

# DER GROSSE ANBAURATGEBER

Ein Abriß des Innenraumanbaus  
blühender Pflanzen

von

Growking und Chuck Lore

# Der große Anbauratgeber

Ein Abriß des Innenraumanbaus blühender Pflanzen

von

Growking® & Chuck Lore

## 1. Vorwort

## 2. Pflanzen

### 2.1 Allgemeines

#### 2.1.1 Begriffsdefinition Pflanzenzucht bzw. Grow

##### 2.1.1.1 Photosynthese

##### 2.1.1.2 Photomorphogenese

##### 2.1.1.3 Photoperiodismus

##### 2.1.1.4 Fazit

#### 2.1.2 Pflanzenschädlinge – Übersicht & Maßnahmen zur Bekämpfung

##### 2.1.2.1 Allgemeines zur Schädlingsbekämpfung bei Pflanzen

##### 2.1.2.2 Blattläuse, Schildläuse und Wollläuse

##### 2.1.2.3 Spinnmilben

##### 2.1.2.4 Thripse

##### 2.1.2.5 Minierfliegen

##### 2.1.2.6 Trauermücken

##### 2.1.2.7 Wurzelälchen und Blattälchen

##### 2.1.2.8 Weiße Fliegen

#### 2.1.3 Indoor-Pflanzenaufzucht mit LED-Beleuchtung

##### 2.1.3.1 Kleine Einführung – LED als Ersatz für die Sonne

##### 2.1.3.2 Die richtige Farbe für die Indoor-Pflanzenaufzucht

##### 2.1.3.3 Sichtbare und unsichtbare Wellen

##### 2.1.3.4 UV-Licht für Pflanzen

##### 2.1.3.5 Infrarot als Wärmestrahler

##### 2.1.3.6 Wachstumsphasen und Farben

### 2.2 Aufzucht

#### 2.2.1 Die Anzucht mittels Samen und Stecklingen

##### 2.2.1.1 Aufzucht aus einem Samenkorn

##### 2.2.1.2 Aufzucht aus einem Steckling

##### 2.2.1.3 Kultivierung einer Mutterpflanze

##### 2.2.1.4 Wachstum und Reife

#### 2.2.2 Das Klonen von Pflanzen

##### 2.2.2.1 Klonen – so wird's gemacht

##### 2.2.2.2 Was zu beachten ist

#### 2.2.3 Die Wachstumsphasen im Überblick

##### 2.2.3.1 Die Keimlings- und Stecklingsphase

##### 2.2.3.2 Die vegetative Phase

##### 2.2.3.3 Die Blüte

##### 2.2.3.4 Der Erntezeitpunkt

#### 2.2.4 Die Blütephase

##### 2.2.4.1 Die Wachstumsphasen im kurzen Abriss

##### 2.2.4.2 Die Vorblüte

##### 2.2.4.3 Die Blüte

##### 2.2.4.4 Optimieren der Blütenbildung

#### 2.2.5 Das Optimieren des Pflanzenwuchses

2.2.5.1 Grundlegende Gedanken

2.2.5.2 Sea of Green (SoG)

2.2.5.3 Screen of Green (ScroG)

2.2.5.4 Vor- und Nachteile

2.3 Düngung, Bewässerung und Pflanzenschutz

2.3.1 Passende Substrate für üppiges Wachstum und reiche Blüte

2.3.1.1 Die wichtigsten Eigenschaften eines guten Pflanzen Mediums

2.3.1.2 Eigenschaften von Erde

2.3.1.3 Eigenschaften von Kokosfaser

2.3.1.4 Eigenschaften von Steinwolle

2.3.1.5 Eigenschaften von Blähton

2.3.1.6 Aeroponik als substratlose Anbaumethode

2.3.2 Pflanzen richtig bewässern: Was muss man unbedingt beachten?

2.3.2.1 Wie viel Wasser für welche Wachstumsphase?

2.3.2.2 Die Wahl des Nährmediums beeinflusst die Wasseraufnahme

2.3.2.3 Die Bedeutung von pH-Wert und EC-Wert für das Bewässern

2.3.2.4 Die beste Tageszeit zum Bewässern

2.3.2.5 Automatische Bewässerungssysteme

2.3.3 Pflanzendüngung (Substratarten & welche Pflanzen was benötigen)

2.3.3.1 Was benötigen Pflanzen für ein gesundes Wachstum?

2.3.3.2 Anzeichen von Nährstoffmangel und Überversorgung

2.3.3.3 Bodenbeschaffenheit prüfen

2.3.3.4 Bodenverbesserung mit natürlichen Zusätzen

2.3.3.5 Unterschiedlicher Pflanzendünger

2.3.3.6 Eigenschaften ausgewählter Pflanzendünger

2.3.3.7 Was ist beim Ausbringen des Düngers zu beachten?

2.3.3.8 Wann sollte gedüngt werden?

2.3.3.9 Fazit

2.3.4 So kommen Pflanzen gut durch den Winter

2.3.4.1 Anbauen im Winter – So geht´s!

2.3.4.2 Diesen Herausforderungen warten im Winter

2.3.5 Fazit

2.4 Ernte und Weiterverarbeitung

2.4.1 Richtiges Trocknen und Lagern

2.4.1.1 Blüten richtig Trocknen

2.4.1.2 Steigerung des Wirkstoffgehaltes

2.4.1.3 Decarboxylation

2.4.1.4 Fermentation

2.4.2 Tinkturen und Liquide

2.4.2.1 Alkoholauszug

2.4.2.2 Ölauszug

2.4.2.3 Liquid für die elektrische Zigarette

2.4.2.4 Fazit

3. Technik

3.1 Beleuchtung

- 3.1.1 Begriffsdefinition: Lumen, Lux, Candela, etc.
  - 3.1.1.1 Grundlagen
  - 3.1.1.2 Oft verwendete Einheiten
  - 3.1.1.3 Umrechnungen
- 3.1.2 Die Evolution der LED-Technik von damals bis heute
  - 3.1.2.1 LED: Eine kurze Definition
  - 3.1.2.2 Die historische Entwicklung der LEDs
  - 3.1.2.3 LED Pflanzenlicht von der NASA getestet
  - 3.1.2.4 LED Grow Lampe
- 3.1.3 LED Pflanzenlampen und alternative Beleuchtungsoptionen
  - 3.1.3.1 Natriumdampflampen
  - 3.1.3.2 Quecksilber- und Quecksilberhalogendampflampen
  - 3.1.3.3 Halogen-Metall dampflampe
  - 3.1.3.4 Glühlampen
  - 3.1.3.5 Fazit
- 3.1.4 Alles über Growking Grow LEDs und Panels
  - 3.1.4.1 PAR, was ist damit gemeint?
  - 3.1.4.2 Warum Sie unsere LED-Leuchten verwenden sollten
  - 3.1.4.3 Sind LEDs heller als andere Leuchtmittel?
  - 3.1.4.4 Einfacher, sicherer, besser?
  - 3.1.4.5 Die größten Vorteile von LED Pflanzenlampen auf einen Blick
- 3.2 Aufzucht
  - 3.2.1 Blick hinter die Kulissen: Industrielle Großzuchtanlagen
    - 3.2.1.1 Neue Perspektiven dank LED
    - 3.2.1.2 Die Bedeutung von LED und die industrielle Nutzung
    - 3.2.1.3 LED-Energiesparwunder machen auch ökologisch Sinn
    - 3.2.1.4 Temperatureutral und energieeffizient
    - 3.2.1.5 LED-Stärke und Pflanzenabstand
    - 3.2.1.6 Ideale Wachstumsbedingungen durch Automatisierung
    - 3.2.1.7 Aeroponik und Hydroponik
- 3.3 Allgemeines
  - 3.3.1 Den Stromverbrauch-zuegeln
    - 3.3.1.1 Wofür wird Strom benötigt?
    - 3.3.1.2 Lüftung
    - 3.3.1.3 Heizung
    - 3.3.1.4 Beleuchtung
    - 3.3.1.5 Fazit
  - 3.3.2 Das optimale Licht
    - 3.3.2.1 Die Lichtleistung
    - 3.3.2.2 Das Spektrum
    - 3.3.2.3 Der wirtschaftliche Anbau
    - 3.3.2.4 Fazit
- 4. Spezielles
  - 4.1 Hanfpflanze – Arten, Wirkung, Gefährlichkeit, Verbote, Medizin
    - 4.1.1 Die Hanfpflanze – ein virtuoseres Multitalent

#### 4.1.2 Kleine Geschichte des Hanfs

#### 4.1.3 Allroundtalent Hanf

#### 4.1.4 Hanf – was ist das?

#### 4.1.5 Hanf als Rauschmittel

##### 4.1.5.1 Die Anregende – Cannabis sativa

##### 4.1.5.2 Die Entspannende – Cannabis indica

##### 4.1.5.3 Die Kleinwüchsige – Cannabis ruderalis

#### 4.1.6 Wie ist die gesetzliche Lage in Deutschland?

#### 4.1.7 Wie sieht es mit der Gefährlichkeit von Cannabis aus?

#### 4.1.8 Die Hanfpflanze im Dienste der Medizin

### 4.2 Pflanzenzucht: Growbox vs. Beet im Freien

#### 4.2.1 Vorbereitung ist alles

#### 4.2.2 Anbau im Freien, die kostengünstige Variante for Homegrowing

##### 4.2.2.1 1. - Unerwünschte Gäste fernhalten

##### 4.2.2.2 2. - Pflanzen gegen Wind und Wetter schützen

##### 4.2.2.3 Alle Vor- und Nachteile eines Grow-Freibeets

#### 4.2.3 Der Pflanzenanbau in der Growbox

##### 4.2.3.1 Der richtige Aufbau

##### 4.2.3.2 Ganzjährige Ernte im Haus

##### 4.2.3.3 Alle Vor- und Nachteile von Indoor-Growing

#### 4.2.4 Indoor- oder Outdoor-Anbau?

## 5. Konfigurator

### 5.1 Low-Budget, die minimalistische Lösung

#### 5.1.1 Bis 0,4 m<sup>2</sup>, 1 bis 4 Pflanzen

#### 5.1.2 Bis 0,8 m<sup>2</sup>, 4 bis 9 Pflanzen

#### 5.1.3 Bis 1,5 m<sup>2</sup>, 9 bis 15 Pflanzen

#### 5.1.4 Bis 2,25 m<sup>2</sup>, 16 bis 25 Pflanzen

#### 5.1.5 Mehr als 2,25 m<sup>2</sup> oder mehr als 25 Pflanzen

### 5.2 Middle-Budget, die wirtschaftliche Lösung

#### 5.2.1 Bis 0,4 m<sup>2</sup>, 1 bis 4 Pflanzen

#### 5.2.2 Bis 0,8 m<sup>2</sup>, 4 bis 9 Pflanzen

#### 5.2.3 Bis 1,5 m<sup>2</sup>, 9 bis 15 Pflanzen

#### 5.2.4 Bis 2,25 m<sup>2</sup>, 16 bis 25 Pflanzen

#### 5.2.5 Mehr als 2,25 m<sup>2</sup> oder mehr als 25 Pflanzen

### 5.3 High-Budget, die kompromisslose Lösung

#### 5.3.1 Bis 0,4 m<sup>2</sup>, 1 bis 4 Pflanzen

#### 5.3.2 Bis 0,8 m<sup>2</sup>, 4 bis 9 Pflanzen

#### 5.3.3 Bis 1,5 m<sup>2</sup>, 9 bis 15 Pflanzen

#### 5.3.4 Bis 2,25 m<sup>2</sup>, 16 bis 25 Pflanzen

#### 5.3.5 Mehr als 2,25 m<sup>2</sup> oder mehr als 25 Pflanzen

## 6. Nachwort

## 1. Vorwort

Dieser Ratgeber wurde erstellt, um einer wachsenden Nachfrage nach hochwertigen Informationen rund um den Innenraumanbau gerecht zu werden. Er richtet sich gleichermaßen an Amateure, Fortgeschrittene und - besonders in den Kapiteln zu technischen Fragen - an Profis.

In diesem Buch sind die Ratgebertexte aus dem Internetauftritt der Firma Growking® in leicht geänderter Form enthalten und übersichtlich zusammengestellt. Für tagesaktuelle Informationen besuchen Sie bitte:

<https://www.growking.de/>

Wir wünschen Ihnen nun viel Freude mit unserem Ratgeber sowie eine besonders füllige und blütenreiche Ernte.

Ihr Team der Firma Growking® & Chuck Lore

## 2. Pflanzen

### 2.1 Allgemeines

#### 2.1.1 Begriffsdefinition Pflanzenzucht bzw. Grow

Für die erfolgreiche Pflanzenzucht sind viele Faktoren maßgeblich beteiligt. Neben Feuchtigkeit, Substrat, Temperatur und Kohlendioxyd ist das Licht einer der wichtigsten Parameter, mit denen auf das Wachstum Einfluss genommen werden kann.

Während im Außenbereich die Sonne für die Beleuchtung zuständig ist, trägt beim Innenraumanbau der Gärtner die volle Verantwortung für das korrekte Licht. Er muss Intensität, Dauer und die spektrale Verteilung des Lichts steuern und optimieren, damit seine Aufzucht gelingt. Optimal ist das derzeit nur mit Pflanzleuchten auf LED-Basis möglich, weil nur diese es erlauben, ein spezielles Spektrum gezielt einzusetzen.

Im Detail sind es drei Prozesse, die durch das zugeführte Licht gesteuert werden können. Dies sind die Photosynthese, die Photomorphogenese und der Photoperiodismus.

##### 2.1.1.1 Photosynthese

Fast jeder hat schon einmal von dem Blattgrün Chlorophyll gehört. Es ist der Stoff, der in den Blättern der Pflanze für die Umwandlung von Licht und Kohlendioxyd zu Pflanzenmaterial verantwortlich ist. Die meisten Pflanzen stehen hauptsächlich zwei Chlorophylle in ihren Blättern zur Verfügung. Es ist das Chlorophyll a und das Chlorophyll b. Neben leichten chemischen Unterschieden fällt besonders das von Ihnen verwertete Spektrum ins Auge. Während

Lichtspektren im roten und blauen Bereich sehr gut verarbeitet werden, bleiben für die Photosynthese die gelb/grünen Bereiche nahezu unberücksichtigt. Diese sogenannte »Grünlücke« ist daher für die Farbe der Blätter verantwortlich, weil eben diese Farbe wegen der fehlenden Absorption reflektiert wird.

Doch damit nicht genug. Manche Pflanzen, also die sogenannten C3-Pflanzen, nehmen in der Hellphase Stoffe auf, die dann in der Dunkelphase im sogenannten Calvin-Zyklus weiter verarbeitet werden. Zahlreiche Pflanzen zählen zu diesem Typ, unter anderem Hafer, Reis und Hanf. Diese Pflanzen benötigen eine Dunkelphase, in der sie die Photosynthese abschließen können. Auch haben diese Arten eine Lichtsättigung, die bei den C4-Pflanzen fehlt. Unter Lichtsättigung versteht man den Zustand, in dem zusätzlich zugeführtes Licht nicht mehr verwertet werden kann, weil Stoffwechselprodukte nicht abgebaut werden können. Bei C3-Pflanzen führt dies zum Sauerstoffstreß, der die Pflanze ernstlich schädigen kann.

Denkt der Züchter nun über die soeben gewonnenen Erkenntnisse nach, versteht er, warum zum einen herkömmliche Leuchten nur suboptimal sein können und warum zum anderen eine Dauerbeleuchtung nicht sinnvoll ist. Dazu wird der Mythos, dass mehr Leistung automatisch mehr Ertrag bringt, entkräftet. Bis ungefähr 300 Watt Aufnahmeleistung bei LED-Spezialleuchten je beleuchteter Quadratmeter Fläche stimmt die Gleichung zwar, bei Leistungen darüber hinaus aber wird mehr Licht nicht zu gleichermaßen höheren Erträgen führen.

#### **2.1.1.2 Photomorphogenese**

Der Wuchs vieler Pflanzen richtet sich neben der zugeführten Lichtmenge auch nach dem Spektralbereich, in dem dieses Licht leuchtet. Durch zahlreiche Versuche wurde belegt, dass ohne einen Rotanteil im Licht die Blütenbildung verzögert einsetzt und dazu hinter den genetischen Möglichkeiten der Pflanze zurück bleibt. Dazu führen viele Blauanteile zu einem kompakten und gedrängten Wuchs, was gelegentlich durchaus erwünscht ist. Rotlastiges Licht hingegen lässt die Pflanze hoch wachsen und sorgt für üppige Blütenstände, auch das ist mitunter erwünscht.

Der Grower hat also mit der Auswahl des verwendeten Lichts ein sinnvolles Werkzeug, um Wuchs und Blütenbildung zu beeinflussen. Geschickt eingesetzt wird die Ernte deutlich besser ausfallen, als ohne Berücksichtigung dieses Sachverhaltes.

#### **2.1.1.3 Photoperiodismus**

Zahlreiche Pflanzen richten ihren Lebenszyklus nach der Tageslänge aus. Das hat den Vorteil, dass z. B. die Blüte erst dann eingeleitet wird, wenn die richtige Jahreszeit dafür gekommen ist. Mehrjährige Pflanzen berücksichtigen dabei sogar die vorangegangene Zeit und blühen z. B. erst, nachdem eine Anzahl langer Tage den kurzen Tagen vorausgegangen ist. So wird zwischen kurzen Tagen im Frühjahr und im Herbst unterschieden.

Je nach Pflanzenart wird diese also erst dann blühen, wenn genügend Licht vorhanden ist oder aber, wenn sich das Jahr dem Ende neigt. Hanf ist ein



typischer Vertreter der Kurztagpflanzen, weil er erst zu blühen beginnt, wenn er zum einen ein bestimmtes Alter hat und zum anderen die Tage kürzer werden. Die Grenze liegt bei ungefähr 13,5 Stunden Lichtzufuhr täglich, allerdings reicht dann schon eine kurze Unterbrechung der Dunkelphase aus, um die Blütenbildung zu unterdrücken. Meist wird der Züchter daher die Pflanzen nach der vegetativen Phase im Wechsel zwölf Stunden beleuchten und zwölf Stunden im Dunkeln stehen lassen.

#### **2.1.1.4 Fazit**

Durch die Auswahl des korrekten Spektrums und einer angemessenen Leistung werden das Aussehen und die Größe der Pflanze im besonderen Maße mitbestimmt. Wird dann die Blüte durch Lichtverknappung eingeleitet, sollte zusätzlich ein Spektrum mit erhöhtem Rotanteil verwendet werden, um die Ernte bei speziellen Pflanzen ohne zusätzliche Kosten deutlich zu erhöhen.

#### **2.1.2 Pflanzenschädlinge – Übersicht & Maßnahmen zur Bekämpfung**

Pflanzenschädlinge sind ein Ärgernis bei der Zucht von Nutz- und Zierpflanzen. Sie können die harte Arbeit binnen Tagen und Monaten zunichte machen, wenn nicht ausreichend schnell gehandelt wird. Glücklicherweise lassen sich alle Schädlinge bekämpfen und umso besser gelingt dies, wenn sie früh erkannt werden.

Pflanzenschädlinge sind selten ein Zeichen von Vernachlässigung, sondern können in vielen verschiedenen Formen einfach auftreten – eingeschleppt, von anderen Pflanzen übertragen, von außen eingewandert oder sprichwörtlich »wie aus dem Nichts«. Vitale Pflanzen leiden unter ihnen und zeigen schon schnell Anzeichen der Schwächung.

##### **2.1.2.1 Allgemeines zur Schädlingsbekämpfung bei Pflanzen**

Pflanzenschädlinge lassen sich meist nur direkt erkennen, wenn sie an Blättern oder Trieben parasitieren. Wurzelschädlinge zeigen sich dennoch auch in Symptomen oder beim Gießen.

Wenn die Pflanze Blätter einrollt, fleckig wird, einzelne Teile verwelken oder andere Zeichen mangelnder Gesundheit auftreten, sollte sie untersucht werden. Hierfür kommen eine Lupe und gutes Licht – auch zu erreichen mittels einer guten Pflanzenlampe – in Betracht. Werden Schädlinge erkannt, sollte die Pflanze für die Dauer der Bekämpfung fernab von den anderen Pflanzen stehen, um ein Übersiedeln zu verhindern.

Gerade beim gezielten Anbau von Zimmerpflanzen in Reihen besteht dieses Risiko.

Der erste Schritt ist bei oberirdisch parasitierenden Pflanzenschädlingen immer ein kräftiges Abspülen der Pflanze, das mehrfach alle paar Tage wiederholt wird. Dabei sollten Topf, Erde und Stamm in Plastikfolie verpackt werden, um ein Ausschwemmen der Erde zu verhindern. Die Blattunterseiten sollten beim kräftigen Abspülen besonders beachtet werden.

Wärme und trockene Luft befeuern zudem die Entwicklung vieler gleich angesprochener Parasiten. Eine hochwertige Pflanzenbeleuchtung ist also

besser geeignet, da sie die Luft nicht so sehr aufheizt. Zudem sollte der Raum auch befeuchtet sein – beispielsweise durch Wasserschalen – und gleichzeitig genügend Belüftung erfahren.

Gesundheitlich unbedenkliche Mittel sind starken Giften bei der Bekämpfung der Schädlinge vorzuziehen. Es kann der Fall auftreten, dass dies allerdings nicht genügt. Entsprechend können potentere Pflanzenschutzmittel notwendig werden. Sie sollten nach Möglichkeit allerdings ungefährlich für Bienen sein, insofern die Pflanzen draußen stehen und blühen.

Sollten die vorgestellten Maßnahmen also scheitern, kann zu Spritzmitteln oder Pflanzenschutzmittelstäbchen gegriffen werden. Für alle oberirdisch lebenden Parasiten eignen sich Spritzmittel auf Ölbasis, da diese die Schädlinge ersticken. Vorsicht ist dennoch an den Blattunterseiten geboten, da diese Mittel auch die Spaltöffnungen der Blätter verkleben können.

Systemisch wirkende Mittel sind Gifte, die in der Pflanze durch eine Aufnahme über die Wurzeln verteilt werden. Entsprechend erreichen sie auch versteckt lebende Schädlinge.

#### **2.1.2.2 Blattläuse, Schildläuse und Wollläuse**

Alle drei haben gemeinsam, dass sie die Pflanze anstechen und ansaugen. Dies schwächt vor allem junge Triebe, kann mit der Zeit aber zum Absterben älterer Pflanzenteile führen. Diese Schädlinge sind also besonders gefährlich im Bezug auf die Blütenbildung und das Wachstum junger Pflanzen. Zudem scheiden sie Honigtau aus – welcher gern von Schimmel befallen wird.

Nach dem obligatorischen Abduschen der Pflanzen, können diese auch für einige Stunde unter Wasser getaucht werden. Dabei sollte der Erdballen wasserdicht verpackt werden. Blattläuse ertrinken innerhalb von zwei bis drei Stunden, Schildläuse – zu erkennen an den dunklen Ausbuchtungen an Stamm und Ästen von wenigen Millimetern Größe – können diese Prozedur überleben. Wollläuse ertrinken oder verkleben mit der von ihnen ausgeschiedenen »Wolle«.

Anschließend sollten vorhandene Leichen und Rückstände der drei saugenden Arten abgewischt werden. In Alkohol getränkte Wattestäbchen lösen dabei auch die Schilde der Schildlaus effizient. Ein erstes Überwischen aller Pflanzenteile kann auch mit einem Lappen, der in einer Alkohol- oder Seifenlauge getränkt wurde, erfolgen. Pflanzen reagieren allerdings unterschiedlich auf das Abwischen.

Dadurch werden zudem einige Larven und Eier entfernt – aber nicht alle.

Entsprechend sollte diese Prozedur für mindestens zwei Wochen alle paar Tage wiederholt werden, damit auch alle Tiere der nächsten Generation vor Eintritt der Geschlechtsreife vernichtet werden.

#### **2.1.2.3 Spinnmilben**

Spinnmilben gehören zu den gefährlichsten Pflanzenschädlingen, denn den Befall sieht man häufig erst, wenn es fast schon zu spät ist. Blätter entfärben sich mit der Zeit, da die Milben, die weiß, rot oder gelb sein können, diese, Zelle für Zelle, von der Blattunterseite her aussaugen. Die Schädlinge lieben auch junge

Triebe und lassen diese durch das Aussaugen verkrüppeln. Zu den namensgebenden Gespinsten kommt es erst bei fortgeschrittenem Befall. Gerade Spinnmilben profitieren von einer übermäßig warmen Pflanzenbeleuchtung, da sie es heiß und trocken mögen. Vor dem kräftigen Abspülen und Abwischen, kommt eine Kur aus Seifenlaugen- und Alkoholmischungen infrage. Hierfür werden jeweils 30 ml Spülmittel und 30 ml Reinigungsalkohol in einen Liter Wasser gegeben. Die Lösung wird aufgesprüht, wobei Blattunterseiten besonders zu berücksichtigen sind. Alternativ kann die Pflanze auch für mindestens vier Tage luftdicht verpackt werden. Die entstehende Luftfeuchtigkeit ist Gift für den Schädling. Allerdings ist dieses Verfahren riskant, denn es fördert die Schimmelbildung. Alle Maßnahmen haben den Nachteil, dass sie nicht die Eier betreffen. Systemisch wirkende Pflanzenschutzmittel sollten also eingesetzt werden, wenn Interesse besteht, die Pflanze zu retten. Sie sollten für mindestens vier Wochen angewendet werden – auch wenn kein Befall mit bloßem Auge mehr zu sehen ist. Verschiedene Sprays und andere Mittel sollten kombiniert werden, da einige Exemplare die jeweiligen Gifte besser vertragen als andere. Ultima Ratio ist im Falle eines Spinnmilbenfalls das Entsorgen der Pflanze durch Verbrennung. Einem Befall vorbeugend ist hingegen eine ausreichend hohe Luftfeuchtigkeit. Gerade im Winter, wenn geheizt wird, sollte diese also sichergestellt werden. Ein Herunterregulieren von Pflanzenlampen, die das Wachstum beschleunigen sollen, ist der Gefahr eines Spinnmilbenbefalls daher vorzuziehen.

#### **2.1.2.4 Thripse**

Sie zeigen ein ähnliches Schadbild wie Spinnmilben, aber es kommen noch die schwarzen Flecken an den Blättern hinzu. Insgesamt sind Thripse harmlos: Sie halten sich vor allem an den Blattunterseiten auf und saugen an den Blättern. Ein Abduschen der Pflanze mit lauwarmen Wassern beseitigt sie effektiv, wenn dies über mehrere Wochen wiederholt wird. Wichtig ist, dass die Erde dabei bedeckt ist, da die Thripse sonst einfach wieder in den Topf fallen. Die Pflanze wird einmal wöchentlich so oft gewaschen, bis keine Rückstände der kleinen Schädlinge mehr zu sehen sind.

Ausnahmen treten in den Fällen auf, in denen die länglichen, kaum zwei Millimeter langen Tiere sich bereits in Blättern oder Blattspalten eingeknistert haben: Hier helfen meist nur systemische Präparate.

#### **2.1.2.5 Minierfliegen**

Die Larven der Minierfliege zeigen ein ganz typisches Schädlingbild: Feine, unregelmäßige Gänge in den Blättern, die gut sichtbar sind. Betroffene Blätter können einfach abgerissen und verbrannt werden. Meist verbreitet sich dieser Schädling nur sehr lokal in der Pflanze, was alle anderen Methoden zur Bekämpfung überflüssig macht.

Systemisch wirkende Gifte müssen nur eingesetzt werden, wenn die meisten Blätter befallen sind und befürchtet wird, dass die Pflanze das Rupfen aller Blätter nicht übersteht.

