% und einen Trocknungsverlust von 23,0%.  $M(\text{Calcium}) = 40,1 \text{ g/mol}$ ,  $M(\text{Calciumlactat}) = 254,3 \text{ g/mol}$ ,  $M(\text{Calciumlactat-Pentahydrat}) = 308,3 \text{ g/mol}$ . Berechnen Sie die für eine Kapsel benötigte Menge an Calciumlactat-Pentahydrat.