### **2.1.2.6 Trauermücken**

Trauermücken sieht der Pflanzenzüchter indirekt, denn beim Gießen steigen die adulten Exemplare auf. Gefährlich sind für die Pflanze allenfalls die Larven, denn sie leben in der Erde und nagen an den feinen Wurzeln. Schäden für die Pflanze entstehen erst nach einiger Zeit, aber sie wird in den Wachstumsphasen gehemmt. Staunässe mögen die Trauermücken dabei besonders gern. Sämlinge, die in der Nähe befallener Pflanzen wachsen, sterben durch einen Befall schnell ab, da die jungen Wurzeln gefressen werden, was zu einem Absterben der Pflanzen führt. Fein säuberliches Pikieren und Umtopfen, sind die besten Maßnahmen gegen den Befall, wobei die Wurzeln dabei gründlich abgespült werden müssen. Das Substrat sollte vollständig ausgetauscht werden. Es ist möglich, das Substrat bei Pflanzen, die nicht umgetopft werden können, mit handelsüblichem Insektenspray zu besprühen (im Freien). Dabei muss aber die Pflanze selbst in eine Tüte verpackt werden, da entstehende Gase kühlend wirken und die Pflanze schädigen. Diese Prozedur sollte alle paar Tage wiederholt werden, bis beim Gießen auch für ein paar Tage keine aufsteigenden Trauermücken mehr zu sehen sind.

### **2.1.2.7 Wurzelälchen und Blattälchen**

Sieht die Pflanze ungesund aus und entwickelt sich nicht weiter, können, insofern keine anderen Schädlinge gefunden werden, die Wurzelälchen schuldig sein. Sie leben zwischen den Zellen der Pflanzenwurzeln und lassen diese durch abfaulen und durch Verkrüppelungen funktionslos werden.

Die einzige Rettung der Pflanze ist das Erzeugen von Stecklingen der oberirdischen Teile. Substrat und restliche Pflanzenteile müssen entsorgt werden. Blattälchen parasitieren hingegen in den Blättern und Blattstängeln. Die Symptomatik besteht in glasigen Stellen an den Blättern, die schließlich braun werden.

Einzelne befallene Blätter können entfernt werden. Zudem sollte das Gießen der Pflanze für einige Zeit eingestellt werden (solange, wie sie es verträgt), da die Nematoden sich im Wasser fortbewegen. Stark befallene Pflanzen sollten vernichtet werden.

### **2.1.2.8 Weiße Fliegen**

Die Weiße Fliege ist ein Verwandter der Blattlaus, kann allerdings fliegen und sich so schnell verbreiten. Sie mag es warm und feucht (ab 23 Grad Celsius bei mehr als 70 Prozent Luftfeuchtigkeit gedeiht sie am besten) und saugt an den Blattunterseiten, wodurch sie gelbe Flecken hinterlässt. Die Tiere sind gut zu sehen, denn sie fliegen los, wenn sie gestört werden.

Erfolge gegen diesen Schädling versprechen Gelbsticker (Insektenklebefallen) und systemische Gifte.

### **2.1.3 Indoor-Pflanzenaufzucht mit LED-Beleuchtung**

Bei der Aufzucht von Pflanzen spielen viele Faktoren eine Rolle. Neben Wasser und Nahrung brauchen die zarten Lebewesen vor allem genug Licht. Aber welches? Elektromagnetische Strahlung umfasst eine ganze Palette von

Spektren, die teilweise sichtbar, teilweise aber auch unsichtbar sind. Wie die richtige Bestrahlung das Wachstum beeinflusst und welche LED Growlampe die richtige für spezielle Zwecke ist, zeigt die folgende ausführliche Übersicht.

#### **2.1.3.1 Kleine Einführung – LED als Ersatz für die Sonne**

Alle Lebewesen sind vom Licht der Sonne abhängig. Pflanzen nutzen die Energie zur Photosynthese und wandeln so Kohlenstoff in Sauerstoff um. Die Sonne spendet Leben in Form von elektromagnetischer Strahlung, die wir auf der Erde als sichtbares Licht wahrnehmen. Jede Lichtquelle strahlt Licht in unterschiedlichen Wellenlängen aus, die als unterschiedliche Farben wahrgenommen werden. Tropische Pflanzen, wie die Cannabispflanze, sind auf viel Licht im blauen und roten Bereich angewiesen, das lässt sich mit LED-Lampen gut bereitstellen. Die LED-Pflanzenlampen strahlen ihr Licht mit unterschiedlicher Leistung aus und können den wechselnden Ansprüchen der heranwachsenden Pflanzen auf diese Weise bestens gerecht werden.

#### **2.1.3.2 Die richtige Farbe für die Indoor-Pflanzenaufzucht**

Bei der Einrichtung einer Homegrow-Anlage ist die richtige Beleuchtung das A und O. Die effektiven LED-Growleuchten haben sowohl rote als auch blaue Farbanteile. Beide Spektralfarben sind für das optimale Wachstum von großer Bedeutung. Das für das menschliche Auge violett und ungemütlich erscheinende Licht ist die perfekte Grundlage für ein üppiges Wachstum der Pflanzen. Gelbes und grünes Licht hingegen wird von den Pflanzen kaum genutzt. Beim Indoor-Growing sollte also darauf geachtet werden, dass die Pflanzen vorwiegend mit Blau- und Rotlicht bestrahlt werden. Neugierige Blicke werden mit speziellen Grow-Boxen abgehalten, die ein eigenes Biotop für die Pflanzen bilden. Mit künstlichem Licht können auch wegen der längeren Beleuchtungszeiten deutlich bessere Ergebnisse erzielt werden als wie es im Freilandanbau möglich ist. Quantität und Qualität der Ernte verbessern sich deutlich mit der optimalen Abstimmung der Beleuchtung.

#### **2.1.3.3 Sichtbare und unsichtbare Wellen**

Sofern das Sonnenlicht nicht durch atmosphärische Teilchen gebrochen wird, erscheint es für das menschliche Auge weiß. Partikel in der Luft wirken wie Linsen und können das Licht in seine einzelnen Farbspektren brechen. Das ist besonders gut bei Regenbögen zu beobachten, aber auch die rote Farbe der Sonne bei ihrem Untergang ist auf diesen Effekt zurückzuführen. Neben diesen sichtbaren Spektralfarben gibt es aber auch für das menschliche Auge unsichtbare Wellenlängen wie die Ultraviolette Strahlung (kurz UV), Mikrowellen oder Infrarotstrahlung (kurz IR).

#### **2.1.3.4 UV-Licht für Pflanzen**

Wie Pflanzen sind auch die meisten Wirbeltiere vom Licht abhängig. UV-A und UV-B Strahlung werden vom Körper benötigt, um überlebenswichtige Vitamine zu produzieren. Für Pflanzen gilt das allerdings nicht, ihre Photosynthese funktioniert völlig unabhängig von UV-Strahlung. Wissenschaftliche Studien belegen, dass UV-Strahlung den meisten Pflanzen ausschließlich schadet. Für

die Aufzucht von Indoor-Pflanzen, wie zum Beispiel Hanf, ist ein ähnlich hoher UV-Anteil wie im Sonnenlicht hinderlich. Dennoch emittieren hochwertige LED-Pflanzenleuchten einen kleinen Teil ultravioletter Strahlung. Diese unterdrückt Schimmelbildung und trägt mit dazu bei, dass die Pflanzen gesund bleiben.

#### **2.1.3.5 Infrarot als Wärmestrahler**

Bei kleinen Growboxen und Wohnzimmerpflanzen heizt sich die Umgebung in der Regel ausreichend auf, um ertragreiche Pflanzen aufzuziehen. Umfasst die Homegrow-Aufzucht aber mehrere Pflanzen auf großem Raum, ist es oft nicht leicht, die Temperatur zu halten. Hanfpflanzen fühlen sich in tropischer Atmosphäre über 20° Celsius wohl. Als Alternative zur althergebrachten Heizung bietet sich eine Beheizung mit Infrarotleuchten an. Die Pflanzen nehmen durch die Strahlung keinen Schaden und werden schonend auf die Temperatur gebracht, bei der sie optimal wachsen.

#### **2.1.3.6 Wachstumsphasen und Farben**

In ihren einzelnen Wachstumsphasen bevorzugen Pflanzen unterschiedliche Farbspektren. Vorwiegend blaues Licht ist ideal für die Vorblütezeit und wird daher bei der Aufzucht von Keimlingen und heranwachsenden Pflanzen verwendet. Rotlastiges Licht lässt nach der vegetativen Phase die Blüten besonders voluminös gedeihen. Die meisten LED-Growlampen sind in einer Allround-Variante mit beiden Spektralfarben erhältlich, sodass keine Anpassungen nötig sind. Die erforderliche Leistung der Leuchte richtet sich nach der ausgeleuchteten Fläche. Moderne LED-Lampen leuchten einen Quadratmeter mit rund 200 Watt vollständig aus.

## **2.2 Aufzucht**

### **2.2.1 Die Anzucht mittels Samen und Stecklingen**

Vor dem Genuss steht meist die Arbeit, das ist im eigenen Garten nicht anders. Egal was angebaut werden soll, am Anfang eines jeden Pflanzenlebens steht die Keim- und Aufwuchsphase.

Eine Ausnahme sind Pflanzen, die aus Stecklingen gezogen werden. Diese sind genetisch identisch mit der Mutterpflanze. Wenn eine bereits aufgezogene Sorte ohne Qualitätsänderung und ohne Kosten für Saatgut weiter kultiviert werden soll, ist diese Art der Vermehrung ideal.

Im Folgenden wird die Aufzucht spezieller Pflanzen aus einem Samenkorn, aus einem Steckling und die Kultivierung einer Mutterpflanze detailliert beschrieben.

#### **2.2.1.1 Aufzucht aus einem Samenkorn**

Beginnen wir mit der Beschreibung einer traditionellen Aufzucht. Dazu wird das Samenkorn mit der Spitze nach unten etwa fünf Millimeter tief in befeuchtete, mager gedüngte Erde gedrückt. Wichtig ist neben der Feuchtigkeit, dass das Korn völlig im Dunkeln liegt und die Umgebungstemperatur nicht unter 16 Grad Celsius fällt.

Alternativ zu dem Keimen im Boden kann der Samen auch in einem befeuchteten Papiertaschentuch eingeschlagen werden. Er wird genauso gut aufgehen, wie im Erdreich. Besonders für eine Aufzucht in Hydrokultur ist diese Art der Keimung besser geeignet.

Ist die Umgebung ausreichend feucht und stimmt die Temperatur, dann bricht das Samenkorn binnen weniger Tage auf. Sorgen über die Keimfähigkeit sollte sich der Gärtner erst machen, wenn nach zehn Tagen kein Keimblatt zu sehen ist. Fehlt nach vierzehn Tagen immer noch jede Spur von einem Keimling, hat das Samenkorn seine Keimfähigkeit wahrscheinlich verloren.

Am Anfang ist die junge Pflanze noch sehr empfindlich. Sie verträgt kein direktes Sonnenlicht und muss gegebenenfalls gestützt werden, damit sie nicht umknickt. Erst wenn das zweite Blattpaar erkennbar ist, kann die zugeführte Lichtmenge nach und nach erhöht werden. Ist ein eigener Aufzuchtsschrank vorhanden, wird die junge Pflanze die erste Zeit im Schatten der Älteren gestellt. Fehlen diese, ist der größtmögliche Abstand von der Pflanzleuchte der richtige Platz. Die weitere Aufzucht ist identisch mit der aus Stecklingen und wird weiter unten näher erklärt.

#### **2.2.1.2 Aufzucht aus einem Steckling**

Hat der Gärtner nun seine Lieblingssorte gefunden, möchte er diese natürlich weiter kultivieren. Dazu schneidet er einen mindestens zehn Zentimeter langen Trieb von der Mutterpflanze unterhalb eines Nodus (Sprossknoten) ab. Nach dem Entfernen der unteren Blätter wird dieser in PH-neutrales Wasser eingesetzt, Regenwasser ist dazu ideal. Nach einiger Zeit treibt der Trieb aus und wird dann umgepflanzt. Um das Austreiben zu beschleunigen, ist ein Wurzelstimulator dienlich, aber nicht unbedingt nötig.

Bleiben die Wurzeln aus, was bei jungen Mutterpflanzen durchaus einmal geschehen kann, ist Geduld gefragt. Meistens kommen sie, wenn die Pflanze ins Erdreich gesetzt wurde, dann doch noch. Besonders wenn sich an den Trieben kleine Knötchen gebildet haben, ist die Wahrscheinlichkeit recht hoch.

Für eine Zucht in Hydrokultur ist es hilfreich, die Stecklinge in feuchte Steinwolle zu setzen. Sie treiben dann besser und können nach der Wurzelbildung problemlos überführt werden.

#### **2.2.1.3 Kultivierung einer Mutterpflanze**

Hat der Gärtner seine Lieblingssorte gefunden, möchte er diese natürlich weiterhin kultivieren. Dazu wird eine Pflanze an der Blüte gehindert, das geschieht bei normalen Sorten durch eine Verkürzung der Dunkelphase bzw. Verlängerung der Hellphase. Wird diesen speziellen Pflanzen mehr als 14 oder 15 Stunden täglich Licht zugeführt, optimal sind 16 Stunden, werden sie nicht blühen. Ausgenommen sind selbstblühende Arten, diese müssen immer wieder neu aus einem Samenkorn herangezogen werden.

Optimal ist übrigens die Haltung einer Mutterpflanze unter blauem Licht. Sie wird exzellent wachsen und stämmige Seitentriebe bilden, die dann geschnitten und unter normalen Licht zur Blüte gebracht werden können. Das ist möglich, weil die Stecklinge das gleiche chronologische Alter der Mutterpflanze haben. Ist diese

älter als rund vier Monate, sind die geschnittenen Seitentriebe sofort nach der Wurzelbildung, für die nach dem Einpflanzen etwa zwei bis drei Wochen Zeit nötig ist, zur Blüte bereit. Dazu werden sie nur noch zwölf Stunden täglich dem Licht ausgesetzt und binnen weniger Tage beginnt die Blütezeit, mehr dazu im nächsten Kapitel.

#### **2.2.1.4 Wachstum und Reife**

Die Stecklinge haben Wurzeln geschlagen oder der Keimling hat sein drittes Blattpaar ausgebildet. Nun befindet sich die Pflanze in einem Stadium, das sich vegetative Phase nennt. In dieser Phase bilden die Pflanzen aus dem Kohlendioxyd der Luft, den Nährstoffen aus dem Substrat und dem Licht Pflanzenmaterial. Also Wurzeln, Seitentriebe und Blätter. Sie wachsen zuweilen sehr schnell, das ist sortenabhängig. In dieser Zeit sollte der Gärtner für ausreichend Dünger sorgen und sicherstellen, dass seine Lieblinge genügend Licht bekommen. Optimal sind 16 bis 18 Stunden täglich. Mehr Licht kann die Pflanze nicht aufnehmen, weil sie eine Dunkelperiode benötigt, um den Stoffwechsel komplett abzuschließen. Weniger Licht wird dazu führen, dass die Blütenbildung eingeleitet wird, was nicht immer gewünscht wird. Ausnahmen sind auch hier die Fälle, in denen so viele Steckling zur Verfügung stehen, dass diese auf kleinem Raum zur Blüte gebracht werden.

Die vegetative Phase dauert so lange, bis die Blütenbildung eingeleitet wird. Manche Sorten werden aber ab einem bestimmten Alter langsamer wachsen, das ist kein Beinbruch. Wenn die Pflanze auch nicht mehr so schnell wächst, sie speichert dennoch Nährstoffe und bereitet sich auf die Blüte vor. Ist es dann soweit, dann wird nach der Vorblüte, die rund eine Woche dauern kann, die eigentliche Blüte beginnen. Ab diesem Punkt ist es kaum mehr möglich, die Pflanze zurück in die vegetative Phase zu leiten, was auch meist nicht gewünscht wird. Wer es doch machen möchte, der sollte es ausschließlich mit Blaulicht versuchen, dieses hat eine besondere Wirkung und ist für die vegetative Phase ideal. Blühende Pflanzen hingegen bevorzugen rotes Licht, das zu ausgeprägten Blütenständen führt. Wer allerdings genau eine Leuchte hat, der ist mit einem Spektrum von 25% blauem Licht und 75% rotem Licht gut beraten. Sogar eine Tageslichtlampe auf LED-Basis wird gute Ergebnisse hervorrufen, die Pflanzen wachsen ja auch unter Sonnenlicht hervorragend.

Die meisten der besprochenen Pflanzen blühen rund acht Wochen, ehe sie bereit zur Ernte sind. In der ersten Woche zeigen sich bei den weiblichen Pflanzen erste feine Blütenhärchen und das Wachstum verlangsamt sich. Danach erscheinen erste kleine Blüten, das Wachstum stagniert weiter. Männliche Pflanzen sollten nun aussortiert werden, sie würden die Produktion des begehrten Harzes bei den weiblichen Pflanzen nach der Befruchtung drosseln. In der dritten Woche ruht das Wachstum der Pflanze endgültig, es wird alle Energie in die Ausbildung von Blütenständen gesteckt. Deutlich ausgebildete Blüten und ein markanter Geruch zeigen die fünfte Woche an, die Ernte naht. Ab der siebten Woche sind manche Sorten bereits reif. Dies erkennt der Gärtner an den dunkel



verfärbten Blütenhärchen und den milchigen Trichomen. Die Blüten glitzern zudem wie mit Eis überzogen, die Erntezeit ist da. Spätestens in der achten Woche nach dem Einsetzen der Blüte ist die Pflanze reif. Wenn sie nicht binnen weniger Tage geerntet wird, war die Arbeit vergebens, weil sich die Qualität des Harzes tagtäglich verschlechtert.

### **2.2.2 Das Klonen von Pflanzen**

Viele Züchter möchten von Ihren Pflanzen so etwas Ähnliches wie Kopien haben. Diese sollen möglichst die gleichen Eigenschaften wie die Mutterpflanze besitzen und im günstigsten Fall kostenlos sein.

Zwar ist ganz umsonst nicht möglich, aber es gibt eine sehr günstige Methode, um von einer Pflanze, die nicht selbstblühend sein darf, genidentische Kopien heranzuziehen.

Wie das geht, das wird im Folgenden beschrieben.

#### **2.2.2.1 Klonen – so wird's gemacht**

Typischerweise wird für das Klonen einer Pflanze ein Ableger geschnitten. Dieser sollte mindestens zehn Zentimeter lang sein und am Ende ein Nodium (Stängelknoten am Blattansatz) aufweisen.

Ideal sind die Pflanzenspitze oder ausgeprägte Äste, die optisch gesund und stark erscheinen. Auch muss die Pflanze ein gewisses Mindestalter, das oft um die drei Monate herum liegt, haben, sonst wurzeln die Stecklinge nicht. Nachdem die Ableger geschnitten wurden, werden die Blätter an dem Nodium entfernt und der Stängel möglichst schnell in klares Wasser gestellt.

Gut geeignet ist Regenwasser, weil das den richtigen PH-Wert (saurer oder basischer Charakter einer Lösung) hat. Die Stecklinge werden dann unter einer Frischhaltefolie oder in ein kleines Treibhaus gestellt. Gut geeignet sind auch klare Plastikflaschen, die in der Mitte geteilt wurden, darunter hält sich die nötige Feuchtigkeit sehr gut. Wer möchte, der kann noch etwas Wurzelaktivator hinzugeben, aber der ist nicht unbedingt nötig. Mutige Züchter pflanzen ihre Stecklinge gleich in Erde oder spezielle Anzuchtböden, was bei manchen Pflanzen auch sehr gut funktioniert. Nach sieben bis vierzehn Tagen im Wasser bilden sich die ersten Würzelchen, die je nach Pflanzenart und Sorte mehr oder weniger ausgeprägt sind. Sobald diese erscheinen, können die noch sehr empfindlichen Pflanzen umgepflanzt werden.

#### **2.2.2.2 Was zu beachten ist**

Wichtig ist, dass der Züchter nicht ungeduldig wird. Manche Pflanzen brauchen länger, um Wurzeln zu bilden. Auch ist es oft so, dass ein falscher PH-Wert das Wurzeln verhindert oder verzögert.

Doch sobald die ersten Knötchen oder gar Härchen erkennbar sind, kann die Pflanze umgetopft werden. Übrigens hat der Steckling nicht nur die gleichen Gene wie die Mutterpflanze, er hat sogar das gleiche chronologische Alter. Das ist für manche Pflanzen sehr wichtig zu wissen, weil zum Beispiel die Blütenbildung erst ab einer bestimmten Reife möglich ist.

Ist also die Mutterpflanze aufgrund ihres Alters reif für die Blüte, sind es die Stecklinge ebenso. Um das Austrocknen zu verhindern, werden allzu große Blätter gerne entfernt. Damit wird allerdings auch der Druck zur Wurzelbildung gesenkt, hier muss der Züchter einen Mittelweg finden. Gerne wird in der Praxis nach dem erfolgreichen Anschlagen der Stecklinge die Mutterpflanze ihrer gedachten Verwendung zugeführt. Andere hingegen züchten die Stecklinge weiter und halten die Mutterpflanze lange Zeit für die Klone bereit. Einen goldenen Weg gibt es nicht, beide Ansätze sind korrekt und gangbar.

### **2.2.3 Die Wachstumsphasen im Überblick**

Jede blühende Pflanze, deren Lebenszyklus mit der Blüte endet, durchläuft grob gesagt vor der Ernte drei Phasen. Jede dieser Phasen hat seine Besonderheiten, die in den folgenden Kapiteln beleuchtet werden.

#### **2.2.3.1 Die Keimlings- und Stecklingsphase**

Nach dem Aufgehen des Saatkorns ist die Pflanze noch sehr empfindlich. Sie verträgt nur wenig Licht und benötigt ein nährstoffarmes Substrat, in dem sich die Wurzeln weiter entwickeln können. Gleiches gilt für junge Setzlinge. Auch sie drohen zu verdorren und bereiten sich erst langsam auf die kommenden Phasen vor.

Beim Innenraumanbau werden die jungen Gewächse unter anderen Pflanzen in den Schatten gestellt oder in eine separate Anzuchtsbox verbracht. Die Beleuchtungsdauer liegt zwischen 16 und 18 Stunden, allerdings ist unbedingt darauf zu achten, dass die Lichtmenge nicht zu hoch ist. Eine LED-Pflanzleuchte, die ihr Licht vorzugsweise im blauen Bereich emittiert, ist mit 50 Watt ausreichend dimensioniert, um einen halben Quadratmeter mit genügend Licht auszuleuchten.

Zeigt der junge Keimling sein viertes Blattpaar, geht seine Kindheit vorüber und die vegetative Phase beginnt. Analog dazu entwickeln Stecklinge nun neue Seitentriebe und ihr Wachstum ist unübersehbar.

#### **2.2.3.2 Die vegetative Phase**

Mit dem Anschlagen des Stecklings bzw. dem fortgeschrittenen Wachstum des Keimlings kommt die Pflanze in ihre mittlere Lebensphase. In dieser Zeit möchte sie so viel Pflanzenmaterial wie nur eben möglich bilden. Dazu braucht sie neben zahlreichen Nährstoffen viel Licht. Ideal ist auch hier ein blaulastiges Spektrum, das hilft zu einem kompakten, dichten Wuchs.

Neben dem Spektrum muss auch die Leistung der Leuchte zu der Wachstumsphase passen. Optimal sind LED-Pflanzleuchten mit 300 Watt Aufnahmeleistung je ausgeleuchtetem Quadratmeter Grundfläche. Die Lichtsättigung von Sonnenpflanzen wird auf dieser Fläche mit LED-Lampen, die etwa 600 Watt aufnehmen, erreicht. Installationen mit höherer Leistung müssen mit Kohlendioxyd begast werden, damit das Licht verwertet werden kann.

Das Ende der vegetativen Phase lässt sich nicht immer exakt festlegen. Manche Pflanzen entwickeln sich tageslichtabhängig und werden bei entsprechend langer Beleuchtung in diesem Stadium verharren. Erst wenn die tägliche

Beleuchtungsdauer unter dem kritischen Wert von vierzehn Stunden sinkt, wird die Blüte eingeleitet. In der Praxis haben sich Werte von zwölf Stunden Licht zu zwölf Stunden Dunkelheit bewährt. Das stellt sicher, dass auch kurzzeitige Lichteinwirkung in der Dunkelphase die Blüte nicht gefährdet.

### **2.2.3.3 Die Blüte**

Endlich ist es so weit, die letzte Lebensphase der geliebten Schätzchen hat begonnen. Was, so fragt sich der Grower mit Recht, kann nun getan werden, um das Ergebnis zu maximieren? Darauf gibt es keine allgemeingültige Antwort, zu unterschiedlich sind die Ansprüche der Pflanzen in dieser Zeit. Doch zwei Dinge sind immer gleich und sollten beachtet werden.

Zum einen ist da die Frage nach dem richtigen Dünger. Am besten werden nun deutlich weniger Stickstoff, aber weiterhin ausreichend Mineralien, zugeführt. Weil die Pflanze kaum noch wächst, ist nun der Bedarf an Nährstoffen deutlich geringer als in der vegetativen Zeit.

Die andere Frage ist die nach dem korrekten Licht. Hier fällt die Antwort eindeutig aus, die Pflanze benötigt deutlich mehr rotes Licht, als in ihrem vorherigen Leben. Auch wenn die Photosynthese mit blauem Licht weiterhin unverändert aktiv fortgesetzt wird, so hilft das rote Licht der Blütenbildung sehr.

### **2.2.3.4 Der Erntezeitpunkt**

Am Ende der Blütezeit steht die Ernte. Der richtige Zeitpunkt dazu ist eine Frage, die unerwartet einfach zu beantworten ist. Bei harzhaltigen Blütenständen wird die Reife durch die Farbe der Stempel leicht erkennbar. Wenn diese zur Hälfte dunkel verfärbt sind, ist die Pflanze bereit.

Zusätzlich kann auch die Farbe des Harzes zur Reifebestimmung herangezogen werden. Sind die meisten Harzdrüsen milchig, dann ist das ein gutes Zeichen für eine baldige und gelungene Ernte.

### **2.2.4 Die Blütephase**

Die Blütephase folgt der vegetativen Phase, auch Wachstumsphase genannt, und leitet das Ende des Lebens einjähriger blühender Pflanzen ein. Viele Pflanzen bilden eindeutige weibliche und eindeutige männliche Blütenstände aus, die gut unterschieden werden können. In der Folge geht es genau um solche Pflanzen.

Besonders wird auf die Entwicklung weiblicher Blütenstände eingegangen. Das hat seinen Grund darin, dass die Pflanze diese oft mit besonders begehrten Harzen vor Fressfeinden schützen möchte. An den Blüten und an blütennahen Blättern füllen sich die Drüsenhäärchen, die sich Trichome nennen, prall mit klebrigen Substanzen. Oft glitzern die Blütenstände ob der übervollen Trichomenköpfe wie Eiskristalle, ein untrügliches Zeichen einer reichen Ernte.

#### **2.2.4.1 Die Wachstumsphasen im kurzen Abriss**

Generell werden drei große Lebensphasen im Zyklus spezieller Pflanzen benannt. Da ist zuerst die Keimlings- und Anzuchtphase. Egal ob die Pflanze von einem Steckling gezogen oder aus einem Samenkorn entsprungen ist, sie ist ein junges und empfindliches Gewächs.

Die nächste Phase ist die sogenannte Wachstumsphase, die auch vegetative Phase genannt wird. In dieser Zeit möchte die Pflanze so viel wachsen, wie es ihr nur möglich ist. Manche Sorten schießen regelrecht in die Höhe und müssen für den Innenraumbau gestutzt werden. Andere, vorwiegend Sorten der Art *Cannabis indica*, wachsen buschig und kompakt.

Am Ende der Wachstumsphase steht die Vorblüte mit nachfolgender Blütezeit. Das ist der Schwerpunkt dieses Artikels.

#### **2.2.4.2 Die Vorblüte**

Gegen Ende der vegetativen Phase zeigen sich in den Blattachsen auffällige Veränderungen. Männliche Pflanzen bilden Sporne und kleine Samenbeutel, weibliche Pflanzen kleine Blüten mit wenigen Blütenhärchen, den Stempeln. Oft bilden sich die Vorboten wieder zurück, manchmal bleiben sie auch bestehen und entwickeln sich sogar weiter. Wie auch immer, erfahrene Züchter können nun die männlichen Pflanzen, die auch Femel oder Fimmel genannt werden, aussortieren, damit die weiblichen Pflanzen samenlos aufwachsen. Eine solche Sinsemilla (spanisch *sin semilla*, ohne Samen) produziert mehr Harz, als eine befruchtete Pflanze und wird darum besonders geschätzt.

Wichtig ist zu wissen, dass die Vorblüte unabhängig von der eigentlichen Blüte auftritt. Sie zeigt dem Züchter die Reife seiner Pflanzen an und gibt zudem Hinweise auf das Geschlecht. Erst nach der Vorblüte soll die reguläre Blüte eingeleitet werden, damit sich keine Zwitter bilden und sich die Blütenstände gut entwickeln können. Vorher ist die Pflanze noch nicht in der Lage, sich ihren Veranlagungen gemäß zu entwickeln.

Tipp: Nicht jeder kann das Geschlecht seiner Pflanzen sicher bestimmen. Darum bieten zahlreiche Hersteller feminisierte Pflanzen an, die von unerfahrenen Züchtern bevorzugt werden sollten!

Eine Unterscheidung muss der Vollständigkeit halber noch gemacht werden.

Neue Kreuzungen der regulären Sorten *Cannabis sativa* und *Cannabis indica* mit der Sorte *Cannabis ruderalis* sind selbstblühend. Damit ist gemeint, dass diese Pflanzen nach einer vorgegebenen Zeit selbständig mit der Blüte beginnen.

Die bekannten Sorten *Cannabis sativa* und *Cannabis indica* sind botanisch gesehen Kurztagpflanzen. Sie werden so genannt, weil sie erst blühen, wenn die Tageslänge unter etwa 13,5 Stunden sinkt. Anders die Sorte *Cannabis ruderalis*, die aufgrund ihres chronologischen Alters schon nach wenigen Wochen blüht. Bei ihr gehen Vorblüte und Blüte ohne erkennbare Zwischenphase ineinander über.

#### **2.2.4.3 Die Blüte**

Die Vorblüte ist vorbei und die Pflanzen wurden nach Geschlechtern getrennt. Jetzt geht es in den Endspurt, weil sich jetzt entscheidet, ob die vorangegangenen Mühen sich gelohnt haben.

Natürlich benötigt die Pflanze auch in der Blüte Nährstoffe und Wasser. Allerdings sinkt der Bedarf nach Stickstoff und der nach Phosphor und Kalium steigt relativ zum Wachstum. Wer sich unsicher ist, der düngt mit biologischem Dünger aus

Kompostierung nach Angaben des Herstellers. So wird zwar nicht das Optimum getroffen, aber auch nichts falsch gemacht.

Die Blütenstände werden sich sortenabhängig mehr oder weniger schnell bilden. Anfangs fehlen die Trichome noch nahezu vollständig und sind, wenn denn überhaupt, als dünne Härchen zu erkennen. Erst gegen Ende der Blüte füllen sich die Köpfe und das typische Glitzern reifer Pflanzen ist zu sehen.

Besonders aufmerksam muss in dieser Zeit die Luftfeuchtigkeit beobachtet werden. So schön dichte Blütenstände auch sind, sie neigen zur Schimmelbildung. Ab 75% relativer Luftfeuchtigkeit sollte der Grower tagtäglich mit Argusaugen seine Ernte kontrollieren, über 80% Luftfeuchtigkeit sind Gegenmaßnahmen unabdingbar.

Als einfachste Maßnahme zur Senkung der Luftfeuchtigkeit empfiehlt sich eine moderate Erhöhung der Temperatur. Meist reichen zwei oder drei Grad Celsius schon aus, um die Feuchtigkeit auf ein akzeptables Maß zu senken. Reicht dies nicht aus, sollten Raumtrockner eingesetzt werden.

Gegen Ende der Blütezeit füllen sich die Trichome zusehend mit Harz. Auch die Farbe des Harzes ändert sich, es wird milchig und verliert seine Transparenz. Eine starke Lupe oder ein kleines Mikroskop ist in dieser Zeit sehr hilfreich, weil das Zeitfenster, in der geerntet werden sollte, mit rund drei Tagen doch recht klein ist. Sobald die meisten Trichome milchig sind, oder die Hälfte der Blütenstempel sich dunkel verfärbt hat, sollte die Pflanze geerntet werden.

#### **2.2.4.4 Optimieren der Blütenbildung**

Genau genommen ist dieses Unterkapitel überflüssig. Gut gezogene Pflanzen werden ganz automatisch hervorragende Ernten bringen. Doch immer wieder werden kleine oder große Fehler begangen, die oft die gesamte Aufzucht in Frage stellen. Darum hier, ganz kurz, die wichtigsten Dinge, auf die zu Achten sind.

##### **2.2.4.4.1 Korrekte Beleuchtung**

Neben den genetischen Eigenschaften kann durch eine spezielle Beleuchtung die Ernte ein wenig verbessert werden. Das betrifft vor allem die Installationen, die vorwiegend blaulastiges Licht emittieren.

Blühende Pflanzen lieben einen Rotanteil im Licht. Dieser ist zwar für die Photosynthese nicht unbedingt maßgeblich, aber bei der Blütenbildung durchaus von Belang. Schon wenige Prozent Rotanteil im Licht verbessert das Erntergebnis maßgeblich. Viele Züchter schwören darauf, dass in der letzten Phase stark rotlastiges Licht optimal sei.

##### **2.2.4.4.2 Korrekte Düngung**

Viel hilft nicht viel, besonders nicht in der Blütezeit! Stickstoff benötigt die Pflanze kaum noch, Phosphor und Kalium sind eher gefragt. Am besten weniger Dünger verwenden und sich strikt an die Angaben des Herstellers halten. Im Zweifelsfall auf biologische Dünger aus Kompostierung ausweichen. Das hilft, Fehler zu vermeiden.

##### **2.2.4.4.3 Korrekte Temperatur**

Gerade gegen Ende des Jahres, wenn die im Hinterzimmer gezogenen Pflanzen reifen, können die Temperaturen unter 15° Celsius fallen. Das ist für viele Pflanzen schlicht und ergreifend zu kalt, sie werden nicht mehr wachsen und ihre Blütenbildung wird stagnieren. Optimal sind in der Blütezeit etwas kühlere Temperaturen von 18° bis 20° Celsius. Bei diesen Temperaturen erzeugt die Pflanze ein wenig mehr Harz, als sonst üblich. Ist es zu kalt und steht keine reguläre Heizung zur Verfügung, soll im Fall der Fälle mit einem elektrischen Radiator geheizt werden. Ein Heizlüfter ist unangebracht, weil er die Blätter austrocknen und versengen könnte.

Ist die Temperatur hingegen zu hoch, wird meist nur eine normale Menge Harz je Trichom erzeugt. Dafür aber werden mehr Blüten wachsen, was den Verlust in der Regel mehr als nur einfach ausgleichen wird.

### **2.2.5 Das Optimieren des Pflanzenwuchses**

Immer wieder stellt sich die Frage, wie unter den gegebenen Bedingungen des eigenen Gewächshauses das Erntergebnis positiv beeinflusst werden kann. Aus diesem Grunde stellt dieser Artikel zwei Verfahren vor, die dem Pflanzenfreund einen zusätzlichen Ertrag sichern werden. Als Erstes aber sollte der Züchter bei Innenraumbau auf die Beleuchtung achten. Mit der Leistung und dem Spektrum der verwendeten Lampe lässt sich der Ertrag am leichtesten beeinflussen.

Was aber, wenn das Budget oder der Einsatzort keine stärkere Beleuchtung zulässt? Ist dann die Erntemenge unveränderlich festgelegt? Nein, zum Glück ist das nicht so! Mit ein wenig Geschick lässt sich die Ausbeute ohne zusätzliche Kosten deutlich steigern. Der Einfachheit halber wird in Folge davon ausgegangen, dass ausreichend Dünger samt angemessener Feuchtigkeit vorhanden sind und dass die Temperatur den Bedürfnissen der Pflanze angepasst ist.

#### **2.2.5.1 Grundlegende Gedanken**

Licht, wenn es nicht gebündelt ist, hat die Eigenschaft, im Quadrat der Entfernung abzunehmen. So kann es geschehen, dass eine hochwachsende Pflanze an der Spitze optimal versorgt wird, aber in Erdnähe praktisch kein verwertbares Licht mehr vorhanden ist. Um dieser Misere zu entgehen, werden reflektierende Platten oder Folien um die Pflanzen gestellt, damit zumindest ein Teil des Lichtes verwertet werden kann. Ergänzend werden je nach Gegebenheit die Pflanzen so modifiziert, dass sie möglichst stark und durchgängig bestrahlt werden. Das wird dadurch erreicht, indem entweder viele Pflanzen eng nebeneinanderstehend gezogen werden, oder aber eine einzelne Pflanze so beschnitten und gebunden wird, dass diese das Licht optimal aufnehmen kann. Bei beiden Methoden wird das Licht der eingesetzten Leuchte besser aufgenommen und eine deutliche Ertragssteigerung erreicht.

#### **2.2.5.2 Sea of Green (SoG)**

Diese Methode ist besonders hilfreich, wenn viele kleinere Pflanzen vorhanden sind, die alle ähnlich groß sind. Diese werden dann eng nebeneinander

aufgestellt. Bis zu 50 Pflanzen pro Quadratmeter, bei Kleinwuchs auch noch mehr, sind möglich. Gerne werden selbstgezogene Stecklinge für diese Optimierung verwendet. Neben den Ersparnissen, die sich durch den Wegfall der Kosten für das Saatgut ergeben, kann bei blühenden Pflanzen davon ausgegangen werden, dass diese das gleiche chronologische Alter wie die Mutterpflanze haben. Oder mit anderen Worten gesagt: Wenn die Mutterpflanze aufgrund ihres Alters blühen kann, dann können es ihre Ableger auch. Und darum sind entsprechende Stecklinge, sobald sie angeschlagen haben, auch schon reif für die Blütephase.

Nach dem Aufstellen der kleinen Pflanzen, die nicht höher als rund 40 Zentimeter sein sollten, werden diese bedingt durch die Enge nur an ihrer Spitze weiterwachsen. Bei blühenden Pflanzen wird dort eine beachtliche Blüte ausgebildet, die wegen der besseren Lichtzufuhr üppiger ausfällt, als normalerweise üblich.

Während des Wachstums sollten tief liegende Blätter und dünne Ästchen entfernt werden, damit die Pflanze all ihre Kraft in den Haupttrieb stecken kann.

Generell kann diese Methode besonders empfohlen werden, wenn das Platzangebot beschränkt ist. Fehlt es hingegen an einer effizienten Beleuchtung, oder sind die Pflanzen hochwachsend, ist das folgende Verfahren eher geeignet.

#### **2.2.5.3 Screen of Green (ScroG)**

Um mit diesem Ansatz gute Ergebnisse zu erlangen, wird die Spitze der Pflanze am Ende der vegetativen Phase so gekappt, dass die Spitzen der größten Seitentriebe über die Schnittstelle hinausragen. Gerne wird aus dem abgeschnittenen Stück ein Steckling gezogen, das hilft Saatgut sparen. Die verbleibenden Äste werden nun so in ein Maschennetz eingewoben, dass alle Enden auf einer Höhe liegen.

Durch dieses Vorgehen wird gewährleistet, dass das Licht alle Blätter in etwa gleich gut erreicht und somit der Ertrag gesteigert wird. Die Spitzen der Äste werden nämlich wie eigene Pflanzen wachsen und am Ende sieht der »Screen of Green« fast so aus wie ein »Sea of Green«.

Eine Variante des »Screen of Green« ist es, die Pflanzen an einer Art Rankgitter an den Seitenwänden eines Aufzuchtschranks entlang zu leiten. So wird der vorhandene Platz noch besser genutzt!

#### **2.2.5.4 Vor- und Nachteile**

Die beiden hier vorgestellten Methoden werden immer wieder diskutiert und gegeneinander abgewogen. Zuerst kann gesagt werden, dass eine Pflanze ohne Modifikation den höchsten Ertrag liefern wird. Darum ist eine optimale Ausleuchtung ohne zusätzliche Maßnahmen anzustreben. Allerdings ist die ausreichende Lichtversorgung schon bei wenigen Pflanzen sehr aufwändig. Sie wird daher von Hobbyzüchtern wegen der immensen Anschaffungs- und Betriebskosten gescheut.

Auch ist es so, dass sich ab einem gewissen Lichtstrom bei vielen Pflanzen eine Lichtsättigung einstellt, die nur durch zusätzliche Begasung mit Kohlendioxid

ausgeglichen werden kann. Als Richtwert für eine ausreichende – aber nicht überdimensionierte – Pflanzleuchte kann pro Quadratmeter bestrahlter Fläche eine Speziallampe mit rund 500 Watt Leistung veranschlagt werden. Jede wesentlich stärkere Beleuchtung, spätestens ab einer Leistung von rund 750 Watt, wird sich ohne Begasung nicht mehr linear auf das Erntergebnis auswirken. Dies gilt zumindest für die sogenannten C3-Pflanzen, zu denen neben vielen Getreidesorten wie Roggen, Hafer, Reis und Weizen auch Hanf zählt. Wichtig ist, dass die Pflanzen bei beiden Methoden durch einen Lüfter mit frischer Luft versorgt werden. Die Gefahr, dass sich Schimmel bildet, ist sonst zu hoch. Auch darf die Pflanzenleuchte nicht zu tief hängen, damit alle Pflanzen bzw. Triebe gleich gut ausgeleuchtet werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich schnell- und hochwachsende Pflanzen eher mit einem »Screen of Green« kultivieren lassen. Wenn dazu noch eine eher schwache Beleuchtung, also weniger als rund 200 Watt, den Pflanzplatz ausleuchtet, dann ist diese Methode optimal.

Sind die Pflanzen hingegen kleinwüchsig und wachsen verhalten, dann könnte ein »Sea of Green« hilfreicher sein. Kommt zu dem Kleinwuchs noch ein ausgesprochenes Platzproblem, ist die Sache entschieden.

Der Königsweg besteht allerdings bei einer Aufzucht im Innenraum in der Maximierung des Lichtstroms. Mit rund 250 Watt (moderne LED-Pflanzenlampe) je ausgeleuchtetem Quadratmeter ist ein für C3-Pflanzen sehr gutes Verhältnis von eingesetzter Energie und Ertrag erreicht. Ab dieser Leistung wird das Erntevolumen nicht mehr linear mit dem zusätzlichen Energieaufwand steigen. Wer dennoch stärkere Leuchten einsetzt, der muss über eine Begasung mit Kohlendioxyd nachdenken. Doch dies ist eher etwas für professionelle Anwender, Hobbyzüchter sollten wegen der Risiken davon Abstand nehmen.

## **2.3 Düngung, Bewässerung und Pflanzenschutz**

### **2.3.1 Passende Substrate für üppiges Wachstum und reiche Blüte**

Fast alle Pflanzen verankern sich mit ihren Wurzeln im Boden. Hier nehmen sie Wasser und zahlreiche lebensnotwendige Stoffe auf, die sie dann in Blatt- und Wurzelwerk, Blüten und Samen umsetzen.

Wir als Gärtner sind nun im Allgemeinen darauf erpicht, möglichst viele Blätter, dicke Wurzeln, prächtige Blüten und viele große Samen – also Früchte – zu erhalten. Was liegt da also näher, als mit dem richtigen Pflanzenmedium wortwörtlich den Boden für optimales Wachstum zu bereiten?

Wer ein bisschen mehr tun möchte, als nur im Supermarkt den billigsten Sack Erde zu kaufen, für den sind einige grundlegende Fakten wichtig:

#### **2.3.1.1 Die wichtigsten Eigenschaften eines guten Pflanzen Mediums**

- Luftdurchlässigkeit – Es muss dauerhaft eine gewisse Menge Luft bis zu den Wurzeln gelangen können. Bei Sauerstoffmangel verfaulen die meisten Pflanzenwurzeln über kurz oder lang, sodass die Pflanze abstirbt.
- Strukturstabilität – Auch nach längerer Zeit oder nach dem Wässern sollte das Substrat den Wurzeln weiterhin Halt bieten, damit die Pflanze nicht



umfällt. Außerdem kann auch Luft nur zirkulieren, wenn im Medium genügend Hohlräume vorhanden sind. Das Pflanzen Medium darf deshalb auch nach längerer Verwendung nicht verschlämmen oder verdichten.

- Gehalt an Nährstoffen und Mineralien – Dieser muss natürlich für jede Pflanzengruppe unterschiedlich sein, je nachdem, ob die Blatt- oder die Blütenbildung angeregt werden soll. Auch stark-, mittel- oder schwachzehrende Pflanzen haben verschiedene Bedürfnisse. Im Substrat fehlende Nährstoffe können allerdings mit dem Gießwasser zugeführt werden.

### **2.3.1.2 Eigenschaften von Erde**

Pflanzenerde ist das bekannteste und älteste Pflanzenmedium, einfach, weil sie im Garten und der Natur vorhanden ist. Wer keine oder keine gute Gartenerde hat, muss zukaufen. Wer keinen Garten hat sowieso.

Dabei lohnt es sich durchaus, auf Qualität zu achten. Billige Erde enthält häufig einen großen Anteil an nur halb verrottetem Material. Dadurch ist sie für Aussaaten von vornherein nicht gut geeignet, weil sie die Keimung und das Wachstum von Keimlingen hemmt. Außerdem neigt diese Erde zum Schimmeln und zu Pilzwachstum. Wer also keine Lust auf viele schöne, leider meist nicht essbare, Pilzköpfe im Blumentopf hat, der sollte nur hochwertige Erde mit gut verrottetem, reifem Kompost verwenden.

Fertige Erde ist in den meisten Fällen eine Mischung aus Torf, Kompost und Humus mit Dünger und verschiedenen Beimischungen wie Perlite. Der Torf dient dabei der Wasserspeicherung. Gleichzeitig sorgt er für eine lockere, luftdurchlässige Struktur der Erde. Humus und Kompost sind ebenfalls für die Wasserspeicherung der Erde wichtig. Ihre größere Bedeutung liegt aber im Nährstoffgehalt. Sie enthalten sozusagen das »Essen« für die Pflanzen.

Zusätzliche Nährstoffe gibt es über beigemischten Dünger. Der sogenannte NP-Dünger enthält Nitrat (Stickstoff) und Phosphat (Phosphor), die Pflanzen in größeren Mengen benötigen. Auch Kalium, Magnesium und Schwefel werden häufig hinzugefügt, mitunter auch weitere Spurenelemente. Der Dünger kann dabei mineralischen oder organischen Ursprungs sein. Letzterer wird vor allem in Bio-Erde eingesetzt. Bei Aussaaterde muss der Nährstoffgehalt relativ gering sein, damit die zarten Keimlingswurzeln nicht verbrennen. Gemüse- und Blumenerde ist dagegen nährstoffreich, um bestmögliche Ergebnisse zu ermöglichen.

Ganz wichtig für die Verwendung einer Erde ist auch ihr pH-Wert. Er ist ein Maß für den Gehalt an Wasserstoffionen und zeigt an, ob eine Erde sauer, basisch oder neutral ist. Saure Erde mit einem pH-Wert weit unter 7 wird Moorbeet- oder Rhododendronerde genannt und ist für einige unserer besonders beliebten Kulturpflanzen wichtig. Also Rhododendren, Azaleen, Alpenveilchen, Magnolien, Heidekraut und auch die leckeren Heidelbeeren. Rasen dagegen braucht eher basischen Boden, ebenso wie bestimmte Gemüse wie Kohl oder auch Gebirgspflanzen.

Benutzen kann man Erde für die Kultur aller Pflanzen mit Ausnahme von Epiphyten, den baumaufsitzenden Pflanzen, die gänzlich ohne Substrat wachsen. Je sorgfältiger die Pflanze bei den Bedürfnissen der Pflanzen angepasst wird, desto besser werden das Wachstum und die Ernte ausfallen.

Die Vorteile von Erde im Überblick:

- Erde ist ein natürliches Substrat, das ohne große Umweltbelastung eingesetzt werden kann.
- Sie kann variabel an verschiedenste pflanzliche Bedürfnisse angepasst werden.
- Gute Erde bietet Pflanzen Halt und Luft und alle Nährstoffe, die sie für üppiges Wachstum brauchen.
- Qualitativ hochwertige Erde kann zu einem mittleren Preis erworben werden.
- Erde ist in jedem Baumarkt und Gartencenter und somit leicht erhältlich. Fachwissen beim Erwerb ist nicht notwendig, da der Anwendungsbereich auf der Verpackung erläutert wird.

Die Nachteile von Erde im Überblick:

- Weniger hochwertige Erde enthält oft viel nur halb verrottetes Material, das keimhemmend wirkt und Schimmel- und Pilzbildung fördert.
- Selbst Unkrautsamen können in minderwertiger Erde vorhanden sein und dann im Blumentopf fleißig keimen und wachsen.
- Der Abbau von Torf für Erdmischungen zerstört einzigartige Naturlandschaften, die Hochmoore.
- Erde ist für Hydroponik- und Aquaponik-Systeme nicht geeignet, da sie im Wasserstrom abgeschwemmt werden und die Abflüsse verstopfen würde.

### **2.3.1.3 Eigenschaften von Kokosfaser**

Das aus den Fasern der Kokosnüsse hergestellte Substrat wird auch Kokoserde oder Kokostorf genannt. Es ist außerordentlich leicht und wird meistens zu Ballen oder Briketts gepresst verkauft. Zur Verwendung muss es dann mit reichlich Wasser aufquellen.

Kokosfaser kann den Trichoderma-Pilz enthalten und sollte daher sterilisiert sein. Ansonsten ist sie frei von Bakterien und fast allen Pilzsporen, wodurch sie eine ideale Aussaat- und Anzuchterde ergibt. Nährstoffe sind allerdings keine enthalten, weswegen direkt bedarfsgerecht gedüngt werden muss.

Kokosfaser kann als Bodenhilfsstoff eingesetzt werden. In Erdmischungen und auch alleine sorgt sie für eine sehr gute Luftdurchlässigkeit und einen harmonischen Wassertransport. Substrat aus oder mit Kokosfaser zeigt daher immer eine ausgezeichnete Drainage und verhindert so das Verschlämmen und Verdichten rund um die Pflanzenwurzeln.

Von den Eigenschaften ist Kokosfaser mit Torf vergleichbar und ersetzt diesen auch zunehmend in Erdmischungen, um die Moore zu bewahren. Auch der pH-Wert der Kokosfaser liegt ähnlich dem von Torf im sauren Bereich und muss deshalb bei Bedarf durch (Kalk-)Zugaben erhöht werden.

Die Vorteile von Kokosfaser im Überblick:

- Die gepressten Ballen und Briketts sind leicht zu transportieren. Das Fertigstellen mit Wasser erfolgt direkt vor Ort bei der Pflanzung.
- Kokosfaser kann Torf in Erdmischungen ersetzen und so den weiteren Abbau der Hochmoore verhindern.
- Bis auf wenige Ausnahmen ist Kokosfaser frei von Bakterien, Unkrautsamen und Pilzsporen. Aus diesem Grund schimmelt es auch bei langer oder feuchter Lagerung nicht.
- Substrat aus oder mit Kokosfaser ist äußerst luftdurchlässig und leitet gut das Wasser.

Die Nachteile von Kokosfaser im Überblick:

- Unzureichend sterilisierte Kokosfaser kann Trichoderma-Pilzsporen enthalten.
- Schlecht aufbereitete Kokosfaser kann zu hohe Salzkonzentrationen aufweisen.
- Anders als Humus oder Kompost enthält Kokosfaser keine Nährstoffe und muss daher kontinuierlich aufgedüngt werden.
- Der Transport von Kokosfaser aus den Kokos-Anbaugebieten ist relativ energieaufwendig und daher schlechter für die Umwelt als Substrate aus regionaler Herstellung.

#### **2.3.1.4 Eigenschaften von Steinwolle**

Steinwolle wurde ursprünglich zur Dachdämmung eingesetzt. Hergestellt wird sie, wie der Name bereits andeutet, aus Gestein, das geschmolzen und aufgefaserst wird. Das bei diesem Vorgang entstehende Vlies ist extrem leicht, da es nur 3 bis 5 Prozent Trockensubstanz enthält. Der Rest ist also quasi in Poren eingeschlossene Luft. Aufgrund dieser enormen Porenmenge hat Steinwolle eine bis zu 90-prozentige Wasseraufnahmefähigkeit.

Durch das Gestein als Ausgangsmaterial und die hohen Temperaturen bei der Herstellung ist Steinwolle steril. Es sind also weder Keime noch Pilzsporen oder fruchtbare Unkrautsamen enthalten. Dies macht Steinwolle zu einem idealen Anzuchtmedium. Die angebotenen Pflanzwürfel und Anzuchtmatten ermöglichen so eine optimierte, keimfreie Aussaat und Stecklingsvermehrung.

Natürlich ist Steinwolle nicht nur frei von Keimen, sondern auch von Nährstoffen, was eine zielgerichtete Düngung nötig macht. Das porenreiche Gewebe fördert dabei ein besonders kräftiges Wurzelwerk, das die Nährstoffe optimal aufnehmen kann. Auch die Drainage funktioniert in der Steinwolle problemlos, sodass keine Staunässe auftritt.

Durch die steinerne Grundlage weist Steinwolle einen relativ hohen pH-Wert von 7,5 bis 8,5 auf. Dieser kann bei Bedarf aber leicht durch sauren Dünger an die jeweiligen Bedürfnisse angepasst werden.

Ihre Sterilität und die guten Struktureigenschaften machen Steinwolle zu einem beliebten Pflanzenmedium in der erdfreien Anbaumethode Hydroponik und der Aquaponik (bei der die Kultivierung von Gemüse und Fischen kombiniert wird).

Generell wird sie gern im Indoor-Growing eingesetzt, wo Pflanzen auf Steinwollmatten unter (LED-)Pflanzenlicht hervorragend gedeihen.

Die Vorteile von Steinwolle im Überblick:

- Absolute Sterilität garantiert Freiheit von Keimen, Pilzsporen und fruchtbaren Unkrautsamen.
- Durch ihren extrem hohen Porenanteil zeigt die Steinwolle eine enorme Wasser- und Luftdurchlässigkeit.
- Ihre stabile Struktur ermöglicht den Einsatz von Steinwolle im erdfreien Anbau, der Hydroponik, und der verwandten Aquaponik.

Die Nachteile von Steinwolle im Überblick:

- Die hohen Temperaturen bei der Herstellung von Steinwolle machen diese zu einem sehr energieaufwendigen Verfahren.
- Steinwolle enthält keine Nährstoffe und muss daher immer wieder aufgedüngt werden.
- Der hohe pH-Wert der Steinwolle muss bei Bedarf gesenkt werden.

### **2.3.1.5 Eigenschaften von Blähton**

Zur Herstellung von Blähton wird Ton gemahlen, zu Granulat verarbeitet und bei über 1000 °C gebrannt. Die entstehenden Kügelchen haben zahlreiche Poren und enthalten daher viel Luft. Dadurch bilden sie ein ideales Substrat für Pflanzen.

Die erdfreie Hydrokultur auf Blähton gibt es schon seit Jahrzehnten. Sie ist besonders für Schimmelpilzallergiker geeignet, denn normale Pflanzerde enthält eigentlich immer einen gewissen Anteil an Schimmelsporen. Nicht so der Blähton, der wie die Steinwolle durch die hohen Temperaturen beim Herstellungsprozess steril und frei von fruchtbaren Samen ist.

Durch seine Porenstruktur fördert der Blähton, wie die Steinwolle, die Entwicklung eines kräftigen, komplexen Wurzelwerks. Er ist allerdings pH-neutral und kann daher in jede beliebige Richtung saurer oder basischer eingestellt werden.

Auch beim Blähton ist eine bedarfsgerechte Düngung unabdingbar, da er keine verfügbaren Nährstoffe enthält.

Die Vorteile von Blähton im Überblick:

- Absolute Sterilität garantiert Freiheit von Keimen, Pilzsporen und fruchtbaren Unkrautsamen.
- Durch den hohen Porenanteil zeigt Blähton eine sehr gute Wasser- und Luftdurchlässigkeit.
- Der neutrale pH-Wert erlaubt ein problemloses Einstellen des Blähtons in die saure oder basische Richtung.
- Die stabile Struktur ermöglicht den Einsatz von Blähton im erdfreien Anbau, der Hydroponik, und der verwandten Aquaponik.

Die Nachteile von Blähton im Überblick:

- Die hohen Temperaturen bei der Herstellung von Blähton machen diese zu einem sehr energieaufwendigen Verfahren.
- Blähton enthält keine Nährstoffe und muss daher durchgehend aufgedüngt werden.
- Aufgrund der energieaufwendigen Herstellung liegt der Preis von Blähton etwas höher als zum Beispiel bei Erde.

### **2.3.1.6 Aeroponik als substratlose Anbaumethode**

Bei der Aeroponik werden Pflanzen gänzlich ohne Medium kultiviert. Sie werden in Pflanzwannen befestigt und ihre Wurzeln hängen frei herunter. Von unten wird über einen Zerstäuber ein kontinuierlicher Nährstoff-Wasser-Nebel erzeugt, der die Wurzeln einhüllt. Da dieser Nebel zusätzlich noch sehr sauerstoffreich ist, wird das Wurzelwachstum enorm gefördert. Deshalb ist die Aeroponik auch in der Stecklingsbewurzelung eine beliebte Methode.

Der Wasser- und Nährstoffverbrauch ist bei der Aeroponik unerreicht niedrig, allerdings erfordert sie hohes Fachwissen und ist ziemlich kostspielig. Durch zusätzliche intensive Pflanzenbeleuchtung kann der Ertrag bei der Aeroponik ebenso gesteigert werden wie bei allen anderen Indoor-Anbaumethoden.

Die Vorteile der Aeroponik im Überblick:

- Der Wasser- und Nährstoffverbrauch ist niedriger als bei der Verwendung von Substraten.
- Durch den sauerstoffreichen Nebel wird das Wurzelwachstum extrem gefördert, daher funktioniert sie auch ausgezeichnet in der Stecklingsbewurzelung.

Die Nachteile der Aeroponik im Überblick:

- Die Aeroponik ist nur mit viel Know-how und großem finanziellem Aufwand durchführbar, da umfangreiche Technik und ständige Überwachung nötig sind.
- Wie bei allen erdfreien Anbaumethoden soll das Aroma angebaute Pflanzen weniger intensiv sein als bei Erdbau.

### **2.3.2 Pflanzen richtig bewässern: Was muss man unbedingt beachten?**

Eine Frage, die sich beim Pflanzenanbau immer wieder stellt, lautet: »Wie viel Wasser brauchen meine Pflanzen, um gut zu gedeihen?« Für die meisten Pflanzen reicht einfaches Bewässern nach Gefühl nicht aus, um ein optimales Wachstum zu garantieren und sie zum Blühen zu bringen. Pflanzenwachstum wird ja durch Faktoren wie Licht, Bodenbeschaffenheit und Wassermenge, die in ihrer Wirkung voneinander abhängig sind, ermöglicht. Es ist deshalb wichtig, all diese Faktoren beim Bewässern mit einzubeziehen, damit die Nährstoffversorgung der Pflanzen gut funktioniert. Wie nimmt die Pflanze aber Wasser am besten aus der Umgebung auf? Dafür dienen in erster Linie die Wurzeln und zu einem weitaus geringeren Teil auch die Blattoberflächen, über die Verdunstungs- und Gasaustauschprozesse stattfinden.

Mit der Wasseraufnahme über die Wurzeln erfolgt gleichzeitig die Aufnahme von gelösten Nährstoffen, die aus dem Erdreich stammen oder durch Dünger

zugeführt werden. Damit das reibungslos stattfinden kann, ist es wichtig, dass die Wurzeln der Pflanze gesund sind. Ist dies nicht der Fall, oder sind die Wurzelballen durch übertriebene Düngung oder Überwässerung geschädigt, erleidet die Pflanze Schäden. Sie treibt nicht ausreichend aus, wächst nicht schnell genug oder es treten an den Blättern bräunlich-gelbe Stellen auf. Einen gewissen Einfluss auf die Wasseraufnahme haben ferner Tageszeit, Wassertemperatur und Lichtverhältnisse während der Bewässerung, sie sollten folglich immer in die Bewässerungsplanung einbezogen werden. Richtiges Bewässern ist jedoch keine Hexerei und lässt sich durch Beachtung weniger grundlegender Tipps einfach bewältigen. Wie Fehler vermieden werden und die optimale Wasserversorgung der Pflanzen sichergestellt wird, erläutern die folgenden Absätze.

### **2.3.2.1 Wie viel Wasser für welche Wachstumsphase?**

Der Wasserbedarf von Zierpflanzen ist nicht bei allen Sorten gleich hoch und er ist auch je nach Wachstumsphase, in der sich die Pflanze gerade befindet, unterschiedlich. Grundsätzlich gilt: Das Nährmedium, in dem die Wurzeln verankert sind, darf niemals komplett austrocknen und niemals so feucht sein, dass Staunässe entsteht. Es sollte darauf geachtet werden, dass bei Zimmerpflanzen keine geschlossenen Töpfe verwendet werden, da überflüssiges Wasser aus diesen nicht ablaufen kann. Am besten eignen sich Tontöpfe mit Loch im Boden, die auf einen Untersetzer gestellt werden. Das hat den positiven Nebeneffekt einer zusätzlichen Sauerstoffversorgung der Wurzel. Um zu großen Wasserverlust aus dem Ablaufloch zu verhindern, ist es hilfreich, ein paar Tonscherben, zum Beispiel aus kaputten Töpfen, und etwas Kies als Dränageschicht unter dem Nährmedium zu platzieren.

Junge Pflanzen, die noch keine ausreichend großen Wurzelballen gebildet haben, benötigen eher wenig Wasser, das jedoch häufiger als große, fest im Anbausubstrat verankerte Pflanzenstauden. Gewöhnlich benötigen sie zweimal täglich Wasser. Bei jungen Topfpflanzen wird nach dem Gießen kontrolliert, ob Wasser in den Untersetzer fließt. Ist das der Fall, ist die Pflanze übergossen. Am besten wird das überschüssige Wasser entleert und die folgenden Tage nicht gewässert. Als Faustregel lässt sich sagen, dass die Gießwassermenge für Jungpflanzen etwa ein Zwanzigstel der Topfgröße betragen sollte.

Große, gut verwurzelte Pflanzen benötigen wesentlich mehr Wasser. Hier gilt: Je schneller das Wachstum, desto größer der Wasserbedarf. Besonders hoch ist dieser bei Pflanzen in der Blütephase. Trotzdem musst darauf geachtet werden, es nicht allzu gut zu meinen. Ein Zuviel an Wasser ist für die Lieblinge wesentlich schlechter zu verkraften als ein zeitweiliger Wassermangel. Länger andauernder Wasserüberschuss beschädigt nicht nur die feinen Wurzelhaare, sondern führt auch zu Fäulnis, Schimmel oder Pilzbefall und im schlimmsten Fall stirbt die Pflanze ab. Zur Vermeidung gibt es hier wieder eine Faustregel: Erde oder Substrat können ruhig bis zu einige Zentimeter unter der Oberfläche trocken sein, weiter unten im Pflanzbehälter sollte sich jedoch immer etwas Feuchtigkeit

befinden. Bei ausreichender Wassermenge genügt es dann, das Bewässern alle zwei bis drei Tage durchzuführen.

Zum Gießen sollte immer Wasser verwendet werden, das weder zu kalt noch zu warm ist. Extreme Wassertemperaturen schädigen die wichtigen Leitstrukturen der Wurzel. Von der Temperatur des Wassers hängt teilweise auch die Aufnahme von Nährstoffen und Spurenelementen ab, ein falsch gewählter Temperaturbereich kann diese behindern. Das ideale Gießwasser hat ungefähr Raumtemperatur und kommt nicht frisch aus der Leitung, sondern ist etwa 24 Stunden in der Gießkanne gestanden. Warum? Ganz einfach: So lässt sich am genauesten der pH-Wert bestimmen. Weshalb das sinnvoll ist, erklären wir im übernächsten Absatz.

Wir haben eingangs schon erwähnt, dass Pflanzen in der Lage sind, einen geringen Teil an Feuchtigkeit auch über ihr Blattwerk aufzunehmen. In sehr trockenen Zeiten und bei hohen Außentemperaturen ist es deshalb hilfreich, die Pflanzen zusätzlich mit einer Sprühflasche zu bewässern oder für eine höhere Luftfeuchtigkeit im Raum zu sorgen. Dabei sollten alle externen Lichtquellen, auch Spezialbeleuchtung aus dem Growshop wie LED-Pflanzenlampen, vor dem Besprühen ausgeschaltet werden. Wassertropfen auf den Blättern wirken bei intensiver Beleuchtung wie Brenngläser und können zu Schäden am Blatt führen. Nach dem Besprühen sollte gewartet werden, bis die Pflanze die Umgebungsfeuchtigkeit gut aufgenommen hat, ehe die Pflanzenbeleuchtung wieder aktiviert wird.

#### **2.3.2.2 Die Wahl des Nährmediums beeinflusst die Wasseraufnahme**

Das Substrat, auf dem die Pflanzen herangezogen werden, hat ebenfalls Einfluss auf die Kapazität des Organismus zur Wasser- und Nährstoffaufnahme. Je nach Beschaffenheit speichert es Wasser besser oder weniger gut. Um eine optimale Wasserverteilung im Pflanzbehälter zu erreichen, sollte darauf geachtet werden, dass das Nährmedium immer gut gelockert ist. Nur so können Nährstoffe gleichmäßig gelöst und im Boden verteilt werden. Eine wichtige Rolle spielt auch die Ventilation des Nährsubstrats. Sie sorgt dafür, dass immer genug Sauerstoff an die Wurzel gelangt. Ist der Boden unzureichend gelockert oder teilweise versumpft, weil das Gießwasser nicht gleichmäßig an alle Stellen gelangt, wird die Sauerstoffzufuhr unter Umständen abgeschnitten und die Pflanze stirbt. Für eine gute Auflockerung und Bodenbelüftung sorgt zum Beispiel die Zugabe von Sand, Torf oder Kokosfasern ins Nährmedium. Wenn nicht sicher ist, ob die Speicherfähigkeit des Bodens ausreicht, um die Pflanzen gut mit Wasser zu versorgen, oder wenn Anlass zur Sorge besteht, dass die Bewässerung zu stark sein könnte, hilft ein Bodenfeuchtemessgerät.

#### **2.3.2.3 Die Bedeutung von pH-Wert und EC-Wert für das Bewässern**

Das klingt zwar etwas kompliziert, ist aber kein Grund zur Panik. Zwei einfach durchzuführende Messungen und gegebenenfalls die Zufuhr von wenigen Substanzen reichen aus, um Gießwasser mit perfekter Säurequalität und Leitfähigkeit zu erhalten. Warum messen wir pH- und EC-Wert? Damit Pflanzen

im Wasser gelöste Nährstoffe gut aufnehmen können, sollten der Säuregrad und die elektrische Leitfähigkeit des Wassers im optimalen Bereich liegen. Der Säuregrad einer Lösung wird durch den pH-Wert bestimmt, die elektrische Leitfähigkeit durch den EC-Wert. Natürliches Regenwasser befindet sich meist im idealen pH-Bereich von 5,5 – 6,5 und eignet sich deshalb gut zum Bewässern von Pflanzen. Leitungswasser erreicht diesen Idealwert oft nicht. Messen lässt sich das ganz einfach mit speziellen pH-Messgeräten oder Testlösungen. Wird festgestellt, dass das Wasser, das zum Gießen verwendet wird, zu alkalisch ist – was häufig der Fall ist – lässt sich das durch Beimengen von Zitronensäure oder pH-Down korrigieren.

Gelöste Salze besitzen eine hohe elektrische Leitfähigkeit, der EC-Wert trifft daher Aussagen über den Salzgehalt im Wasser. Mineraldünger, die häufig im Anbau eingesetzt werden, enthalten einen großen Anteil an Salzen. Der EC-Wert des Wassers sagt uns deshalb viel über die zu erwartende Nährstoffaufnahme. Ermitteln lässt sich dieser Wert mit sogenannten EC-Messgeräten. Für eine optimale Nährstoffaufnahme sollte Gießwasser einen EC-Wert zwischen 0,8 und 1,2 besitzen, wobei die Höchstwerte vor allem in der Blütephase von Bedeutung sind. Ist der gemessene EC-Wert zu niedrig, kann man ihn durch Zugabe von Düngemittel erhöhen. Ein zu hoher EC-Wert muss ebenfalls korrigiert werden, weil sonst die Gefahr der Überdüngung besteht. Das wird dadurch erreicht, indem dem Gießwasser destilliertes Wasser zugefügt wird, bis der EC-Wert wieder im optimalen Bereich ist. Testlösungen und Messgeräte sind im Growshop oder im Baumarkt erhältlich.

#### **2.3.2.4 Die beste Tageszeit zum Bewässern**

Hierzu gibt es keine einheitliche Empfehlung, Erfahrungen sprechen aber für ein Bewässern in der Nacht oder in den frühen Morgenstunden. Argumentiert wird das damit, dass Pflanzen im Freien an die Bewässerung bei getrübbten Lichtverhältnissen gewöhnt sind und die Verdunstungsrate am frühen Morgen geringer ist. Beachte: Für Pflanzen, die unter LED-Growlampen oder ähnlicher künstlicher Beleuchtung aufgezogen werden, empfiehlt sich auf jeden Fall das Abschalten der Pflanzenbeleuchtung vor dem Bewässern!

#### **2.3.2.5 Automatische Bewässerungssysteme**

Niemand kann seinen Pflanzen über Monate rund um die Uhr zur Verfügung stehen. Für Phasen der längeren Abwesenheit bieten sich automatische Bewässerungssysteme an. Diese stehen in unterschiedlichen Ausführungen und Preisklassen zur Verfügung, von einfach und schnell installierbar bis zum vollautomatischen Profisystem. Die wichtigsten stellen wir hier kurz vor:

##### **2.3.2.5.1 Tonkegelsysteme: Tontropf- und Flächen-Tontropf-Systeme**

Eine einfache und effektive Methode zur Bewässerung von Einzelpflanzen wie von größeren Anbauflächen. Im Growshop erhältliche Tonkegel, die in die Pflanzenerde gesteckt werden, erzeugen bei Trockenheit Unterdruck und saugen dadurch über ein Schlauchsystem Wasser aus einem Tank an. Je nach Größe



des Reservoirs lassen sich damit mehrere kleine bis mittelgroße Pflanzen bewässern.

#### **2.3.2.5.2 Pump-Tropf-Systeme**

Pump-Tropf-Systeme basieren auf einer Verbindung aus Wassertank, Schlauchsystem und sogenannten Mikrotropfern, die in die Erde gesteckt werden und kontinuierlich eine exakt dosierbare Wassermenge abgeben. Dadurch kann das Nährsubstrat ständig gleichmäßig feucht gehalten werden.

#### **2.3.2.5.3 Blähton-Topfbewässerungssysteme**

Ein etwas komplizierteres System, bei dem die Pflanzen in einem Topf mit Blähton über ein mit Nährlösung gefülltes Reservoir gehängt werden. Mittels Luftpumpe wird die Nährlösung in den Topf befördert, überschüssige Flüssigkeit rinnt in das Reservoir zurück und kann bei Bedarf wieder verwendet werden. Im Unterschied zu anderen Bewässerungsverfahren bleibt die Luftpumpe auch während der Beleuchtungsphase aktiv.

#### **2.3.2.5.4 Fluttische**

Das System für Anbauprofis, die eine große Anzahl Pflanzen bewässern wollen. Hier werden die Pflanzen ebenfalls in erdlosem Substrat herangezogen und permanent von unten mit Nährlösung umspült. Die Tische sind so konstruiert, dass sie von einer Seite geflutet werden, an der anderen Seite rinnt die überschüssige Nährlösung wieder ab. Wenn diese Art von Bewässerungssystem eingesetzt werden soll, ist es unerlässlich, pH- und EC-Wert regelmäßig zu kontrollieren, da die Gefahr der Überdüngung hier besonders hoch ist.

### **2.3.3 Pflanzendüngung (Substratarten & welche Pflanzen was benötigen)**

Der Growking-Ratgeber erklärt, worauf es bei der Pflanzendüngung ankommt und wie Pflanzen am besten mit allen erforderlichen Nährstoffen versorgt werden können.

#### **2.3.3.1 Was benötigen Pflanzen für ein gesundes Wachstum?**

Mit einer innovativen Pflanzenbeleuchtung können optimale Lichtverhältnisse geschaffen werden. Damit Pflanzen wachsen, gedeihen, Blüten und Früchte treiben, benötigen sie außerdem ausreichend Nährstoffe. Werden Pflanzendünger richtig dosiert, versorgen sie jedes Gewächs bedarfsgerecht mit den richtigen Nährstoffen und Spurenelementen.

Wichtig zu wissen: Nicht nur Nährstoffmangel, auch eine Überversorgung mit Nährstoffen kann zu Wachstumsstörungen führen.

Übersicht über die wichtigsten Nährstoffe und Spurenelemente

- Stickstoff ist unerlässlich für die Bildung von pflanzlichen Eiweißen und fördert ein gesundes Wachstum.
- Kalium kräftigt die Pflanzenzellen, steigert damit die Vitalität der Pflanzen und schützt sie vor Krankheiten, Schädlings- und Pilzbefall. Weiterhin beeinflusst Kalium den gesamten Pflanzenstoffwechsel sowie die Wasseraufnahme.

- Phosphor beeinflusst die Photosynthese, fördert damit das Blattwachstum das Ausbilden von Blüten und Früchten sowie ein gesundes Wurzelwachstum.

Als Spurenelemente sind Magnesium und Eisen hervorzuheben, die für ein gesundes Blattwachstum unentbehrlich sind. Weitere wichtige Spurenelemente für eine gesunde Pflanzenentwicklung sind Bor, Calcium, Kupfer und Zink.

### **2.3.3.2 Anzeichen von Nährstoffmangel und Überversorgung**

- Pflanzen, die optimal mit Stickstoff versorgt sind, wachsen in normalem Tempo, ihre Blätter sind kräftig grün. Blassgrüne oder gelbe Blätter gepaart mit nur geringfügigem Wachstum deuten auf einen Stickstoffmangel hin. Steht zu viel Stickstoff zur Verfügung, ist das Pflanzengewebe weich, oft bilden sich lang herunterhängende Stängel und Blätter.
- Kalium beeinflusst den Wasserhaushalt der Pflanzen maßgeblich. Besteht ein Mangel an Kalium, wachsen die betroffenen Pflanzen kaum noch, mitunter welken die Blätter. Blattschäden (z.B. vertrocknete Blattränder), verbrannte Wurzeln sowie ein kümmerlicher Wuchs deuten auf eine Überversorgung mit Kalium hin.
- Phosphor wird insbesondere für die Ausbildung von Blüten und Früchten benötigt. Pflanzen, die keine oder nur sehr wenige Blüten und Fruchtansätze zeigen, leiden oft unter einem Mangel an Phosphor. Mögliche Ursache kann jedoch auch ein Überangebot von Stickstoff im Boden sein, weil die Pflanzen dann nicht ausreichend Phosphor aufnehmen.

### **2.3.3.3 Bodenbeschaffenheit prüfen**

Wie viel Nährstoffe aufgenommen werden, hängt davon ab, welchen pH-Wert der Boden hat. Mit im Handel erhältlichen Teststreifen lässt sich der pH-Wert des Bodens einfach bestimmen.

Die Mehrzahl der typischen Nutz- und Zierpflanzen gedeihen optimal in einem Boden oder Pflanzsubstrat, das einen pH-Wert zwischen 5,5 und 6,5 aufweist. Liegt der pH-Wert unter 5,5, ist der Boden sauer. Saure Böden nehmen Nährstoffe nur schlecht auf. Durch Gaben von Kalk können sie verbessert werden. Es gibt jedoch Pflanzen, die saure Böden bevorzugen (z.B. Azaleen, Heidelbeeren, Rhododendron).

### **2.3.3.4 Bodenverbesserung mit natürlichen Zusätzen**

Mithilfe organischer Stoffe lässt sich die Bodenstruktur verbessern und mit Nährstoffen anreichern. Einige Böden bieten Pflanzen keine gesunde Grundlage. Dazu gehören nährstoffarme Sandböden, besonders schwere Böden (wie dichte Lehm- und Tonerden), aber auch Böden, die über lange Zeiträume ausschließlich mit synthetischen Mineraldüngern gedüngt wurden. Das Einbringen organischer Materialien (z.B. Kompost) und natürlicher Mineralien (Gesteinsmehl, Sand, kohlensaurer Kalk etc.) verbessert solche Böden und reichert sie mit Nährstoffen an.

- Kompost verbessert die Bodenbeschaffenheit und regt Mikroorganismen an.

- Stallmist enthält reichlich Stickstoff, verbessert die Durchlässigkeit und hält Feuchtigkeit im Boden.
- Laub zeichnet sich durch einen hohen Gehalt an Stickstoff und Kalium aus und erhöht so die Fruchtbarkeit des Bodens.
- Sand lockert schwere Böden und erhöht deren Durchlässigkeit.
- Gesteinsmehl aktiviert den Boden und vergrößert die Wasserhaltekapazität von Sandböden.

### **2.3.3.5 Unterschiedlicher Pflanzendünger**

Für Hobbygärtner ist es nicht immer ganz einfach, den richtigen Dünger zu finden, da das Angebot an Pflanzendüngern nahezu unüberschaubar ist.

Prinzipiell gibt es drei Gruppen von Düngern.

#### **2.3.3.5.1 Natürliche oder organische Pflanzendünger**

Organische Dünger bestehen aus pflanzlichen oder tierischen Stoffen. Dazu zählen: Algen, Gesteinsmehl, Guano, Hornmehl oder –späne, Kompost, Knochenmehl, Seetang, Stallmist. Kochgeschirr ist. Die im Naturdünger enthaltenen Nährstoffe müssen erst von Bodenorganismen aufgeschlossen werden, bevor sie für die Pflanzen verfügbar sind. Deshalb versorgen organische Dünger die Pflanzen langsamer, aber auch gleichmäßiger mit Nährstoffen. Weitere Vorteile: Naturdünger können nicht zu hoch dosiert werden und verbessern langfristig die Bodenstruktur.

#### **2.3.3.5.2 Organisch-mineralische Pflanzendünger**

Diese auch als Mischdünger bezeichneten Pflanzendünger enthalten eine Kombination aus organischen Stoffen und Mineralsalzen. Da die Minerale schnell freigesetzt werden, liefern diese Dünger zum Teil schnell wirksame Nährstoffe, sodass ein eventuell vorhandener Nährstoffmangel schnell ausgeglichen werden kann. Gleichzeitig werden die organischen Bestandteile langsam zersetzt, bewirken eine lang anhaltende Nährstoffversorgung sowie die Verbesserung der Bodenstruktur.

#### **2.3.3.5.3 Anorganische Mineraldünger (Kunstdünger)**

Chemisch hergestellte Mineraldünger enthalten hauptsächlich leicht wasserlösliche Nährsalze, die von den Pflanzen entsprechend schnell aufgenommen werden. Daher können sie bei einem erkannten Nährstoffmangel gezielt eingesetzt werden.

Anorganische Mineraldünger, die alle drei Nährstoffe (Stickstoff, Phosphor und Kalium) enthalten, werden auch als Volldünger bezeichnet. Meist ist auf der Verpackung ersichtlich, wie hoch der Anteil der einzelnen Nährstoffe im betreffenden Produkt ist. Folgerichtig enthält ein Volldünger mit der Kennzeichnung (12-4-6) reichlich Stickstoff, während ein Düngerpräparat mit der Zahlenangabe (11-14-17) mehr Phosphor enthält.

### **2.3.3.6 Eigenschaften ausgewählter Pflanzendünger**

#### **2.3.3.6.1 Stickstoff- oder phosphorbetonte Dünger**

Pflanzendünger mit viel Stickstoff (z.B. Horn- und Knochenmehl) – auch als stickstoffbetonte Dünger bezeichnet – eignen sich für alle Pflanzen, bei denen vor allem ein kräftiges, gesundes Blattwachstum erwünscht ist. Dazu zählen Zimmerpflanzen und Rasen ebenso wie Salat- oder Kohlpflanzen.

Phosphor regt die Blütenbildung an. Deshalb eignen sich Pflanzendünger mit einem höheren Anteil an Phosphor (z.B. Seetang) für alle Pflanzen, die reich blühen oder reichlich Früchte ansetzen sollen. Blühende Balkon- und Zimmer- und Kübelpflanzen wie auch Blumenzwiebeln belohnen die Gabe eines phosphorbetonten Düngers meist mit einem reichen Blütenflor. Doch auch Obstbäume, Beeresträucher, Hülsenfrüchte und andere Fruchtpflanzen können davon profitieren.

### **2.3.3.6.2 Pflanzendünger für spezielle Pflanzengruppen**

Im Handel werden zahlreiche Spezialdünger für bestimmte Pflanzengruppen angeboten (z.B. Rasendünger, Rosendünger). Viele Verbraucher wollen sich nicht intensiver mit der Zusammensetzung einzelner Pflanzendünger beschäftigen. Sie können sich bei den angebotenen Spezialdüngern darauf verlassen, dass sie genau auf den Nährstoffbedarf der betreffenden Pflanzen abgestimmt sind.

### **2.3.3.7 Was ist beim Ausbringen des Düngers zu beachten?**

#### **2.3.3.7.1 Flüssigdünger, Granulat, Pulver oder Mehl?**

- Flüssigdünger stellen die Nährstoffe bereits in wässriger Lösung bereit, sodass sie von den Pflanzen besonders schnell aufgenommen werden können. Pflanzendünger, die als Mehl oder Pulver angeboten werden (z.B. Horn- und Gesteinsmehl), versorgen die Pflanzen ebenfalls recht schnell mit den enthaltenen Nährstoffen. Vor allem für die regelmäßige Düngung von Topf-, Kübel- und Balkonpflanzen eignen sich diese Pflanzendünger vortrefflich.
- Als Granulat aufbereitete anorganische oder organische Dünger lösen sich langsamer und geben Nährstoffe über einen entsprechend längeren Zeitraum ab. Sie eignen sich daher vor allem als Langzeitdünger im Freiland, die nur ein- bis zweimal im Jahr ausgebracht werden.

#### **2.3.3.7.2 Das A und O: die richtige Dosierung**

Nährstoffmangel lässt Pflanzen verkümmern. Sind die Düngergaben jedoch zu hoch, kommt es zu übermäßigem Blattwachstum, während die Pflanze nur spärlich Blüten und Früchte treibt. Um ein Überdüngen zu vermeiden, sollten Pflanzendünger grundsätzlich sparsam dosiert werden. Fast allen Pflanzen bekommen häufige Gaben geringer Mengen an Dünger besser als das Ausbringen von reichlich Pflanzendünger in großen Zeitabständen. Eine Ausnahme bilden Langzeitdünger, die nur ein- bis zweimal jährlich gegeben werden und sich beispielsweise für die Rasenpflege bewährt haben.

Wie schon bemerkt, hängt der Bedarf an Nährstoffen von der Bodenbeschaffenheit ab. Dosierungsempfehlungen der Hersteller beziehen sich auf durchschnittliche Bodenverhältnisse. Sollen Pflanzen auf besonders

nährstoffreichen Böden (z.B. Lehm) gedüngt werden, kann die empfohlene Dosierung bis um die Hälfte reduziert werden. Manchmal ist weniger mehr. Gut zu wissen: Pflanzen, die reichlich Licht bekommen, benötigen mehr Dünger als Schattengewächse. Gerade für Pflanzen an sonnigen Standorten sowie alle über Pflanzenlampen mit reichlich Licht versorgte Gewächse sind regelmäßige Düngergaben besonders wichtig.

#### **2.3.3.8 Wann sollte gedüngt werden?**

Während der Wachstumsphase haben Pflanzen einen erhöhten Nährstoffbedarf. Im Freiland empfiehlt sich daher eine gezielte Pflanzendüngung von März bis August. Werden Gartenpflanzen bis in den Herbst hinein gedüngt, entwickeln sie Triebe, die oft nicht mehr ausreifen (verholzen). Dieser Neuaustrieb fällt häufig dem Frost zum Opfer, was die gesamte Pflanze schwächt. Während der Vegetationsruhe sollte deshalb keine Düngung erfolgen.

Anders verhält es sich bei Zimmerpflanzen, die während des gesamten Jahres kultiviert werden und teils sogar im Winter blühen (z.B. Orchideen). Hier sind ganzjährig regelmäßige Düngergaben zu verabreichen. Dasselbe gilt für Pflanzen, die mit LED-Pflanzenlampen oder einer anderen modernen Pflanzenbeleuchtung das ganze Jahr über mit ausreichend Licht versorgt werden.

#### **2.3.3.9 Fazit**

Nur wenn Pflanzen stets ausreichend Nährstoffe zur Verfügung stehen, können sie wachsen und gedeihen, Blüten und Früchte treiben. Für die optimale Pflanzendüngung gibt es allerdings kein Patentrezept. Wichtig ist es, die Düngergaben auf den Nährstoffbedarf der Pflanzen abzustimmen. Welche Art von Dünger verwendet wird und wie hoch er dosiert werden sollte, richtet sich nach dem Standort (Freiland, Gewächshaus, Zimmer), den Lichtverhältnissen (Sonne, Schatten, Pflanzenlampen), der Pflanzung (Freiland-, Topf- oder Kübelpflanzen) sowie der Bodenbeschaffenheit.

Naturdünger versorgen Pflanzen langsam und gleichmäßig mit allen notwendigen Nährstoffen und Spurenelementen. Anorganische Pflanzendünger wirken deutlich schneller. Sie eignen sich perfekt dazu, gezielt bestimmte Nährstoffe zuzuführen bzw. erkannte Nährstoffmängel auszugleichen. Einige hochkonzentrierte Mineraldünger können zur Gefahr werden. Sind kleine Kinder oder Haustiere im Garten unterwegs, empfiehlt es sich, ausschließlich organische Dünger zu verwenden.

### **2.3.4 So kommen Pflanzen gut durch den Winter**

#### **2.3.4.1 Anbauen im Winter – So geht´s!**

Intensiv lichtbedürftige Pflanzen lieben es warm, hell und nicht zu feucht. Die optimale Temperatur für ein gutes Wachstum liegt bei 24 bis 30 Grad Celsius am Tag und in der Nacht bei etwa 18 bis 22 Grad. In den Sommermonaten werden diese Temperaturen sowohl beim Anbau im Freien wie auch im Grow Room in der Wohnung meist ohne weiteres erreicht. Was passiert jedoch mit den Pflanzen im Winter, wenn die Temperaturen draußen oft bis unter den Gefrierpunkt sinken,

die Tage kürzer werden und das Sonnenlicht nicht mehr die Kraft entwickelt wie in der warmen Jahreszeit? Bereits bei Temperaturen unter 16 Grad Celsius ist die Ernte gefährdet. Zwar kann die Pflanze vereinzelt Frost oder sogar Schneefall überleben, bei andauernder Kälte stirbt sie jedoch ab.

Dies ist aber noch kein Grund zur Sorge, denn mit ein paar Tipps und zusätzlichen Vorkehrungen können die wärmeverwöhnten Pflanzen den Winter auch beim Anbau im Freien überstehen. Neben der richtigen Temperatur am Tag und bei Nacht tragen eine optimale Luftfeuchtigkeit sowie ausreichend Licht maßgeblich zu einem erfolgreichen, ganzjährigen Wachstum der Pflanzen bei. Ganz gleich, die Pflanzen draußen im Gewächs- oder Treibhaus oder in der Wohnung angebaut werden, mit einer entsprechenden Pflege und guten Planung gedeihen sie sowohl im Sommer wie auch im Winter hervorragend. Mithilfe von speziellen LED Grow Lampen, Abdichtungsmaßnahmen oder Heizmatten werden auch in der kalten Jahreszeit optimale Wachstumsbedingungen geschaffen. Wir zeigen dir im Folgenden, wie Pflanzen gut durch den Winter gebracht werden.

#### **2.3.4.2 Diesen Herausforderungen warten im Winter**

Bei Temperaturen unter 16 Grad Celsius stagniert das Wachstum der vieler Zierpflanzen. Hinzu kommt, dass die niedrigen Temperaturen die Pflanze anfälliger für Verfärbungen und hängende Blätter machen, was sich wiederum negativ auf die Photosynthese auswirkt. Zudem besteht bei feuchter Kälte die Gefahr der Schimmelbildung.

Wurde sich dafür entschieden, im Winter anzubauen, dann sollte neben einer ausreichenden Wärmezufuhr auch dafür gesorgt werden, dass die Differenzen zwischen Tages- und Nachttemperatur weder zu hoch noch zu niedrig sind. Das ist wichtig, damit sich die Blüten gut ausbilden können. In den ersten zwei bis drei Wochen der Blütephase sollte die Temperaturdifferenz bei 2 bis 4 Grad Celsius liegen. In der restlichen Blütezeit ist ein Unterschied von maximal 10 Grad Celsius optimal.

Neben der richtigen Temperatur ist zudem auf eine optimale Luftfeuchtigkeit zu achten sowie auf eine ausreichende Lichtzufuhr, für welche der Einsatz von hochwertigen Pflanzenlampen empfehlenswert ist.

##### **2.3.4.2.1 Pflanzenanbau im Innenbereich**

Werden die Pflanzen in einem geschlossenen Raum in der Wohnung angebaut, dann ist das Erreichen der optimalen Wachstumstemperatur weniger problematisch. Meist ist es in beheizten Innenräumen auch im Winter recht warm. Dennoch kann auf den Einsatz des einen oder anderen Hilfsmittels nicht verzichtet werden, denn auch in beheizten Wohnräumen wird eine Temperatur zwischen 24 und 30 Grad Celsius eher selten erreicht. Stehen die Pflanzen in einem separaten Raum, dann kann die Temperatur durch das Hochschalten der Heizung angepasst werden. Alternativ wird eine entsprechende elektrische Heizung eingesetzt. Allerdings ist darauf zu achten, dass das Gebläse nicht direkt auf die Pflanzen gerichtet ist, da diese sonst austrocknen könnten. Eine gute

Alternative stellen mit Öl befüllte Säulenöfen dar, denn diese erzeugen auch ohne Luftzug eine angenehme Wärme.

Optimal zum Erzielen einer gleichbleibenden Temperatur sind Heizlampen. Diese können auch eingesetzt werden, wenn die Pflanzen in bewohnten Räumen stehen und ermöglichen eine punktuelle Beleuchtung sowie Erwärmung. Ein weiterer Vorteil von einer entsprechenden Pflanzenbeleuchtung ist die Tatsache, dass diese problemlos abgeschaltet werden können, wenn die Umgebungstemperaturen für die Pflanzen erreicht ist. Um die Temperaturdifferenzen zwischen Tag und Nacht gering zu halten, macht es Sinn, stromsparende LED Pflanzenlampen in Verbindung mit Heizkörpern einzusetzen. Ein digitaler Thermostat leistet hier nützliche Dienste und ermöglicht es dir, die optimale Temperatur sowohl tagsüber wie auch nachts sicherzustellen. Alternativ zu Kompaktleuchtstofflampen können auch MH oder HPS Lampen eingesetzt werden, diese erzeugen mehr Wärme. Des Weiteren können auch kleinere Heizmatten unter die Pflanzen gelegt und somit die Wurzeln mit zusätzlicher Wärme versorgen werden. Diese werden insbesondere dann eingesetzt, wenn kleinere Kübel zum Anbau eingesetzt werden.

Da die Luft insbesondere durch den Einsatz von Zentralheizung oder elektrischen Heizbläsern in den Anbau Räumen noch trockener wird, solltest die Luftfeuchtigkeit regelmäßig überprüft werden. Diese sollte zwischen 40 und 60 Prozent liegen. Liegt die relative Luftfeuchtigkeit unter diesem empfohlenen Wert, was in der beheizten Jahresperiode oft der Fall sein kann, dann ist auf jeden Fall ein Luftbefeuchter einzusetzen, damit die Pflanzen nicht austrocknen.

Aufgrund des verstärkten Einsatzes von Pflanzenlampen, elektrischen Heizkörpern und Luftbefeuchtern ist zu bedenken, dass die Stromkosten in den kalten Wintermonaten ansteigen können. Zwar wachsen die Pflanzen weiterhin gut, aber die Ernte verteuert sich zwangsläufig.

#### **2.3.4.2.2 Der Anbau im Freien**

Grundsätzlich kann auch draußen im Freien angebaut werden. Insbesondere im Gewächs- oder Treibhaus sind bei einer entsprechenden Pflege gute Ergebnisse zu erzielen. Aber auch hier zählen das Sicherstellen der richtigen Tages- und Nachttemperatur, das Einhalten der optimalen relativen Luftfeuchtigkeit sowie eine ausreichende Lichtzufuhr zu den Herausforderungen beim Anbau. Für kleinere zeltähnliche Grow Rooms im Outdoor Bereich sind zum Beispiel Gas-Terrassenbeheizer empfehlenswert, welche den Pflanzen in den kühlen Nächten ausreichend Wärme zuführen. Zudem empfiehlt sich der Einsatz von Polyethylen-Kunststoff zum Abdecken der Pflanzen während der Nacht. Achte hierbei aber darauf, dass die Gewächse trotz der wärmedämmenden Abdeckung immer noch atmen können und decke tagsüber so viel wie möglich wieder ab. Insbesondere an sonnigen Wintertagen, wenn sich das Zelt oder Gewächshaus durch die direkte Sonneneinstrahlung aufheizt, sollten die Abdeckungen entfernt und erst mit eintretender Dunkelheit eingesetzt werden.

Optimal für eine großflächige Isolierung des Grow Rooms ist eine Verdunkelung. Dadurch wird gewährleistet, dass die Kälte draußen und die Wärme drinnen bleibt. Zudem können die Pflanzen innerhalb des Gewächshauses gut atmen. Bei Glas, Plexiglas oder anderen lichtdurchlässigen Baumaterialien des Grow Rooms wird eine entsprechende Isolierung bereits durch den Einsatz von dicken, dunklen Vorhängen aus schweren, lichtundurchlässigen und wärmeisolierenden Materialien erreicht. Wird im größeren Stil in einem größeren Gewächshaus angebaut, dann kann langfristig auch der etwas kostspieligere Einsatz einer maßgeschneiderten Seilspannmarkise empfehlenswert sein.

Neben einer guten Isolierung ist aber auch auf eine ausreichende Luftzirkulation zu achten, damit es nicht zu Staunässe oder sogar zu Schimmelbildung kommen kann. Insbesondere im Winter besteht oft die Gefahr der Kondensation. Das passiert genau dann, wenn der Wasserdampfgehalt die Aufnahmefähigkeit der Luft übersteigt. Das Wasser kondensiert und es bilden sich kleine Tröpfchen, welche sich auch auf den Pflanzen absetzen. Je weiter die Temperaturen sinken, desto weniger Wasser kann als Dampf in der Luft gelöst bleiben. Nachts kann die relative Luftfeuchtigkeit darum schnell auf Werte von rund 80 Prozent steigen, das sind ideale Bedingungen für die Bildung von Staunässe und Schimmel! Um diesem Problem entgegenzusteuern, ist der Einsatz von Luftentfeuchtern empfehlenswert, welche der Luft die überschüssige Feuchtigkeit entziehen und somit für ein optimales Raumklima sorgen.

### **2.3.5 Fazit**

Ganz gleich, ob draußen im Gewächshaus oder drinnen in den eigenen vier Wänden, die Bedingungen für ein gutes Wachstum und die Ausbildung kräftiger Blüten sind immer dieselben. Mit ausreichend Licht, der richtigen Umgebungstemperatur sowie einer optimalen relativen Luftfeuchtigkeit gedeihen die Pflanzen auch im Winter wunderbar. Während in geschlossenen Wohnräumen aufgrund der beheizten Luft meist gegen eine zu starke Trockenheit angekämpft werden muss, drohen im Gewächshaus eher andauernde Kälte und die Gefahr einer zu hohen Luftfeuchtigkeit. Durch den Einsatz von hochwertigen LED Pflanzenleuchten, separaten Heizkörpern, Luftentfeuchtern bzw. Luftbefeuchtern sowie Maßnahmen zur Isolierung und einer guten Belüftung des jeweiligen Grow Rooms stehen einem Anbau im Winter aber nichts mehr im Wege.

## **2.4 Ernte und Weiterverarbeitung**

### **2.4.1 Richtiges Trocknen und Lagern**

Die Pflanze ist abgeerntet und die frischen, silbrig glitzernden Blüten liegen auf dem Tisch. Nun stellt sich die Frage der richtigen Konservierung, damit das Aroma und die kostbaren Inhaltsstoffe lange erhalten bleiben. Die einfachste Methode wäre nun, die Ernte in einem Dörrautomaten oder auf der Heizung zu trocknen, das ist keine schlechte Idee. Ärgerlich ist, dass dabei zum einen Geschmacksstoffe zerstört werden und es passieren kann, dass sich zum



anderen wegen der Hitze auch die Wirkstoffe zersetzen. Dabei ist es möglich, sowohl das Aroma zu bewahren als auch die Inhaltsstoffe zu schützen. Es ist sogar machbar, durch geschickte Lagerung den Wirkstoffgehalt zu steigern und den Geschmack zu verbessern. Beides beginnt mit der korrekten Trocknung des schnittfeuchten Materials.

#### **2.4.1.1 Blüten richtig Trocknen**

Direkt nach der Ernte werden die Blüten beschnitten. Dabei werden alle Blätter, die über den Blütenstand hinausschauen, rundherum abgeschnitten. Diese Schnittreste sind zum Teil hochpotent und können in einem späteren Arbeitsgang weiterverarbeitet werden.

Nach dem Beschnitt werden die Blüten an ihren Stängeln zum Trocknen aufgehängt. Selbstverständlich darf der Trockenraum nicht zu feucht sein, weil sonst die Trocknung nicht einsetzt und das Material schimmeln könnte. Ideal sind 50 bis 65 Prozent relative Luftfeuchtigkeit und ein kleiner Ventilator, der die Luft sanft bewegt.

Nach etwa zwei Wochen ist das Pflanzenmaterial in der Regel ausreichend getrocknet und kann in einem luftdichten Gefäß an kühlem Ort gelagert werden. Zur Sicherheit sollte die Ernte ab und an überprüft werden, weil nicht ganz durchgetrocknete Blüten zur Schimmelbildung neigen.

Pflanzen, die ihre Wirkstoffe in harzigen Drüsen sammeln, sind auf diese Weise für eine lange Haltbarkeit vorbereitet. Die meisten der begehrten Stoffe verändern sich nur langsam und bleiben bis zu drei Jahren zum Großteil erhalten. Dabei kann eine Lagerung im Kühlschrank diese Zeit sogar noch deutlich verlängern.

#### **2.4.1.2 Steigerung des Wirkstoffgehaltes**

Viele Grower wissen noch nicht, dass bestimmte Stoffe direkt nach der Ernte lediglich in ihrer biologischen Vorform in den Harzen enthalten sind. Typische Vertreter sind die Gattungen *Cannabis sativa* und *Cannabis indica*. Das von vielen gern genossene THC (Tetrahydrocannabinol) liegt anfangs nur als THC-Säure, abgekürzt meist THCA, vor. Das hat für den Züchter Vor- und Nachteile.

Der große Vorteil ist, dass sich diese Säure nur relativ langsam in THC umwandelt und darum die Haltbarkeit verlängert. Bei Raumtemperatur kann es bis zu einem halben Jahr dauern, ehe sich alle THCA umgewandelt hat. Darum hat es den Anschein, als ob gelagertes Marihuana aktiver ist, als frisch geerntetes Gras.

Der markanteste Nachteil ist, dass das Material in Verdampfern, Gebäck oder Tinkturen kaum wirkt. Nur beim Rauchen ist die Temperatur hoch genug, dass sich die THCA ausreichend schnell in THC umwandeln kann, dies wird Decarboxylation genannt. Diese Umwandlung geschieht zwar nicht vollständig, aber immerhin zu einem großen Teil.

Um den Wirkstoffgehalt zu steigern, können grundsätzlich zwei Wege beschritten werden. Der Erste wäre der, das Gras einfach bei Raumtemperatur rund drei

Monate liegen zu lassen. Danach ist ein Großteil decarboxyliert und das Material kann auf beliebige Art genossen werden. Der andere ist der, den Prozess zu beschleunigen und die Umwandlung künstlich herbeizuführen.

Freunde des ersten Weges wird die Fermentation empfohlen, darauf wird im übernächsten Kapitel eingegangen. Wer keine Zeit hat, der macht sich an die Arbeit und decarboxyliert direkt nach der Ernte oder dem Trockenprozess.

#### **2.4.1.3 Decarboxylation**

Zwar führen viele Wege zum Erfolg, doch ist es für den Privatmann oft schwierig, zeit- oder temperaturkritische Prozesse zu managen. Darum hier ein einfaches Verfahren, das garantiert zum Erfolg führt und zudem fehlertolerant ist.

Benötigt werden zwei Töpfe, die ineinander gestellt werden können. Der größere Topf wird mit kochendem Wasser gefüllt und der andere mit dem Pflanzenmaterial. Der Topf mit dem Material wird mit einem Metall- oder Glasdeckel abgedeckt, in den größeren Kessel gestellt und das Wasser auf kleiner Flamme kochen lassen. Alle 15 Minuten wird der Deckel des Topfs gelüftet und das an ihm kondensierte Wasser abgewaschen. Nach 90 Minuten ist der Prozess abgeschlossen und der Pflanzenschnitt ist sogar bei frischen Kräutern durchgetrocknet.

#### **2.4.1.4 Fermentation**

Eine erfolgreich durchgeführte Fermentation spezieller Pflanzen ist die Krönung einer jeden Ernte. Sie macht das Kraut aromatisch und mild, lässt neue Geschmackstoffe entstehen und erhöht den Genuss. Auch hier gibt es zahlreiche Methoden, die alle ihre Vor- und Nachteile haben. In Folge wird ein Verfahren vorgestellt, das sicher ist und gute Ergebnisse hervorbringt.

Benötigt wird ein sogenannter Humidor, der für kleines Geld im Internet bestellt werden kann. Diese Humidore haben einen Feuchtigkeitsmesser und einen Behälter für Wasser. Meist pendelt sich die relative Feuchtigkeit ganz automatisch zwischen 70 und 80 Prozent ein. Das ist auch genau der Wert, der benötigt wird, um die Fermentation erfolgreich durchzuführen. Schimmel bildet sich in der Regel erst ab einer Feuchtigkeit von 80 Prozent. Die für die Verbesserung verantwortlichen Bakterien sind aber schon mit 65 bis 70 Prozent zufrieden. Bei dieser Feuchtigkeit wandeln sie im Laufe der Zeit das Blattgrün in aromatische Verbindungen um. Genau wie aus grünem, fast ungenießbarem Rohtabak durch Fermentation wohlschmeckender Pfeifen- oder Zigarrentabak wird, so wird aus kratzigen, scharf schmeckenden Kräutern binnen weniger Wochen eine hocharomatische Rauchmischung. Meistens ist der Prozess nach acht Wochen so weit fortgeschritten, dass sowohl Geschmack als auch Wirksamkeit überzeugen. Spätestens nach drei Monaten wird der Freund leckerer Rauchwaren seine helle Freude an dem Ergebnis haben.

Wer sich keinen Humidor leisten kann, der kann sich aus einer dichten Plastikdose selbst einen bauen. Dazu wird in diese Dose eine Schale mit angefeuchtetem Kochsalz gestellt. Dieses Salz hat bei Raumtemperatur die Eigenschaft, bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von unter 75,5 Prozent Wasser

abzugeben und bei einem höheren Wert welches aufzunehmen. Diese Eigenschaft wird Deliqueszenzfeuchte bzw. Sättigungsfeuchte genannt und der Anwender muss lediglich darauf achten, dass das Salz in der Schale nicht austrocknet.

Allerdings hat dieser selbstgebaute Humidor einen großen Nachteil. Bei zu hoher Feuchte durch verschüttetes Wasser oder zu feuchter Pflanzenmasse kann es schnell zu Schimmelbildung kommen. Darum ist die Beigabe einiger Tropfen Propylenglycol zu dem Salz verpflichtend. Diese Substanz ist leicht erhältlich, weil sie Bestandteil der meisten Liquids für elektrische Zigaretten ist. Dennoch sollte der Anwender seinen Humidor regelmäßig kontrollieren und bei Schimmelbefall den Vorgang sofort abbrechen.

#### **2.4.2 Tinkturen und Liquide**

Viele Gärtner möchten die Aromen ihrer Pflanzen auch nach dem Verblühen dauerhaft bewahren. Die einfachste Methode ist die des Trocknens. Getrocknete Kräuter halten sich viele Monate, manchmal sogar Jahre. Leider ist der Genuss trockener Pflanzenmasse mit Aufwand verbunden. Entweder muss das Gut erhitzt, verbrannt oder in heißem Wasser aufgebrüht werden. Beides ist nicht optimal, weil die begehrten Inhaltsstoffe oft nicht wasserlöslich sind und beim Erhitzen Aromen verloren gehen. Ein gut gangbarer Weg zur Konservierung ist die Herstellung einer Tinktur, in der die gewünschten Stoffe enthalten sind. Dabei sind zwei Wege möglich, die beide zu dem gewünschten Ergebnis führen. Wichtig ist es zu wissen, dass manche der gewünschten Substanzen sich erst durch Erhitzung oder durch Lagerung entwickeln. Darum verwerten viele Freunde der Tinkturen ihre Pflanzen erst nach einer drei bis vier Monate langen Lagerung weiter.

##### **2.4.2.1 Alkoholauszug**

Für einen genießbaren Auszug wird möglichst hochkonzentrierter Ethylalkohol benötigt. Natürlich reicht auch Schnaps aus dem Supermarkt aus. Aber der kann nicht so viele Inhaltsstoffe lösen, wie z. B. Ethylalkohol aus der Apotheke, der mit 70% Volumenanteilen Alkohol besser geeignet ist.

Die Kräuter werden im Verhältnis 1:10 mit Alkohol übergossen. Also z. B. 10 Gramm Pflanzenmasse und 100 Milliliter Alkohol. Dabei muss darauf geachtet werden, dass das Material komplett bedeckt ist. Am Besten wird dies in einem verschließbaren Glas gemacht, das danach in die Tiefkühltruhe kommt und einmal täglich leicht geschüttelt wird. Gekühlt werden zwar die gewünschten Inhaltsstoffe gelöst, aber das Blattgrün nur zum Teil. Zwar sind in der fertigen Tinktur auch Spuren von Chlorophyll zu finden, aber die sollten bei einer oralen Aufnahme nicht stören.

Nach einer Woche im Tiefkühlfach sind alle wichtigen Bestandteile gelöst und der Alkohol wird durch einen Kaffeefilter abgeschüttet. Selbstverständlich werden die verbleibenden Blattreste möglichst gut ausgepresst, damit nichts verschwendet wird. Soll der Auszug möglichst rein sein, wird dieser noch mit Aktivkohle

gereinigt. Dazu werden 15 Gramm Aktivkohle je 100 Milliliter Auszug eingerührt, gut durchgeschüttelt und einen Tag lang stehen lassen. Danach ist der Auszug fast klar, sollte allerdings erneut gefiltert werden. Leider nimmt die Aktivkohle auch feinere Aromen auf, da muss der Anwender abwägen.

Handelt es sich um einen Auszug von Heilkräutern, wird dieser an einem dunklen, kühlen Ort mit Angabe des Herstellungsdatums aufbewahrt. Es bleibt so lange Zeit wirksam. Sind die Wirkstoffe lipophil, also fettliebend, kann für den täglichen Bedarf ein kleines Pipettenfläschchen aufgefüllt und die gewünschte Dosis mittels der Pipette tröpfchenweise unter die Zunge geträufelt werden. Durch diese sublinguale Aufnahme gelangen die Wirkstoffe sofort in den Blutkreislauf und werden nicht, wie beim Schlucken, über den Umweg der Leber aufgenommen.

Um die Wirkstoffe rein zu erhalten, wird der Alkoholauszug an einem gut gelüfteten Ort ausdünsten lassen. Übrig bleiben die Inhaltsstoffe, die vielfältig weiter verwendet werden können. Viele Harze können z. B. in Liquid für elektrische Zigaretten aufgelöst und danach unauffällig inhaliert werden. Allerdings ist in diesem Fall eine Reinigung mit Aktivkohle sinnvoll. Weiter unten wird die Herstellung von Liquid für elektrische Zigaretten näher beschrieben. Auch die Inhalation der reinen Harze selbst ist möglich und wird oft praktiziert. Ein Tupper Harz, der auf einem Streifen Aluminiumfolie aufgebracht wird, kann mittels einer Kerze verdampft und – je nach Art des Harzes – ohne Gefahr für die Gesundheit inhaliert werden.

#### **2.4.2.2 Ölauszug**

Noch einfacher als ein Alkoholauszug ist der Ölauszug herzustellen. Er wird zur ersten Wahl, wenn eine Tinktur benötigt wird, die einem empfindlichen Menschen auf die Haut aufgetragen werden soll. Auch ist der Geschmack der Tinktur etwas besser, darum wird er auch gerne unter die Zunge getropft und sublingual genossen. Durch die Herstellungsart bleiben die feinen Aromen der Pflanze erhalten und eine Reinigung ist in der Regel weder nötig noch sinnvoll.

Zur Herstellung wird als Erstes ein hochwertiges Pflanzenöl gewählt. Das ist wichtig, weil minderwertige Öle einen schlechten Geschmack haben und meist schnell verharzen. Olivenöl ist in der Regel sehr gut geeignet und in akzeptabler Qualität zu moderaten Preisen erhältlich.

Der zweite Schritt ist wie gehabt. Die Kräuter kommen in ein verschließbares Glas und werden mit dem Öl bedeckt. Die meist lipophilen Aromen werden nun in dem Öl gelöst, das dauert um die drei Wochen. In dieser Zeit wird das Glas an einem dunklen Ort aufbewahrt und gelegentlich ein wenig umgerührt bzw. geschüttelt. Der fertige Auszug kann im Kühlschrank längere Zeit verbleiben, sollte aber binnen eines Jahres aufgebraucht werden. Spätestens, wenn das Öl muffig riecht, ist es schlecht geworden und muss entsorgt werden.

#### **2.4.2.3 Liquid für die elektrische Zigarette**

Manche Kräuter sind so aromatisch, dass sie als Grundlage für die Herstellung eines Liquids für elektrische Zigaretten dienen können. Dazu wird der

Alkoholauszug völlig eintrocknen lassen, damit die reinen Aromen übrig bleiben. Diese werden dann mit dem Liquid, das idealerweise eine Mischung zu jeweils gleichen Teilen aus Propylenglykol und vegetarischem Glycerin ist, vermischt. Anfängern wird empfohlen, sich eine fertige, geschmacksneutrale Mischung ohne Nikotin aus dem Fachhandel zu besorgen.

Damit die Aromen sich in dem Liquid auflösen, kann es nötig sein, sie vorher in etwas hochprozentigem Ethylalkohol (90%) aufzulösen. Es ist die minimale Menge zu wählen, weil eine Mischung, die mehr als 10% Alkohol enthält, beim Inhalieren im Hals kratzt.

Flocken die Aromen beim Mischen aus, ist das kein Beinbruch. Sie können später weiter verwendet werden oder es wird mehr Alkohol bzw. vorgefertigtes Liquid zugegeben. Ist die Mischung gelungen, hat der Kräuterfreund ein lang haltbares Liquid, das unauffällig und geruchsneutral genossen werden kann.

#### **2.4.2.4 Fazit**

Die Herstellung von Auszügen ist eine sinnvolle Angelegenheit, weil diese Auszüge ohne unbeabsichtigte Nebenwirkungen genossen werden können. Die Aufnahme von Aromen durch die Inhalation des Rauches verbrannter Pflanzen hat immer negative Auswirkungen auf die Gesundheit. Dies entfällt bei der Inhalation des Liquids oder der sublingualen Aufnahme der Tinkturen. Dazu kommen die bessere Dosierbarkeit, der unauffällige Genuss und die lange Haltbarkeit. Kurzum, die Herstellung von Tinkturen und Liquide sind nützliche Verfahren, um die Palette der Anwendungen bestimmter Kräuter zu verbreitern.

### **3. Technik**

#### **3.1 Beleuchtung**

##### **3.1.1 Begriffsdefinition: Lumen, Lux, Candela, etc.**

Jeder kennt es aber kaum einer weiß auch nur ansatzweise, was es ist. Es geht um Licht, das große Geheimnis. Albert Einstein lüftete es zum Teil, wurde darum Professor und erhielt später wegen der Entdeckung des photoelektrischen Effekts den Nobelpreis.

Gut, das sind recht komplexe physikalische Betrachtungen, die sich mit der Natur des Lichtes beschäftigen. Hier werden in Folge nur die Teile der Theorie beleuchtet, die dazu beitragen, die unterschiedlichen Maßeinheiten des Lichts zu verstehen. Außerdem werden einige für die Physik wichtige Einheiten ausgelassen, weil diese für den Züchter nicht von Interesse sind.

##### **3.1.1.1 Grundlagen**

Das für uns Menschen wahrnehmbare Licht stammt aus einem kleinen Bereich der elektromagnetischen Strahlung. Nur die Wellenlängen, die zwischen 380 und 780 Nanometer lang sind, sind für uns sichtbar. Über diesem Band liegt infrarotes Licht, darunter Ultraviolettes. Die Kombination aller Wellenlängen erscheint uns als weißes Licht. Die »Menge« dieses Lichts wird meist in Lumen (Lichtstrom) oder in Lux (Beleuchtungsstärke) angegeben. Im nächsten Kapitel wird näher darauf eingegangen werden.

Gegenstände, die von weißem Licht beleuchtet sind, erscheinen uns in der Farbe, die von diesen reflektiert wird. Darum sehen wir Pflanzenblätter in der Regel in einem Grünton, weil alle anderen Bestandteile des Lichts von dem Blatt absorbiert werden.

Diese Tatsache ist bemerkenswert und für den Züchter von enormer Tragweite. Sobald er nämlich seine Pflanzen mit Kunstlicht beleuchtet, wird es sich Gedanken darüber machen müssen, mit welchem Licht er diese bestrahlt. Nimmt er eine Leuchte, die sonnenähnliches Licht emittiert, werden die Pflanzen dieses Licht nur zu einem kleinen Teil verarbeiten können. Eine ideale Pflanzlampe hat also ein Licht, das zu einem möglichst großen Anteil aus den Spektren besteht, die auch zur Photosynthese verwendet werden können.

Diese Überlegung führt zu der photosynthetisch aktiven Strahlung, die mit PAR abgekürzt wird. Das ist keine Einheit, sondern die Bezeichnung für ein Spektrum, das von Pflanzen verwertet werden kann. Dabei ist eine weitere Eigenschaft des Lichts von Interesse. Licht hat neben Wellencharakter auch Teilchencharakter und darum wird diese Strahlung meist in  $\mu\text{mol/s}$  für den Photonenfluss bzw.  $\mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$  für die Photonenstromdichte angegeben.

Schon kompliziert genug, nicht wahr? Leider wird es noch ein wenig schwieriger. Weil jede Pflanze ein anderes Spektrum bevorzugt, mussten sich die Wissenschaftler etwas einfallen lassen. Sie haben darum Spektren entwickelt, die die Bedürfnisse der meisten Pflanzen abbilden. Eines davon wurde in dem Normblatt 5031-10 der deutschen Industrienorm festgehalten und wird als Grundlage für Messungen herangezogen. Ein anderes PAR-Spektrum, speziell für Nutzpflanzen, wurde bereits 1972 von Keith J. McCree entwickelt. Auch der Japaner Katsumi Inada trug ein solches Spektrum bei, dieses wurde später von Shinji Tazawa mit dem von McCree zusammengeführt.

Lange Rede, kurzer Sinn: Es macht keinen Sinn, bei der Auswahl der Beleuchtung auf allgemeine Datenblätter oder Normen zurückgreifen zu wollen. Selbst in DIN 5031-10 wird zugegeben, dass das Spektrum nicht für alle Pflanzen allgemeingültig verwendet werden kann. Darum muss der Züchter, wenn vorwiegend eine bestimmte Pflanzenfamilie kultiviert werden soll, die Beleuchtung dem PAR-Spektrum dieser Familie anpassen.

### **3.1.1.2 Oft verwendete Einheiten**

Beginnen wir mit der ersten für das Licht verwendeten Einheit, die Candela. Das Wort stammt aus dem lateinischen und bedeutet schlicht und ergreifend »Kerze«. Und tatsächlich hat eine gewöhnliche Haushaltskerze die Lichtstärke einer Candela. Früher wurde sogar die Helligkeit von Glühlampen in Candela angegeben. Eine »hundertkerzige« Leuchte war eben hundert Mal so stark wie eine Kerze und entsprach einer Glühlampe mit rund 20 Watt Leistungsaufnahme. Heute wird das Licht nur selten in dieser Einheit angegeben, aber weiterhin ist die Candela eine Basiseinheit. Besser zu handhaben sind die Einheiten des Lichtstroms in Lumen und der Beleuchtungsstärke in Lux. Für beide Einheiten wird dabei das für das menschliche Auge sichtbare Licht zu Grunde gelegt, nicht

die tatsächliche Strahlungsenergie. So hat eine Lampe, die im gelben Bereich strahlt, trotz der gleichen Energieaufnahme höhere Werte als eine, die im roten oder blauen Bereich strahlt. Das liegt daran, dass wir Menschen gelb-grüne Spektren besser wahrnehmen, als die benachbarten roten bzw. blauen Spektren. Der aufmerksame Leser merkt spätestens hier, dass eine Angabe in Lumen bzw. Lux für die Bewertung einer Pflanzleuchte irrelevant und irreführend ist. Pflanzen benötigen ja zur Hauptsache Licht im roten und blauen Bereich, das nicht verwendete grün-gelbe Licht wird reflektiert. Zwar gibt es einen Zusammenhang zwischen den Werten, der bei manchen Bauarten gut angenähert werden kann. Doch für die von Pflanzen verwertbare Strahlung ist diese Angabe bei Speziallampen meist sinnlos.

Wer also wissen möchte, welches Licht von seinen Pflanzen gut verwertet werden kann, ist gut beraten, sich nicht auf die Angaben in Lumen oder Lux zu verlassen. Die Angaben in  $\mu\text{mol/s}$  bzw.  $\mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$  sind relevanter und ebenso gut zu vergleichen. Einen Weg zur Umrechnung ist weiter unten aufgeführt. Übrigens gilt sowohl bei Lumen und Lux als auch bei  $\mu\text{mol/s}$  und  $\mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$  der gleiche Zusammenhang. Ein Lumen, auf einem Quadratmeter Fläche, entspricht einem Lux. Ein Lux ist also ein Lumen pro Quadratmeter. So ist es möglich, die Einheiten so zu umzurechnen, dass sie miteinander verglichen werden können.

#### **3.1.1.2.1 Beispiel**

Ein Hersteller gibt an, dass seine Leuchte einen Photonenfluss von  $200 \mu\text{mol/s}$  emittiert. Er empfiehlt, mit dieser Leuchte eine Fläche von einem halben Quadratmeter zu bestrahlen. Damit wäre eine Photonenstromdichte von  $400 \mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$  gegeben.

#### **3.1.1.3 Umrechnungen**

In Folge einige Umrechnungen von oft verwendeten Einheiten. Bis auf die Werte von Lumen und Lux sind stets die Werte der photosynthetisch aktiven Strahlung (PAR) gemeint.

##### **3.1.1.3.1 Lumen zu $\mu\text{mol/s}$ (Näherungswerte)**

LED-Pflanzlampe – Lumen / 30

Sonnenlicht – Lumen / 55

Kaltweiße Leuchtstoffröhren – Lumen / 75

Natriumdampf-Hochdrucklampen – Lumen / 65

Natriumdampf-Niederdrucklampen – Lumen / 85

Halogen-Metall dampflampen – Lumen / 70

Keramik- und andere Metall dampflampen – Lumen / 65

##### **3.1.1.3.2 $\mu\text{mol/s}$ zu Lumen (Näherungswerte)**

LED-Pflanzlampe –  $\mu\text{mol/s}$  \* 30

Sonnenlicht –  $\mu\text{mol/s}$  \* 55

Kaltweiße Leuchtstoffröhren –  $\mu\text{mol/s}$  \* 75

Natriumdampf-Hochdrucklampen –  $\mu\text{mol/s}$  \* 65

Natriumdampf-Niederdrucklampen –  $\mu\text{mol/s}$  \* 85

Halogen-Metall dampflampen –  $\mu\text{mol/s}$  \* 70

Keramik- und andere Metalldampflampen –  $\mu\text{mol/s} \cdot 65$

### **3.1.1.3.2.1 Beispiel**

Ein Hersteller von Pflanzleuchten gibt die Leistung einer seiner LED-Speziellampen mit  $200 \mu\text{mol/s}$  an. Ein Konkurrent hat eine Metalldampflampe im Angebot, die 12.500 Lumen emittiert. Welche Lampe ist für die Pflanze die Bessere? (Die Werte wurden den aktuellen Leistungsbeschreibungen div. Anbieter entnommen.)

$$12.500 \text{ Lumen} / 65 = 192,31 \mu\text{mol/s}$$

Natürlich ist das nur ein Schätzwert, der gut und gerne um 10% von dem tatsächlichen Wert abweichen kann. Aber werden zusätzlich die Leistungsaufnahmen der Leuchten betrachtet, wird die Entscheidung einfacher.

Leistungsaufnahme LED-Speziellampe – 120 Watt

Leistungsaufnahme Metalldampflampe – 250 Watt

Kurzum wird die Metalldampflampe bei leicht geringerer Leistung mehr als doppelt so viel Energie verbrauchen und zudem eine deutlich kürzere Betriebsdauer haben.

### **3.1.1.3.3 $\text{W/m}^2$ zu $\mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$**

$$1 \text{ W/m}^2 = 4,6 \mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$$

### **3.1.1.3.4 $\mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ zu $\text{W/m}^2$**

$$1 \mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2) = 0,22 \text{ W/m}^2$$

Andere Einheiten, die durchaus gängig sind, werden hier nicht erwähnt. Sie sind für den Physiker von Interesse, nicht aber für den Grower, der seine Pflanzen optimal aufziehen möchte.

## **3.1.2 Die Evolution der LED-Technik von damals bis heute**

Die Entwicklung der LEDs dauerte viele Jahrzehnte. Bis aus den ersten Versuchen eine zuverlässige Lichtquelle für den Verbraucher werden konnte, brauchte es viel Zeit und eine Reihe von unterschiedlichen Entwicklern auf der ganzen Welt. Selbst als die ersten LEDs schließlich marktreif waren und es entsprechende LED-Geräte gab, sah man lange Zeit keine Notwendigkeit, die alten Glühlampen zu verbessern oder sie gar auszuringieren. Es war ein weiter Weg von den ersten Versuchen mit Halbleitern für die Signalübertragung bis zu einer kostengünstigen und energieeffizienten Alternative in puncto Lichtquelle: der LED.

### **3.1.2.1 LED: Eine kurze Definition**

Die Abkürzung LED steht für Leuchtdiode und ist die Abkürzung von light-emitting-diode, was schlicht lichtemittierende Diode bedeutet. Eine Diode ist



eine Elektronenröhre mit den beiden Elektroden Anode und Kathode. Dabei kann der Strom von der einen in die andere Richtung fast ungehindert fließen, wohingegen der Strom in die andere Richtung kaum durchgelassen wird. Eine Leuchtdiode besteht aus so einer Halbleiter-Komponente, die Licht emittiert, also aussendet, basierend auf dem Prinzip einer herkömmlichen Diode.

### **3.1.2.2 Die historische Entwicklung der LEDs**

Die Geschichte der Leuchtdiode nimmt, man mag es kaum glauben, einen langen Zeitraum in der Entwicklungsgeschichte ein. Auch wenn uns diese Lichttechnik relativ neu vorkommt, beginnt die eigentliche Entstehung schon im zweiten Teil des 19. Jahrhunderts.

#### **3.1.2.2.1 Karl Ferdinand Braun als Wegbereiter**

Der deutsche Physiker und spätere Nobelpreisträger Karl Ferdinand Braun war zu Beginn seiner Forschung in erster Linie auf die Signalübertragung fokussiert. Mit 24 Jahren beschäftigte er sich mit den Eigenschaften von Elektrolyten und Kristallen, die Elektrizität leiteten. Bei der Untersuchung von Bleisulfid mit der Spitze eines dünnen Metalldrahts im Jahre 1874 merkte Braun, dass der Strom nur in eine Richtung frei fließen konnte. In der anderen Richtung floss jedoch weitaus weniger Strom. Er selbst und dem wissenschaftlich geschulten Publikum, dem er diesen Halbleiter-Effekt 1876 vorführte, blieben die Gründe dafür ein Rätsel.

#### **3.1.2.2.2 Round und der lichtemittierende Diodeneffekt**

Erst der britische Ingenieur Henry Joseph Round, der für den berühmten Forscher Marconi arbeitete, experimentierte zu Beginn des 20. Jahrhunderts mit Kristalldetektoren im Zuge der Entwicklung von Funkempfängern und beobachtete den lichtemittierenden Diodeneffekt. 1907 legte er einen Bericht über die Lichtemission von Carborundum (Roh-Siliziumkarbid) und anderen Substanzen vor. Aus dem Carborundum drang ein gelbliches Licht bei niedriger Spannung. Bei höheren Spannungen sah er hingegen gelbe, hellgrüne, orange und blaue Lichter an verschiedenen Punkten unterschiedlicher Kristalle. In allen getesteten Fällen schien das Glühen aus dem negativen Pol zu kommen, wohingegen ein heller blaugrüner Funke auf dem positiven Pol erschien. Es gab vermutlich eine Verbindung zwischen der Spannung über dem Carborundum-Übergang und der Emission von Licht. Auch Round verstand den Mechanismus seiner Entdeckung nicht.

#### **3.1.2.2.3 Das Verständnis der Halbleiterwirkung durch Losev**

Bis in die 1920er Jahre stand die LED-Forschung still. Erst dann betrat der junge russische Ingenieur Oleg Losev, der im Übrigen keinerlei formale Ausbildung erhalten hatte, auf die Bühne. Er beobachtete die Emission von Licht aus Zinkoxid- und Siliziumkarbidgleichrichterdiolen, die in Funkempfängern verwendet wurden. 1927 veröffentlichte er seinen ersten Artikel zur Emission von Siliziumkarbidioden in einer russischen Zeitschrift. Auch britische und deutsche Zeitschriften zeigten bald Interesse an Losevs Artikel.

Losev stellte den Stromschwellenwert für den Beginn der Emission von Licht aus dem Punktkontakt zwischen einem Siliziumkarbidkristall und einem Metalldraht ein und notierte das Spektrum dieses Lichts. Es lässt sich sagen, dass dies die Entdeckung dessen war, was wir heutzutage als die lichtemittierende Diode bzw. LED kennen. Er studierte die LEDs und ihre Anwendungen umfassend und veröffentlichte zwischen 1924 und 1930 eine Vielzahl von Artikeln.

Losev biss sich an diesem Thema fest und begriff die Hintergründe dieser bisher so unverständenen Erscheinung. Er erkannte die nicht-thermische Natur der Lichtemission, da es eine Halbleiterwirkung war. Er verstand, dass die Lichtemission auf die Wirkungsweise der Diode bezogen war. Zudem nahm er genaue Messungen über die Strom-Spannungs-Kennlinien des Gerätes vor. Losev benutzte Einsteins Quantentheorie, um die Wirkung der LED zu beschreiben und nannte diesen Emissionsprozess den umgekehrten photoelektrischen Effekt. Er schlug zudem eine Formel vor, die sich auf den Spannungsabfall am Diodenkontakt  $V$ , die elektronische Ladung  $e$  und die Häufigkeit der Lichtemission  $h$  bezog:  $v=eV/h$ ; eine Formel, die auch heute noch benutzt wird.

In seiner weiterführenden Arbeit untersuchte Losev die Temperaturverhältnisse des Effektes bzw. die Abkühlung der Halbleiter auf sehr niedrige Temperaturen. Er modulierte auch die LED, um die Auswirkungen der Frequenz eines Stroms zu sehen, der an die Diode angelegt wurde.

1929 veröffentlichte Losev detaillierte Messungen der LED-Spektren und beobachtete ihre Abhängigkeit von Strömen. Bemerkenswerterweise verwendeten die ersten signifikanten blauen LEDs, die in den frühen 1990er Jahren neu erfunden wurden, Siliziumkarbid. In der Telekommunikation war Losev der Erste, der das wahre Potenzial der LEDs begriff.

#### **3.1.2.2.4 Die Infrarot-LED**

In den kommenden Jahren gab es in der Halbleitertechnologie immer mal wieder kleinere Entwicklungen. Der nächste große Sprung gelang jedoch Robert Baird und Gary Pittman im Jahre 1961. Sie erfanden für die Firma Texas Instruments (heute Texas Instrument Incorporated – TI, eines der größten US-amerikanischen Technologieunternehmen) die Infrarot-LED und erwarben ein Patent dafür.

#### **3.1.2.2.5 Der Durchbruch durch den Bandabstand**

Erst Dr. Nick Holonyak Jr., ein amerikanischer Ingenieur und Wissenschaftler, fand den Durchbruch. Er entwickelte 1960 Galliumarsenidphosphid. Damit konnte der Bandabstand des Halbleitermaterials verändert werden. Dies war der Wegbereiter zur Tunnelodiode. Holonyak konnte 1962 dadurch die optischen Eigenschaften beeinflussen, nachdem er einen Infrarot Galliumarsenid-Halbleiterlaser gesehen hatte. Mithilfe von Dr. Robert Hall gelang es Holonyak, seine sichtbare rote LED im selben Jahr herzustellen. Dr. Holonyak Jr. erfand damit die erste lichtemittierende Diode, die sichtbares Licht erzeugte.

#### **3.1.2.2.6 Die erste gelbe LED**

M. George Craford entwickelte schließlich für die Monsanto Company die erste gelbe LED mit Galliumarsenidphosphid in der Diode. Er verbesserte zudem die Helligkeit der roten und rot-orangen LEDs um das Zehnfache.

#### **3.1.2.2.7 Effizienz-Entwicklung**

Mitte der 70er Jahre experimentierte T. P. Pearsall mit neuen Halbleitermaterialien, um die LED-Technologie für den Einsatz in optischen Faserübertragungen für die Telekommunikation anzupassen. Er entwickelte die ersten LEDs, die eine intensive Helligkeit mit höherer Effizienz verbanden.

#### **3.1.2.2.8 LED-Technologie für jeden**

Monsanto produzierte als erste Firma sichtbare LEDs in Massen. Im Jahr 1968 stellte sie rote LEDs als Indikatoren her. Shuji Nakamura erfand 1994 schließlich die erste blaue LED, die Galliumnitrid verwendete. 1995 untersuchte Alberto Baribieri die Zuverlässigkeit und Effizienz der LEDs, die eine hohe Helligkeit aufwiesen, und entwickelte eine LED aus Indiumzinnoxid (ITO). ITO ist im sichtbaren Licht fast durchsichtig und besteht aus Aluminiumgalliumindiumphosphid (AlGaInP) und Galliumarsenid (GaAs). Die Existenz der blauen LEDs und hocheffizienten LEDs führte bald auch zur Entwicklung von weißen LEDs, die Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>: Ce (YAG) verwenden. Diese Abkürzung steht für Yttrium-Aluminium-Granat, ein synthetisches kristallines Material. Es ist eine Phosphor-Beschichtung, die gelbes (nach unten umgewandeltes) Licht mit blau mischt, um Licht zu erzeugen, das weiß erscheint.

#### **3.1.2.2.9 Die LEDs der 2000er**

2001 und 2002 wurden Galliumnitrid-LEDs (geringe externe Quanteneffizienz) auf Silizium umgestellt, um eine verbesserte Lichtleistung, eine verlängerte Produktlebensdauer und einen effektiveren Umweltschutz zu erreichen.

#### **3.1.2.2.10 LEDs für Höchstleistungen**

2012 demonstrierte Osram die Hochleistungs-Indiumgalliumnitrid LEDs. Indiumgalliumnitrid bildet eine lichtemittierende Schicht auf den heutigen blauen und grünen LEDs. Es wird oftmals mithilfe von Galliumnitrid auf einem transparenten Substrat gezüchtet, wie z.B. Saphir oder Siliziumkarbid. Die Wärmekapazität ist hoch, die Empfindlichkeit gegenüber ionisierender Strahlung jedoch niedrig.

#### **3.1.2.2.11 Zusammenfassung**

Wie sich zeigte, war die Entwicklung der LED vom ersten Schritt bis zum heutigen Tag einem langen Prozess unterworfen. Die Entwicklung der Halbleitertechnik mit der Nutzung unterschiedlicher Halbleitermaterialien führte nicht nur zu einer energieeffizienten Lichtquelle. Darüber hinaus hat sie das Farbspektrum des künstlich erzeugten Lichts deutlich vergrößert.

#### **3.1.2.3 LED Pflanzenlicht von der NASA getestet**

Für das Ziehen von Pflanzen diverser Art ist eine LED-Pflanzenlampe mehr als nur eine Alternative. Linda Herridge vom National Aeronautics and Space Administration (NASA) veröffentlichte 2012 einen Artikel über die Effizienz von LEDs für das Pflanzenwachstum durch gezielte Pflanzenbeleuchtung. Für lange

Raumfahrtmissionen müssen effektive Lösungen gefunden werden, um pflanzliche Nahrung schnell wachsen zu lassen. Versuche in künstlichen Habitaten mit der Hilfe von LED-Leuchten wurden durchgeführt. Dazu wurden diverse Pflanzenarten mit roter oder blauer LED-Beleuchtung unterschiedlicher Lichtspektren bestrahlt. Es wurde nicht nur die Vielseitigkeit und Effizienz der LEDs hervorgehoben, sondern auch ihre lange Lebensdauer.

Die Wachstumsreaktion der Pflanzen auf rote und blaue LEDs wurde genau getestet und untersucht. Bei roten und blauen LEDs zeigten die untersuchten essbaren Pflanzen einen erhöhten Anthocyane-Anteil, der als starkes Antioxidans gilt. Die kleinsten Änderungen in den Lichtverhältnissen konnten die antioxidativen Eigenschaften deutlich beeinflussen. Dies bedeutet, dass die Kenntnis über die unterschiedlichen Lichtquellen auch auf der Erde einen enormen Einfluss auf das Wachstum unserer Pflanzen nehmen.

Durch die Forschung der NASA wurde klar, dass Pflanzen dazu neigen, blaues und rotes Licht für die Fotosynthese zu verwenden. Grünes Licht wird hingegen von den Blättern reflektiert.

#### **3.1.2.4 LED Grow Lampe**

Das Besondere an LEDs bzw. an LED Pflanzenlicht ist die Produktion einer spezifischen Wellenlänge (Farbe) des Lichts. Die unterschiedlichen Wellenlängen des Lichts (Farben) können auf die Wachstumsstufen abgestimmt werden. LEDs können nun verwendet werden, um Pflanzen vom Anfang bis zum Ende ihres Lebenszyklus beim Wachstum effektiv zu unterstützen.

Dabei sind sie energetisch hocheffizient, sodass die Stromrechnung nicht in die Höhe schnellt. Sie entwickeln kaum Wärme. Auf sehr kleinen Anbauflächen muss somit nicht auf die Hitzeentwicklung geachtet und separate Kühlsysteme eingebaut werden. Die meisten LED Pflanzenlampen können direkt in eine reguläre Steckdose gesteckt werden und benötigen kein Vorschaltgerät.

Die für den herkömmlichen Haushalt angebotenen LEDs sollten nicht zum Growen benutzt werden, da das benötigte Lichtspektrum mit der erforderlichen Wellenlänge nur sekundär vorhanden ist. Leuchten mit speziellem Pflanzenlicht kann jedoch im Growshop erworben werden.

#### **3.1.3 LED Pflanzenlampen und alternative Beleuchtungsoptionen**

Das Wachstum der Pflanzen ist abhängig von der Gattung, dem Substrat, auf dem die Pflanzen wachsen, und dem zugeführten Licht. Sonnenpflanzen (Heliophyten), zu denen unter anderem die Silberdistel, das Heidekraut, die Königskerze, der Thymian und der Hanf zählen, benötigen besonders viel Licht. Doch auch die spektrale Verteilung der einzelnen Wellenlängen des Lichts ist entscheidend für das Wachstum mancher Gewächse. Überwiegen die Blauanteile, wird der Wuchs eher dicht und gedrängt. Dominieren die Rotanteile, werden sich die Internodien (Abstände zwischen den Knoten einer Sprossachse) vergrößern und es werden dichte Blütenstände gebildet. Darüber hinaus spielt auch die Dauer des Lichteinfalls eine Rolle, weil viele Pflanzen danach ihren Lebensrhythmus ausrichten.

Derzeit finden sich immer noch Pflanzlampen im Sortiment verschiedener Anbieter, die nicht auf LED-Basis basieren. Diese Lampen haben allerdings neben dem hohen Energieverbrauch noch andere gravierende Nachteile. Der größte Mangel ist der, dass sie Licht emittieren, das von den Pflanzen nur ungenügend verarbeitet werden kann. Das liegt daran, dass die grün-gelben Spektren des Lichts von den meisten Pflanzen nicht verarbeitet werden können, sondern reflektiert werden. Darum erscheinen uns Blätter in dem typischen Grünton. Ein ideales Licht, zumindest bei Betrachtung der Photosynthese, besteht hauptsächlich aus roten und blauen Anteilen. Diese werden von dem Chlorophyll besser verarbeitet und jeder andere Anteil ist eine mehr oder weniger große Energieverschwendung. Dazu kommt die relativ geringe Lebensdauer der herkömmlichen Leuchtmittel (ca. 30.000 Stunden Dauerbetrieb), die von den neuen LED-basierten Systemen weit übertroffen wird (ca. 70.000 Stunden Dauerbetrieb).

Tatsächlich sind LED-Grow-Lampen derzeit die beste Wahl. Sie sind wegen ihres abgestimmten Spektrums und ihrer energiesparenden Technik deutlich führend. Neue Entwicklungen bieten Leistungen nahe an der Grenze des technisch Möglichen. Sie verfügen über eine passive Kühlung und wandeln die zugefügte Energie fast vollständig in photosynthetisch verwertbares Licht um. Zu Ihrer Information werden in Folge die gängigen Lösungen abseits der LED-Technik skizziert.

#### **3.1.3.1 Natriumdampflampen**

Diese Leuchten gibt es in zwei Ausführungen. Zum einen die Hochdruckdampfampe und zum anderen die Niederdruckdampfampe.

##### **3.1.3.1.1 Natriumdampf-Niederdrucklampe**

Ein monochromatisches Licht im gelben Bereich (ca. 590 nm) ist das auffälligste Merkmal dieser Leuchte. Sie hat eine Leistung von bis zu 200 Lumen je Watt und ist damit die derzeit effizienteste Lampe, die es für das von Menschen wahrgenommene Licht gibt.

Für den Grower sind diese Leuchten allerdings kaum zu gebrauchen. Sie strahlen in einem Bereich, der für die Photosynthese nicht von Relevanz ist. Nur ein Bruchteil des Lichts kann zum Aufbau der Pflanze verwendet werden, darum ist diese Leuchte im Gewächshaus praktisch unbrauchbar.

##### **3.1.3.1.2 Natriumdampf-Hochdrucklampe**

Auch diese Lampen haben eine hohe Effizienz von bis zu 150 Lumen je Watt. Ähnlich der Natriumdampf-Niederdrucklampe ist ihr Spektrum trotz einiger Rot- und Blauanteile für Pflanzen nicht optimal. Dennoch werden sie oft eingesetzt, weil sie günstig und relativ langlebig sind.

#### **3.1.3.2 Quecksilber- und Quecksilberhalogendampflampen**

Diese Gruppe von Lampen umfasst etliche Bauarten und Sonderformen. Den meisten ist gemeinsam, dass das ausgestrahlte Licht blaulastig ist und die oft ultravioletten Spektren durch Leuchtstoff in sichtbare Wellenlängen gewandelt werden. Weiß strahlende Leuchtstofflampen und Energiesparlampen arbeiten

nach diesem Prinzip. Es sind tatsächlich Quecksilberniederdrucklampen, deren ultravioletter Anteil durch Leuchtstoffe gewandelt wird.

Kommen bei Hochdrucklampen weitere Halogene dazu, ändert sich das emittierte Spektrum und die Farbwiedergabe wird deutlich besser. Dennoch ist die Lichtleistung im sichtbaren Bereich immer noch unterhalb der von Natriumdampflampen.

### **3.1.3.3 Halogen-Metaldampflampe**

Diese Weiterentwicklung der Quecksilberdampflampen ist im sichtbaren Bereich deutlich effektiver und kann beinahe mit der Leistung von Natriumdampflampen und LED-Leuchten verglichen werden. Sie ist farbtreu und wegen ihres natürlichen Lichts geschützt. Leider hat sie nur eine mittlere Lebensdauer von 20.000 Stunden und ihr Spektrum hat sein Maximum im gelb-grün-blauen Bereich. Damit sind die für das Wachstum wichtigen Spektren im Bereich des Rotlichts nicht ausreichend abgedeckt.

### **3.1.3.4 Glühlampen**

Wer je versucht hat, seine Pflanzen unter einer herkömmlichen Glühbirne aufzuziehen, der weiß, was Scheitern bedeutet. Der Grund ist recht einfach. Diese Leuchten haben nur eine jämmerlich schlechte Energieausbeute. Sie liegt tatsächlich um den Faktor sechs bis zehn unter der von LEDs und den anderen hier vorgestellten Leuchten. Zum Vergleich: Eine Metaldampflampe mit 100 Watt Aufnahmeleistung ersetzt, unabhängig von der Bauart, zwischen sechs und zehn 100 Watt starker Glühbirnen. Selbst Hochvolt-Halogen-Glühlampen sind lediglich um 35% effektiver, was aber an dem Prinzip nur wenig ändert. Dazu kommt ein Lichtspektrum, das dem menschlichen Auge entgegen kommt, nicht aber den Pflanzen.

### **3.1.3.5 Fazit**

Die meisten Lampen wurden in der Vergangenheit dazu entwickelt, ein für uns Menschen gut sichtbares Licht zu erzeugen. Darum sind die Angaben in Lumen bzw. Lux auch kaum für einen Vergleich zu gebrauchen. Wird die Aufzucht von Pflanzen betrachtet, liegen LED-Pflanzleuchten derzeit eindeutig vorne. Auch wenn die Leistung pro Watt bei einigen älteren Modellen unter denen von Metaldampflampen liegt, so überzeugen das bessere Spektrum und die deutlich verlängerte Lebenserwartung. Neben dem wirtschaftlichen Vorteil kommt die verringerte Unfall- und Entdeckungsgefahr durch die erheblich geringere Betriebstemperatur. Dazu kommt die Tatsache, dass LEDs der neuesten Generation Metaldampflampen in allen messbaren Bereichen schlagen. Selbst weiß strahlende Leuchten auf dem aktuellen Stand der Technik übertrumpfen die alten Lampen entscheidend.

### **3.1.4 Alles über Growking Grow LEDs und Panels**

Die Produkte der Firma Growking® stehen für höchste Ansprüche und ertragsreiche Ernten. Alle angebotenen LED-Pflanzlampen verfügen über moderne Technik und zeichnen sich durch eine hohe Effizienz aus. Besonders die neuen Produktreihen der Serien »Rail« und »Solaris« verfügen über

brandneue Technik, die es möglich macht, den Ertrag bei gleicher Leistung abermals deutlich zu steigern.

Dieser Teil des Ratgebers stellt einige Begriffe klar und beleuchtet das besondere Spektrum, das unseren LED-Speziallampen eigen ist.

#### **3.1.4.1 PAR, was ist damit gemeint?**

Pflanzen benötigen zum Wachsen Lichtspektren am Rande des für Menschen sichtbaren Bereichs. Es sind besonders die tiefroten und tiefblauen Farben, die für das Pflanzenwachstum benötigt werden. Diese für die Pflanzen verwertbaren Anteile werden photosynthetisch wirksame Strahlung genannt. Abgekürzt wird sie mit PAR, das kommt aus dem englischen und steht für »Photosynthetically Active Radiation«.

Betrachten wir nun einmal das Sonnenlicht unter dem Aspekt der photosynthetisch wirksamen Strahlung. Die in dem Licht enthaltenen Anteile ergeben ein weißes Mischlicht, das aus den Farben des Regenbogens besteht. Allerdings ist rund die Hälfte der Strahlung für Pflanzen nicht verwertbar und wird reflektiert, darum erscheinen uns Blätter grün. Diese sogenannte Grünlücke machen sich Hersteller von Speziallampen zu Nutzen. Mit besonderen LEDs erzeugen sie genau die Spektren, die von den Pflanzen verwertet werden. Das hat einen immensen Vorteil, weil nämlich ein hoher Prozentsatz der für die Lichterzeugung benötigten Energie gespart wird. Die grün-gelben Anteile, die weißes Licht enthält, entfallen, die Pflanze bekommt genau die Strahlung, die sie zum Wachstum benötigt.

Übrigens hat es sich bewährt, für die Leistung spezieller Pflanzleuchten die in der Biologie üblichen Einheiten für den Photonenfluss ( $\mu\text{mol/s}$ ) und der Photonenstromdichte ( $\mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ ) zu verwenden. Diese sagen deutlich mehr über das tatsächlich verwertbare Licht aus, als die für reguläre Leuchten verwendeten Einheiten Lumen bzw. Lux.

Selbstverständlich wurde bei allen LED-Pflanzleuchten der Firma Growking® auf die besonderen Bedürfnisse der Pflanzen Rücksicht genommen und je nach Verwendungszweck ein exakt abgestimmtes Spektrum entwickelt.

#### **3.1.4.2 Warum Sie unsere LED-Leuchten verwenden sollten**

Wie bereits im letzten Kapitel ausgeführt, kann mit der neuen LED-Technik genau das Licht erzeugt werden, das von den Pflanzen auch benötigt wird. Allein dadurch werden im Mittel um die 35% Energie gespart. Dazu kommt, dass die Lebensdauer der Leuchten mehr als 50.000 Betriebsstunden beträgt. Eine LED-Lampe, die heute angeschafft wird, hat bei tagtäglichem Einsatz von 16 Stunden eine Lebenserwartung von mehr als 8,5 Jahren! Das ist im Verhältnis zu allen anderen derzeit existierenden Leuchtmitteln ein deutlicher Gewinn.

Zusätzlich werden von uns allerneueste Technologien eingesetzt, die dazu beitragen, die Effizienz nochmals zu erhöhen. Im Verhältnis zu Metallampflampen bieten unsere neuen LED-Speziallampen rund das Doppelte an photosynthetisch verwertbarer Strahlung. Die Energiekosten werden deutlich gesenkt bzw. der Ertrag merklich gesteigert. Dank der neuen Technik ist es

möglich, einen Quadratmeter Fläche mit lediglich 250 Watt Aufnahmeleistung wirtschaftlich optimal auszuleuchten. Stärkere Leuchten hätten keine lineare Erntesteigerung zur Folge, weil diese Lampen derartig viel Licht emittieren, dass die Grenze zur Lichtsättigung bei einem Quadratmeter zu 2/3 erreicht wird. Darüber hinaus ist eine Steigerung der Leistung nur noch mit zusätzlicher Begasung wirtschaftlich sinnvoll.

#### **3.1.4.3 Sind LEDs heller als andere Leuchtmittel?**

In der Regel wird die Helligkeit einer Leuchte in Lumen angegeben. Dies ist eine auf das menschliche Sehvermögen ausgerichtete Einheit. In ihr sind die grün-gelben Spektren stärker gewichtet, als die rot-blauen Anteile. Darum ist es wirklich so, dass eine Angabe in Lumen oder Lux wenig darüber aussagt, wie viel verwertbare Strahlung für eine Pflanze bereitgestellt wird.

In der Praxis führt diese Tatsache oft zu Verwirrungen. Werden Leuchten miteinander verglichen, stehen oft nur Angaben in Lumen oder Lux zur Verfügung, die bei Metaldampflampen oft deutlich höher liegen, als bei LED-Speziallampen. Dennoch sind LED-Spezialleuchten messbar effizienter als jede Metaldampflampe, die zwar mehr sichtbares Licht liefert, aber das für Pflanzen wichtige Spektrum kaum abdeckt.

Die Spektren unserer LED-Spezialpflanzlampen sind in der Praxis erprobt und liefern hervorragende Werte im PAR-Bereich. Genau dies ist der Grund, warum sie vergleichsweise bescheidene Werte im sichtbaren Spektrum aufweisen. Die Energie, die in der Regel für die grün-gelben Spektren aufgewendet wird, sparen wir ein. Stattdessen forcieren wir die für den Pflanzenwuchs relevanten Bestandteile des Lichts und nehmen in Kauf, dass unsere Leuchten auf den ersten Blick weniger leistungsstark wirken.

#### **3.1.4.4 Einfacher, sicherer, besser?**

Die neue LED-Technologie hat die Welt des Innenraumanbaus revolutioniert. Statt leicht zerbrechlicher Metaldampflampen, die oft mit Vorschaltgerät, Kühlung und Reflektoren betrieben werden, bietet die neue Technik zahlreiche Vorteile. Früher war die Aufzucht von Pflanzen eine mühselige, mit hoher Verletzungs- und Entdeckungsgefahr verbundene Angelegenheit. Die Installation musste gut verborgen, gegen Wärmekameras geschützt, in einem eigenen Raum erfolgen. Heute ist der Betrieb einer Growbox in praktisch jedem Zimmer der Wohnung möglich.

Weil Pflanzleuchten auf LED-Basis kaum Wärme erzeugen, sind diese auch nur schlecht aufzuspüren. Neue Modelle kommen sogar ohne jede Kühlung aus und sind von ihrem Wärmebild her unverdächtig. Auch gibt es neuerdings Speziallampen, die ein auf den ersten Blick völlig natürliches Licht abstrahlen, so dass selbst das oft verdächtige rot-blaue Leuchten entfällt, siehe Produktreihe **◆Solaris◆**. Der Grower heute braucht sich nicht um Brandgefahr, zerberstende Gasdrucklampen oder überhohe Energiekosten zu sorgen. Einfach bestellen, aufhängen, einstecken und den Pflanzen beim Wachsen zusehen.

#### **3.1.4.5 Die größten Vorteile von LED Pflanzenlampen auf einen Blick**



- Optimales Spektrum für üppigen Wuchs
- Lange Lebensdauer und keine Wartungskosten
- Einfach zu entsorgen, weil keine giftigen Metalle verbaut sind
- Mehr als 50% Kostenersparnis zu Metaldampflampen
- Stark verminderte Entdeckungs- und Brandgefahr
- Gerichtetes Licht macht Reflektoren überflüssig
- Betrieb in nahezu allen Räumen der Wohnung
- Effiziente Growboxen ab Kühlschranksgröße
- Wirtschaftlich optimale Ausleuchtung mit nur 250 Watt Aufnahmeleistung je Quadratmeter

## **3.2 Aufzucht**

### **3.2.1 Blick hinter die Kulissen: Industrielle Großzuchtanlagen**

Fünf Dinge braucht es, damit eine Pflanze zu dem wird, was wir an ihr Schätzen, und mitunter seit Jahrhunderten schon nutzbar machen: Substrat (Es gibt auch substratfreie Anbaumethoden, diese sind aber sehr aufwändig und erfordern viel Fachwissen.), Nährstoffe, Wasser, Temperatur und Licht. Den Faktoren Nährboden und Nährstoffe wird in kommerziellen Zuchtumgebungen in Form speziell aufbereiteter und angereicherter Substrate ausreichend Rechnung getragen. Wasser ist meist auch genügend vorhanden und die Temperatur kann durch geeignete Maßnahmen ebenso reguliert werden. Die Aufzucht steht und fällt also in erster Linie mit der korrekten Beleuchtung.

#### **3.2.1.1 Neue Perspektiven dank LED**

Wie schon gesagt steht Wasser in unseren Breiten ganzjährig in ausreichendem Maße zur Verfügung. Doch wie sieht es mit den Lichtverhältnissen aus? Hier blieb die Industrie lange Zeit eine hinreichend effektive Lösung schuldig. Erst vor wenigen Jahren wurde die neue Technologie entwickelt, die mittlerweile den Markt für Pflanzenlampen revolutioniert hat und zum Standard in industriellen Großanlagen geworden ist. Selbst jeder Hobbygärtner ist seitdem in der Lage, mithilfe von LED-Technik sein eigenes kleines Gewächshaus auf der heimischen Fensterbank selbst in der lichtärmeren Herbst- und Winterperiode effektiv zu betreiben. Es hat sich ein junger Markt mit etlichen Offline und Online Grow Shops etabliert, die sich auf Anzucht und Kultivierung von Nutzpflanzen wie Tomaten, Salat und lichtintensiven Zierpflanzen spezialisiert haben. Sie vermitteln das nötige Know-how und vertreiben die nötigen Gerätschaften. Hierbei fällt LED-Beleuchtungssystemen eine Schlüsselrolle zu, die als LED-Grow-Lampen auf dem Pflanzenbeleuchtungssektor Maßstäbe gesetzt und die Herausbildung einer Hobby-Homegrow-Community erst ermöglicht haben. Energieeffizient, anspruchslos im Betrieb und nahezu frei von Abwärme, eröffneten LED-Grow-Lampen für ambitionierte Selbstversorger völlig neue Perspektiven.

#### **3.2.1.2 Die Bedeutung von LED und die industrielle Nutzung**

Der LED-Begriff stammt aus dem Englischen und steht für »light emitting diode«, zu Deutsch »Leuchtdiode«. Fließt Strom in korrekter Polarität durch die Diode,

erfolgt die Umwandlung in Lichtenergie. Dabei entstehen je nach Zusammensetzung der Kristallverbindungen unterschiedliche Farben. Werden Kristallverbindungen in Leuchtdioden miteinander vermischt, können verschiedenste Farbschattierungen und Helligkeitsstufen erzielt werden, was sich die Industrie zunutze macht. Die Farbe Weiß etwa wird aus Blau-, Rot- und Gelbanteilen gemischt. Neuartige Beschichtungsverfahren wie das »Chip Level Coating«-Verfahren (CLC) tragen zu einer stärker homogenen Lichtabbildung bei, indem hierbei hauchdünne Phosphor-Schichten auf den Chip aufgetragen werden.

Die Variabilität in den Farb-Mischungsanteilen macht sich die Pflanzzucht-Industrie seit Jahren zunutze, indem einzelne Grow-LED-Einheiten in Batterien von bisweilen mehreren Hundert unterschiedlicher LEDs zusammengestellt werden. Je nach Verwendungszweck werden so spezielle Spektren gestaltet. Für ein kompaktes Wachstum werden in der Regel höhere Blauanteile bevorzugt, für die Blütenbildung ist ein rötliches Spektrum sinnvoller. Allerdings werden auch zahlreiche Spezialleuchten mit einem Allround-Spektrum eingesetzt.

#### **3.2.1.3 LED-Energiesparwunder machen auch ökologisch Sinn**

Neben ökonomischen Aspekten wie etwa die einer drei- bis viermal höheren Lebensdauer von LEDs im Vergleich zu herkömmlichen Leuchtstoffröhren – Betriebsstunden von über 50.000 Stunden sind keine Seltenheit – oder Stromersparnissen von 50 Prozent und mehr gegenüber bisherigen Lichttechniken, schätzen viele Grow-Betriebe auch die umweltfreundlichen Aspekte:

- kein Quecksilber
- keine umweltschädlichen Dämpfe und Gase
- keine damit verbundene kostenintensive Entsorgung und Recycling von LED Grow Leuchten als Sondermüll.

#### **3.2.1.4 Temperaturneutral und energieeffizient**

Während die traditionelle Glühbirne noch rund 90 Prozent ihrer elektrischen Energie in Wärme und nur zehn Prozent in Licht umsetzte, ist das Verhältnis bei LED-Lampen nahezu umgekehrt. Früher mussten aufwendige Kühlungs- und Belüftungsvorrichtungen zusätzlich installiert werden, um eine zu hohe Abwärme der Leuchtstoff- und Neonröhren-Aggregate zu kompensieren. Dank der neuen LED-Technik entfallen derartige Vorrichtungen und damit verbundene Kosten in einem Großzuchtbetrieb vollends. Als positiver Nebeneffekt werden schädliche Temperaturschwankungen durch die weitgehende Temperaturneutralität der LED-Beleuchtungsanlagen vermieden.

#### **3.2.1.5 LED-Stärke und Pflanzenabstand**

Kommerzielle Züchter sind darauf bedacht, mit den eingesetzten Mitteln einen möglichst hohen Ertrag zu erzielen. Daher werden sie den Pflanzen genau so viel Licht zu Verfügung stellen, wie es wirtschaftlich am sinnvollsten ist. Weil die meisten Pflanzen einen Lichtsättigungspunkt haben, ab dem kein zusätzliches

Licht mehr verarbeitet wird, gebietet sich eine Bestrahlung unterhalb dieses Wertes. Zudem ist es so, dass das Verhältnis von zugeführtem Licht und aufgebauter Pflanzenmasse nicht durchgängig linear ist. Ab einem bestimmten Punkt wird immer weniger zusätzliches Licht verwertet. Bei C3-Pflanzen liegt dieser Punkt bei ungefähr  $400 \mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ . Ab etwa  $600 \mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$  wird eine zusätzliche Erhöhung der Lichtmenge ohne zusätzliche Begasung keinen wirtschaftlichen Vorteil mehr erbringen. Kurzum, kommerzielle Anlagen werden individuell eingemessen, um den maximalen Nutzen zu erlangen.

#### **3.2.1.6 Ideale Wachstumsbedingungen durch Automatisierung**

Kommerzielle Zuchtanlagen verfügen neben einer ganzen Reihe von LED-Leuchten, bei denen mehrere LEDs in Systemen miteinander kombiniert und zu größeren Einheiten verschmolzen sind, natürlich auch über ausgeklügelte Systeme zur Wasser- und Düngerversorgung. Je größer eine Anlage ist, umso unverzichtbarer ist eine automatische Pflanzenbewässerungsanlage. Sie besteht üblicherweise aus folgenden Komponenten:

- Pumpen (Tauchpumpen)
- Schläuche
- Regelungssysteme
- Nährstofftanks und entsprechende Verteilerventile

Fertige Systemkonzepte für den Indoor-Bereich orientieren sich an der Größe der betreffenden Anbaufläche. Für kleinere Projekte werden sie als leicht zu integrierende Komplettsysteme angeboten. Sogenannte »Grow Kits« können mittlerweile für den gewerblichen und privaten Einsatz im Fachhandel erworben werden.

#### **3.2.1.7 Aeroponik und Hydroponik**

##### **3.2.1.7.1 Aeroponik**

Dieses aufwändige Verfahren ermöglicht eine gezielte Düngung und erlaubt die volle Kontrolle über die Nährstoffzusammensetzung. Nachteilig sind die hohen Kosten, selbst kleine Anlagen kosten bereits mehrere hundert Euro. Dazu ist ein spezielles Fachwissen nötig, um mit diesem Verfahren erfolgreich Pflanzen züchten zu können. In meist portablen, überdachten Gewächshaus-Einheiten werden die Pflanzen von unten mit Nährlösung besprüht. Die Nährlösung wird dabei mittels chemischer und optischer Messmethoden permanent überwacht und mit den fehlenden Nährstoffen angereichert.

##### **3.2.1.7.2 Hydroponik**

Auch die Aufzucht in Steinwolle oder Blähton (Hydroponik) ist in industriellen Betrieben beliebt. Erde und andere herkömmliche Pflanzsubstrate bergen immer den wesentlichen Nachteil einer Bildung von Fäulnis und Schimmel aufgrund von Staunässe und mangelnder Belüftung. Alternative Materialien wie Blähton oder Gewebematten sorgen für genügend Luftzirkulation im Wurzelbereich des Pflanztopfes. Eine Einbindung zusätzlicher Netzstrukturen im unteren Topfbereich

sorgt zudem für genügend Halt bei Stecklingen und noch schwach bewurzelten Jungpflanzen.

### **3.2.1.7.3 Belüftung und Temperaturregelung**

Hinreichende Versorgung und Belüftung werden mittels individuell regelbarer Zeitschaltuhren bewerkstelligt. Nach einem sorgfältig ausgearbeiteten Plan werden die Pflanzen mit Nährflüssigkeit versorgt. Im industriellen Kontext geschieht dies meist in Form großflächiger, zusammensteckbarer Tropfringsysteme, aus denen die Nährlösung in gewünschter Menge und Dauer zugeführt wird. Dadurch wird Staunässe wirkungsvoll verhindert und die Pflanzen im Wurzelbereich optimal mit Sauerstoff versorgt.

Die Schaffung für das Pflanzenwachstum gleichbleibender, idealer Umweltbedingungen begünstigt Keimung, Bewurzeln von Stecklingen und Zunahme an Blattmasse in zügigem, von der Industrie gewünschtem Tempo. Dazu gehört auch eine Belüftungsanlage, die etwa mithilfe von computergesteuerten, vollautomatischen Belüftungsklappen die für die jeweilige Pflanze und jeweiliges Wachstumsstadium günstigste Luftfeuchtigkeit permanent aufrechterhält. Tropfwasser und Schimmelbildung durch ein Zuviel an Luftfeuchte werden dabei ebenfalls vermieden. Auch werden die für das Wachstum idealen Temperaturverhältnisse geschaffen und per computergesteuerter Regeltechnik dauerhaft eingehalten.

## **3.3 Allgemeines**

### **3.3.1 Den Stromverbrauch-zuegeln**

Vielerlei Kosten kommen auf den engagierten Grower zu. Angefangen beim Saatgut, dem Substrat, der anteiligen Raummiete, den nötigen Hilfsmitteln, dem Dünger, eventuell Heizung und ganz am Ende der Aufwand für den verbrauchten Strom. Dabei sind die Energiekosten meist die größten Kostentreiber. Der Aufwand für die nötigen Geräte hält sich in Grenzen, weil diese meist sehr langlebig sind und die Kosten sich auf mehrere Jahre verteilen. Der für Lampen, Lüftung und ggf. Heizung verbrauchte Strom kann die Wirtschaftlichkeit einer Installation stark einschränken und darum sollte jeder Züchter den Verbrauch mit kritischen Augen begutachten.

#### **3.3.1.1 Wofür wird Strom benötigt?**

Bevor der Verbrauch gesenkt werden kann, muss sich der Gärtner ein Bild davon machen, wo die Energie überhaupt hingehet. Ist es die Lampe, die unangemessen viel verbraucht? Oder läuft die Lüftung unnötigerweise? Wird die Heizung tatsächlich benötigt oder wäre es besser, der Pflanze mehr Zeit für das Wachstum zu geben oder die Growbox zu versetzen?

#### **3.3.1.2 Lüftung**

Beginnen wir mit der Lüftung. Diese ist außerhalb der Blütezeit meist nicht unbedingt erforderlich. Ausnahmen sind natürlich Installationen, die nahezu luftdicht abgeschlossen sind. Bei normalen Pflanzzelten oder Pflanzkisten kann aber meist darauf verzichtet werden und bei künstlicher Begasung ist eine Lüftung sogar kontraproduktiv. Zwar verbrauchen Lüftungen in der Regel nicht

sehr viel Energie, aber am Ende zählt jeder Cent. Bei einer Aufnahmeleistung von 60 Watt fallen pro Tag immerhin die Kosten von fast genau einer Kilowattstunde an, das sind dann im Jahr rund 110,- Euro, die der Betrieb des Lüfters kostet.

### **3.3.1.3 Heizung**

Jeder, der im Keller oder auf dem Speicher anbaut, kennt das Problem. Im Winter wächst dort kaum etwas, es ist einfach zu kalt. Abhilfe schafft hier ein elektrisch betriebener Radiator, der aber frisst viel Energie. Pro Stunde können bis zu zwei Kilowattstunden anfallen. Das sind am Tag dann bis zu 36 Kilowattstunden, die rund 11 Euro kosten. Ein Drama, weil die Heizkosten allein schon den gesamten Erlös auffressen können.

Natürlich wird der Grower dafür sorgen, dass die Wärme in der Growbox oder dem Pflanzzelt nicht ohne weiteres entweichen kann und seinen kleinen Garten entsprechend isolieren. Nach Möglichkeit wird er die Lüftung abschalten und zusätzliche Decken zur Isolierung auflegen. Damit können die Kosten extrem gesenkt werden, so dass nur noch eine oder zwei Kilowattstunden pro Tag für die Heizung anfallen.

Sehr wichtig ist auch, dass kein Heizlüfter eingesetzt wird. Die heiße Luft trocknet die Blätter der Pflanzen aus und schmälert darum die Ernte. Ein Radiator heizt zudem gleichmäßig, meist schwankt die Temperatur beim Einsatz solcher Geräte nur um zwei oder drei Grad Celsius.

### **3.3.1.4 Beleuchtung**

Leider ist es so, dass an einer guten Beleuchtung kein Weg vorbei führt. Pflanzen benötigen Licht, manche sogar sehr viel Licht. Dennoch ist es möglich, durch sachkundige Auswahl der Lichtquelle viel Geld zu sparen.

Betrachten wir dazu als Erstes die Pflanzleuchte selbst. Ältere Lösungen, insbesondere Metaldampflampen, sollten nicht mehr installiert werden. Sie benötigen einfach zu viel Energie und bieten zu wenig Lichtleistung. Auch wenn manche Modelle mit beachtlichen Lichtwerten, die meist in Lumen angegeben sind, aufwarten können, so ist ihr Licht für die Pflanzen dennoch nicht optimal. Selbst hohe Werte von z. B. 150 Lumen pro Watt sagen lediglich, dass reichlich Licht in einem für das menschliche Auge gut sichtbaren Spektrum vorhanden ist. Pflanzen benötigen aber Spektren am Rand des wahrnehmbaren Bereichs, darum haben spezielle Pflanzlampen auf LED-Basis stets einen deutlich geringeren Wert vorzuweisen. Hersteller, die transparente Angaben zu ihren Pflanzleuchten bereitstellen, geben die Leistung ihrer Pflanzleuchten in  $\mu\text{mol/s}$  für den Photonenfluss bzw.  $\mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$  für die Photonenstromdichte an. Diese Werte sind bei LED-Pflanzleuchten in der Regel deutlich höher, als die der herkömmlichen Lösungen.

Als Zweites betrachten wir die Ausleuchtung einer Growbox. Die meisten Hersteller suggerieren, dass die Pflanzen linear zur bereitgestellten Leistung wachsen. Darum empfehlen sie leistungsstarke Installationen und vergessen, dass selbst sonnenliebende Pflanzen Licht nicht in jedem Fall komplett verwerten

können. Ab einem bestimmten Punkt, der etwa bei  $400 \mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$  liegt, wird zusätzliche Beleuchtung ohne Begasung nicht mehr linear zum Wachstum verwendet. Diese Erkenntnis macht deutlich, dass unter Umständen sehr viel Energie umsonst aufgewendet wird. Im Idealfall soll das Licht komplett aufgenommen und zum Aufbau der Erntemasse verwertet werden. Dies wird durch eine Leuchte erreicht, die auf der bestrahlten Fläche nicht mehr als  $400 \mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$  photosynthetisch aktive Strahlung (PAR) emittiert. Eine LED-Spezialleuchte, die eine Fläche von einem Quadratmeter ausleuchtet, hat typischerweise eine Aufnahmeleistung von 250 bis 350 Watt, je nach Effizienz der verbauten LEDs. Werden auf dieser Fläche LED-Leuchten mit mehr Leistung verwendet, kann ein Teil der Energie nicht verwertet werden und ist verloren.

### 3.3.1.5 Fazit

Neben den Kosten für Lüftung und Heizung wird ein Großteil des Aufwandes für die Beleuchtung verwendet. Diese sollte möglichst hochwertig sein, weil LED-Leuchten der neuesten Generation die Kosten deutlich senken. Statt einer 600 Watt starken Metalldampflampe oder einer 350 Watt starken LED-Pflanzlampe der letzten Generation wird nur eine 250 Watt LED-Lampe der neuesten Bauart benötigt, um einen Quadratmeter optimal auszuleuchten. Mehr Leistung ist nicht nötig, weil die Pflanzen ohne Begasung zusätzlich zugeführtes Licht nicht mehr komplett aufnehmen können.

Wer überlegt, wie stark seine neue Lampe für seine Growbox sein muss, der trägt die Kantenlängen in folgende Formel ein und erhält die benötigte Aufnahmeleistung einer optimalen LED-Pflanzleuchte.

Seite A \* Seite B \* 250 = Aufnahmeleistung in Watt

Hat die Growbox nun eine Grundfläche von  $0,65 \times 0,65$  Metern, dann sieht die Rechnung wie folgt aus:

$$0,65 \times 0,65 \times 250 = 105,625 \text{ Watt}$$

Mit einer Vergleichsweise geringen Leistung wird eine Fläche, auf der zwei bis drei Pflanzen gut wachsen können, vollständig ausgeleuchtet.

Soll ein Pflanzzelt beleuchtet werden, wird die Rechnung ein wenig komplizierter. Die Formel lautet:

Durchmesser \* Durchmesser \*  $0,79$  \* 250 = Aufnahmeleistung in Watt

Hat das Zelt einen Durchmesser von  $0,75$  Metern, dann rechnet sich das Beispiel wie folgt:

$0,75 \times 0,75 \times 0,79 \times 250 = 111,10$  Watt (gerundet)

Leuchten mit höherer Leistung werden von Profis verwendet, die ihre Pflanzen zusätzlich begasen. Das hat den Vorteil, dass die Ernten schneller aufeinander folgen. Von Nachteil sind die höheren Kosten und die Gefahren, die beim Umgang mit Kohlendioxyd zwangsläufig entstehen.

### **3.3.2 Das optimale Licht**

Immer wieder flammen neue hitzige Diskussionen darüber auf, welches Licht nun für das Pflanzenwachstum optimal ist. Wenn in Innenräumen aufgezogen wird, hat diese Frage durchaus ihre Berechtigung. Die eine Seite argumentiert, dass eine Leuchte, die Licht ähnlich dem Sonnenlicht ausstrahlt, das Beste wäre. Die andere Seite verweist auf die Photosynthese und setzt sich für rot-blaues Licht ein. Dazu kommen ebenso heftige Auseinandersetzungen um die Leistungsmerkmale der Pflanzenleuchten. Mal wird die Leistung in Lux oder Lumen angegeben, ein anderes Mal in PAR bzw.  $\mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$  oder  $\mu\text{mol}/\text{s}$ . In den folgenden Abschnitten wird möglichst einfach erklärt, was die Angaben bedeuten und wie der Anwender diese zu interpretieren hat.

#### **3.3.2.1 Die Lichtleistung**

Gleich zu Anfang kann festgehalten werden, dass sich die Informationen in Lux oder Lumen auf die Wahrnehmung durch das menschliche Auge beziehen. Diese Werte sagen nichts darüber aus, wie viel von dem ausgestrahlten Licht von einer Pflanze verwertet werden kann. Darum geben seriöse Anbieter stets die Leistung der Leuchte in  $\mu\text{mol}/\text{s}$  photosynthetisch aktiver Strahlung (PAR) an. Diese Zahl sagt aus, wie viel verwertbares Licht die Lampe insgesamt ausstrahlt. Davon abgeleitet ist die Angabe in  $\mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ . Diese gibt an, wie viel nutzbares Licht auf eine bestimmte Fläche projiziert wird. Auch hier tricksen viele Anbieter, indem sie die Leuchtkraft ihrer Lampe schönrechnen. Oft finden sich Beschreibungen, in denen - nur als Beispiel - steht, dass eine Leuchte eine Photonenflussdichte von  $1750 \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$  in 25 Zentimeter Abstand emittiert. Diese Angabe ist allerdings irreführend, weil sie nichts darüber aussagt, wie viel Licht insgesamt ausgestrahlt wird.

Spätestens hier stellt sich die Frage, wie eine aussagekräftige Angabe zur Lichtleistung aussieht. Sie enthält die aufgenommene Leistung der Leuchte in Watt, die für die Pflanze verwertbare Strahlung und die für den Anbau empfohlene Fläche.

Ein Beispiel:

Leistungsaufnahme: 210 Watt

Photonenstrom (PAR):  $310 \mu\text{mol}/\text{s}$

Photonenstrom pro Watt (PAR):  $1,48 \mu\text{mol}/\text{Ws}$

Optimale Fläche: 0,75 Quadratmeter ( $413 \mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ )

Mit diesen Informationen kann der Züchter Lampen verschiedener Anbieter vergleichen. Er hat alle nötigen Werte, um die passende Pflanzleuchte zu finden. Händler, die diese Informationen nicht bereitstellen, wissen meist nicht, was sie verkaufen. Manche möchten sogar die schlechte Qualität ihrer Produkte kaschieren, was bei fernöstlichen Anbietern oft der Fall ist.

### **3.3.2.2 Das Spektrum**

Neben der reinen Lichtleistung hat das Spektrum auch noch einen Einfluss auf den Pflanzenwuchs. Blaulastige Spektren fördern einen dichten, kompakten Wuchs und rotlastige Spektren begünstigen die Blütenbildung. Spektren im gelb-grünen Bereich können von den Pflanzen kaum verwertet werden und werden darum abgestrahlt. Das ist der Grund, warum Pflanzen grün erscheinen. Eine Leuchte, die vorwiegend gelb-grünes Licht abstrahlt, ist für die Aufzucht ungeeignet. Früher hatten Züchter kaum Auswahl und griffen darum auf die suboptimalen Metalldampflampen zurück. Diese strahlen zwar in einem Bereich, der für das menschliche Auge gut zu erfassen ist, aber Pflanzen wachsen darunter langsamer. Heute empfehlen sich Pflanzenleuchten auf LED-Basis der neuesten Generation. Diese sind teilweise doppelt so effizient wie Metalldampflampen und stellen eine reiche Ernte sicher. Selbst die neuesten LED-Leuchten, die natürliches Licht ausstrahlen, haben exzellente Werte und stellen althergebrachte Lösungen in den Schatten.

### **3.3.2.3 Der wirtschaftliche Anbau**

Pflanzen können nicht unbegrenzt viel Licht aufnehmen. Der wirtschaftliche Bereich endet bei rund  $400 \mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ , weil Pflanzen einen sogenannten Lichtsättigungspunkt haben. Dieser liegt bei Schattenpflanzen bei etwa  $50 \mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$  und bei C3-Pflanzen, zu denen unter anderem auch Hanf zählt, bei etwa  $1000 \mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ . Allerdings endet der Bereich, in dem eine erhöhte Lichtzufuhr zu einem gleichsam erhöhten Pflanzenwuchs führt, bei C3-Pflanzen bereits bei den erwähnten  $400 \mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ . Es hat also nur wenig Sinn, die Lichtleistung deutlich über diesen Wert hinaus zu erhöhen, die Pflanze wird das zusätzliche Licht nicht mehr vollständig verwerten können. Als Richtlinie dient die einfache Beziehung, dass pro Quadratmeter Fläche, das reicht für rund 10 Pflanzen, eine etwa 200 Watt starke moderne LED-Pflanzenleuchte ausreicht. Spätestens ab der doppelten Leistung wird sich der Mehraufwand nicht mehr lohnen.

### **3.3.2.4 Fazit**

Bei der Auswahl einer Leuchte sollte der Anwender auf eine transparente Produktbeschreibung achten. Dabei sind Werte über  $2,0 \mu\text{mol}/\text{s}$  Photonenstrom pro Watt Aufnahmeleistung unrealistisch. Keine derzeit in Serie hergestellte Pflanzenlampe überschreitet diese Leistung. Ähnlich verhält es sich mit Lampen, die angeblich mit niedriger Leistung eine relativ große Fläche ausleuchten. Pro Quadratmeter werden mindestens 200 Watt Aufnahmeleistung benötigt, um diese Fläche optimal zu beleuchten. Auch der Preis pro Watt ist ein Indiz für die Qualität. Gute Leuchten kosten rund drei Euro pro Watt Aufnahmeleistung.



LED-Leuchten, die deutlich günstiger sind, verwenden minderwertige LEDs oder haben falsche Leistungsangaben. Auch bei Angaben zur Photonenflussdichte ist Vorsicht geboten, wenn diese nicht zusammen mit der bestrahlten Fläche angegeben ist. Natürlich kann eine Lampe - in diesem Fall die Solaris von der Firma Growking® - in 10 Zentimeter Abstand gut und gerne  $3000 \mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$  emittieren. Doch die ausgeleuchtete Fläche ist in dieser Entfernung mit  $0,1 \text{ m}^2$  lächerlich gering. Der scheinbar so hohe Wert wird sich bei genauer Betrachtung relativieren. Leuchtet nämlich die Lampe genau einen Quadratmeter aus, emittiert sie auf dieser Fläche  $300 \mu\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$  verwertbare Strahlung. Zusätzlich hilft ein Blick auf das verwendete Spektrum. Gut konstruierte Leuchten haben ihren Schwerpunkt im rot-blauen Spektrum mit Leistungsspitzen um 650 Nanometer (rot) und 440 Nanometer (blau). Dabei helfen blaulastige Spektren beim Wuchs und rotlastige Spektren bei der Blütenbildung. Ausgewogene Leuchten für alle Wuchsphasen haben oft ein Verhältnis von 3:10, strahlen also mehr im roten Bereich. Dazu kommen noch LEDs, die im ultravioletten und infraroten Spektrum leuchten. Diese verhindern einerseits Schimmelbefall und helfen andererseits bei der Blütenbildung.

## **4. Spezielles**

### **4.1 Hanfpflanze – Arten, Wirkung, Gefährlichkeit, Verbote, Medizin**

#### **4.1.1 Die Hanfpflanze – ein virtuosos Multitalent**

Die Hanfpflanze mit dem wissenschaftlichen Namen Cannabis ist eine der ältesten Nutzpflanzen der Welt. Und genauso lange wird bereits über Gefährlichkeit und Nutzen der Pflanze gestritten. Ob Cannabis nun hilfreiches Medikament, harmloses Rauschmittel oder doch gefährliche Droge ist – daran scheiden sich nach wie vor die Geister. Wir haben hier allerlei Fakten, Wissenswertes und Kurioses über Hanf für Dich zusammengetragen und laden Dich ein, uns auf einer interessanten und bisweilen auch vergnüglichen Reise zu begleiten. Viel Spaß beim Lesen!

#### **4.1.2 Kleine Geschichte des Hanfs**

Die Hanfpflanze spielte schon im vorchristlichen China eine wichtige Rolle – und nicht nur aufgrund ihrer berauschenden Wirkung. Cannabis fand in der chinesischen Heilkunst Verwendung und war häufige Grabbeigabe. Der älteste Fund von Cannabis lässt sich auf 700 v. Ch. datieren. Das Rauschmittel wurde in einem Grab gefunden – offenbar sollte es den dort Bestatteten sanft in andere Welten begleiten. Dass Marihuana auch in der indischen Kultur schon vor Jahrtausenden zu medizinischen und rituellen Zwecken verwendet wurde, ist durch Hinweise in schriftlichen Dokumenten hinlänglich belegt. Scheinbar diente Cannabis als hilfreiches Mittel, um sich mit den Göttern in Verbindung zu setzen. Mit dem ersten Kreuzzug gelangte die Hanfpflanze um 1100 auch nach Europa, wo sie sogleich in den Klostergärten kultiviert wurde. Auf diesem Weg fand Cannabis Eingang in die Volksmedizin. Es wurde vor allem bei Rheuma und Bronchialerkrankungen eingesetzt, diente aber auch als Opiumersatz bei starken

Schmerzen. In den folgenden Jahrhunderten war die Hanfpflanze aus den Kräuterbüchern der Heilkundler und Ärzte nicht mehr wegzudenken. Mal wurde Cannabis gegen Epilepsie eingesetzt, mal bekämpfte es Migräne, mal Neuralgien oder Schlafstörungen.

Die staatlich abgesegnete pharmakologische Verwendung von Cannabis als Arzneimittel, die uns heute als Neuerung präsentiert wird, ist keineswegs etwas Neues. Bis zum Jahr 1900 waren Cannabispräparate in den USA die am häufigsten verkauften Schmerzmittel und machten die Hälfte aller verkauften Arzneimittel aus. Doch wir müssen gar nicht über den großen Teich schauen, um Erstaunliches zu finden. In »good old europe« waren zwischen 1850 und 1950 über 100 cannabishaltige Medikamente auf dem Markt, die jedermann ganz legal erwerben konnte. Später wurden sie mehr und mehr von synthetisch hergestellten Medikamenten der Pharmakonzerne abgelöst.

#### **4.1.3 Allroundtalent Hanf**

Cannabis ist ein wahrer Alleskönner, denn nahezu alle Teile der Hanfpflanze lassen sich für verschiedenste Zwecke verwenden. Die langen robusten Fasern der Stängel gelten als unverwüstlich – kein Wunder, dass sie als wertvoller Rohstoff für Seile, Taue, Segeltuch und Textilien aller Art dienen. Bis ins 19. Jahrhundert hinein wurde auch Papier aus der Hanfpflanze hergestellt. Ein echtes Kuriosum: Sogar die berühmte Gutenbergbibel war auf Papier gedruckt, das von der Hanfpflanze stammte. Und auch die amerikanische Unabhängigkeitserklärung wurde auf Hanfpapier festgehalten!

Neben ihrer Verwendung als Rauschmittel ist die Hanfpflanze wegen der vielseitigen Nutzung und unkomplizierten Zucht hochgeschätzt. Die pflegeleichte und schädlingsresistente Pflanze liefert unter anderem sehr fetthaltige Samen für die Ölproduktion. Hanföl wird aufgrund seines hohen Gehalts an gesundheitsfördernder Linolsäure als wertvolles Speiseöl geschätzt. Hanffasern sind Grundlage für strapazierfähige Kleidung und werden von der Bauindustrie als Isolierung und Dämmstoff verwendet. Sogar unsere gefiederten Hausgenossen wissen nahrhafte Hanfsamen in ihrer Futtermischung zu schätzen. Allerdings werden diese Samen Deine Vögel nicht zu außergewöhnlichen Gesangseinlagen befähigen, denn sie stammen von einer abgespeckten Version der Hanfpflanze. Industriellem Nutzhanf wurde wohlweislich die berauschende Wirkung weggezüchtet.

#### **4.1.4 Hanf – was ist das?**

Natürlicher Hanf (*Cannabis sativa* L.) ist eine einjährige getrenntgeschlechtliche Pflanze. Das heißt: Weibliche und männliche Blüten sind in der Regel auf verschiedenen Pflanzen zu finden. Ausnahme ist der Nutzhanf. Für diesen Zweck wurden aus erntetechnischen Gründen zweigeschlechtliche Hanfpflanzen gezüchtet. Männliche und weibliche Pflanzen sind leicht auseinanderzuhalten. Während männliche Blüten Rispen bilden, zeigen weibliche Hanfblüten eher traubenartige Blütenstände. Das psychoaktive Rausch erzeugende Cannabinoid THC (Tetrahydrocannabinol) wird allerdings nur von weiblichen Hanfpflanzen

produziert. In der männlichen Pflanze kommen diese Wirkstoffe nur in verschwindend geringer Konzentration vor. Die Hanfpflanze ist über den ganzen Erdball verbreitet und kommt in ihrem natürlichen Habitat sowohl in gemäßigten als auch in tropischen Zonen vor. In der Natur werden die Blüten durch den Wind bestäubt.

#### **4.1.5 Hanf als Rauschmittel**

Die Hanfpflanze wird seit Menschengedenken auch als Rauschmittel eingesetzt. Für die berauschende und entspannende Wirkung sind Cannabinoide (THC) und Cannabidiol (CBD) verantwortlich. Die potenten Wirkstoffe sind in den harzhaltigen Blütentrauben und den blütennahen kleinen Blättern der weiblichen Hanfpflanze enthalten. Getrocknet und zerkleinert werden diese Bestandteile der Pflanze zu Marihuana. Haschisch wiederum wird aus dem extrahierten und gepressten Harz der weiblichen Blütenstände gewonnen.

Was Botaniker als *Cannabis sativa* L. bezeichnen, lässt sich in drei Hauptgattungen unterteilen: *Cannabis sativa*, *Cannabis indica* und *Cannabis ruderalis*. Sie sind sozusagen die »Urmütter«, aus denen im Laufe der Zeit durch Kreuzung viele Hundert Hanfsorten entstanden sind. Die einzelnen Gattungen unterscheiden sich nicht nur in THC- und CBD-Gehalt und Wirkung, sondern auch in Aussehen, Geruch und Wuchsform. Wir stellen Dir die Mütter der psychedelischen Entrückung einmal näher vor.

##### **4.1.5.1 Die Anregende – *Cannabis sativa***

Diese Wärme liebende Art stammt ursprünglich aus äquatornahen tropischen Regionen. Die Sativa schmückt sich mit einem Blattfächer aus langen schmalen Blättern, wie wir sie aus dem Hanflogo kennen. Im Wuchs übertrifft die Sativa ihre kleinen Schwestern um Längen. Selbst während der relativ langen Blütezeit von 9 – 12 Wochen wächst sie unbeirrt weiter und kann drei Meter Höhe erreichen. Der Abstand zwischen den Zweigachsen ist recht groß, dementsprechend offen und licht ist das Erscheinungsbild. Die Sativa verströmt einen unverwechselbar süßen Geruch und besitzt einen hohen Anteil an Rausch erzeugenden Cannabinoiden (THC). Typische Vertreter der Sativa sind alle Haze-Sorten. WIRKUNG: *Cannabis sativa* ist anregend, motivierend und sinnesschärfend und sorgt für ein geistiges »High«. Die Hanfsorte Sativa macht eher wach als müde und fördert die Konzentrationsfähigkeit. Mitunter kann die Sorte bewusstseinsweiternd wirken. Der Genuss regt häufig den Appetit an.

##### **4.1.5.2 Die Entspannende – *Cannabis indica***

Wie schon ihr Name vermuten lässt, stammt die Indica aus dem ostasiatischen Raum und ist vor allem in Indien, Nepal und Afghanistan zu Hause. Das Blätterwerk der Indica ist sehr dicht und weist ein tiefdunkles Grün auf. Die Blattfächer bestehen aus breiten und stark gezahnten Blättern. Die Zweige sitzen am Stamm wesentlich dichter beieinander als bei der Sativa. Dadurch zeigt die Indica einen kompakten dichten Wuchs. Sobald die Blütezeit beginnt, stellt die Pflanze das Höhenwachstum ein und steckt alle Kraft in die Blütenbildung. Deshalb bleibt die Hanfsorte eher klein. Die Indica kommt zwar früher zur Blüte

als die Sativa und die Blütezeit ist mit 7 – 9 Wochen wesentlich kürzer. Die Sorte bildet kompakte, besonders harzhaltige Blüten aus – sogar die umliegenden Blätter sind damit überzogen. Dementsprechend intensiv und kräftig ist auch der Geruch der Pflanze. Allerdings tritt die Süße hier deutlich zurück. Klassiker der Indicafamilie sind zum Beispiel Afghan oder Skunk.

**WIRKUNG:** Die Hanfart Indica enthält große Mengen Cannabidiol (CBD), das kaum psychoaktiv ist und eher für ein körperliches »High« sorgt. Indica hat eine entspannende und beruhigende Wirkung und löst ein körperliches Wohlfühl aus. Allerdings kann der Genuss mitunter müde machen. Indica wirkt schmerzdämpfend und entzündungshemmend. Deshalb ist diese Hanfsorte auch gut für medizinische Zwecke geeignet. Der Genuss schärft außerdem die haptische und auditive Sinneswahrnehmung. Berührungen, Geräusche und Musik werden wesentlich intensiver wahrgenommen. Die Inhaltsstoffe der Indica wirken stark appetitanregend und lösen bisweilen Heißhungerattacken aus.

#### **4.1.5.3 Die Kleinwüchsige – Cannabis ruderalis**

Diese Hanfsorte weist einen sehr niedrigen Gehalt an Cannabinoid (THC) und Cannabidiol (CBD) auf. Daher ist die Ruderalis kaum für die Rauscherzeugung und die medizinische Anwendung geeignet. Doch besitzt sie andere geschätzte Eigenschaften, die sie für Kreuzungen interessant machen. Da die Ruderalis aus eher lichtarmen und kühlen Regionen wie Osteuropa und Russland stammt, ist die Pflanze nicht auf eine deutliche Veränderung der Lichtverhältnisse angewiesen, um zur Blüte zu kommen. Ruderalis beginnt sehr früh und nahezu ohne äußere Einflüsse automatisch zu blühen. Ruderalis besitzt einen fünfzähligen Blattpfächer mit gedrunghenen Blättern und bleibt im Wuchs wesentlich kleiner als ihre großen Schwestern. Aufgrund der genetisch festgelegten frühen Blütezeit und des kleinen Wachstums wird Ruderalis gerne mit Indica und Sativa gekreuzt.

#### **4.1.6 Wie ist die gesetzliche Lage in Deutschland?**

Fast in allen Ländern dieser Welt ist Cannabis derzeit verboten – da macht Deutschland keine Ausnahme. Nichtsdestotrotz ist Cannabis in Deutschland die am häufigsten konsumierte illegale Droge. Die Gesetzeslage ist eindeutig – dafür sorgt § 29 des Betäubungsmittelgesetzes: Seit 1971 sind Anbau, Herstellung und Handel, aber auch Erwerb und Besitz unter Strafe verboten. Dies gilt für alle Pflanzenteile. Ein Urteil des Bundesverfassungsgerichts sieht seit 1994 die mögliche Straffreiheit beim Besitz einer geringfügigen Menge vor. Allerdings handelt es sich um eine Kann-Regelung. Auf dem Papier ist also theoretisch weiterhin auch der Besitz kleinster Mengen strafbar. Die Deutungshoheit, was unter einer geringfügigen Menge zu verstehen ist, liegt im Ermessen der jeweils zuständigen Behörden. Der Begriff geringfügige Menge wird zudem von Bundesland zu Bundesland unterschiedlich ausgelegt. So werden in Berlin mitunter noch Mengen von 15 Gramm toleriert, während in manchen anderen Bundesländern schon 2 Gramm als Obergrenze gelten.

#### **4.1.7 Wie sieht es mit der Gefährlichkeit von Cannabis aus?**

Ob der Genuss von Cannabis negative Auswirkungen auf die seelische und körperliche Gesundheit hat oder gar gefährlich ist – darüber lässt sich trefflich streiten. Teile von Politik und Gesellschaft stufen Cannabis weiterhin als gefährlich ein, obwohl bis heute kein einziger Todesfall durch die Droge dokumentiert ist. Studien belegen, dass Cannabis nicht gefährlicher ist als legale Rauschmittel wie Alkohol und Tabak, die ja erwiesenermaßen abhängig machen können und jedes Jahr weltweit für Millionen von Toten verantwortlich sind. Viele Wissenschaftler halten das derzeitige generelle Verbot der Hanfpflanze deshalb für fragwürdig. Sie sind der Ansicht, dass in der Konsequenz auch Alkohol und Tabak verboten werden müssten oder alternativ Cannabis legalisiert werden sollte.

Dass die psychoaktiven Cannabinoide auf das zentrale Nervensystem des Menschen wirken und Einfluss auf unser Verhalten haben, ist unbestritten. Erwiesen ist auch, dass bei Personen mit regelmäßigem hohem Cannabiskonsum vermehrt Konzentrationsschwäche und Gedächtnisstörungen beobachtet werden. Mitunter wird auch über eine erhöhte Neigung zu depressiven Verstimmungen berichtet. Dies kann besonders bei labilen Menschen zum Problem werden – nicht anders übrigens als bei der Droge Alkohol. Vorsicht ist tatsächlich bei Heranwachsenden und Jugendlichen geboten, deren Gehirne sich noch im Entwicklungsstadium befinden. In diesem Alter scheint häufiger Cannabiskonsum gelegentlich zu Persönlichkeitsstörungen zu führen.

#### **4.1.8 Die Hanfpflanze im Dienste der Medizin**

Cannabis ist wegen seiner pharmakologischen Wirkung schon lange Gegenstand medizinischer Forschung. Jüngst macht Cannabis als gesetzlich zugelassenes Arzneimittel Schlagzeilen, doch stieß und stößt die Zulassung als Arzneimittel in Politik und Gesellschaft immer wieder auf Vorbehalte. Bestimmte Kreise betrachten diese Entwicklung weiterhin mit einer gewissen Skepsis. Wenn auch die Meinungen zur medizinischen Anwendung auseinandergehen, so ist die Wirksamkeit von Cannabis wissenschaftlich eindeutig erwiesen.

Für Arzneipräparate kommt hauptsächlich Cannabis indica zur Verwendung. Die hohe Konzentration an Cannabidiol (CBD) wirkt schmerzdämpfend, entzündungshemmend, krampflösend, entspannend, beruhigend und appetitanregend. Cannabis hat großes therapeutisches Potenzial und eröffnet medizinisch ein ungeheuer breites Anwendungsspektrum. Es lindert die Symptome schwerer Erkrankungen wie Morbus Parkinson, HIV oder Multiple Sklerose und bekämpft erfolgreich Übelkeit und Erbrechen als Begleiterscheinung von Krebstherapien. Cannabis wird in der Schmerztherapie eingesetzt und verbessert die Lebensqualität von Menschen, die an entzündlichen Darmerkrankungen wie Colitis ulcerosa oder Autoimmunerkrankungen wie Morbus Crohn leiden. Auch bei psychischen Erkrankungen wie Angststörungen, Schlafstörungen, Depressionen, ADHS oder

bipolaren Störungen kann Cannabis eine deutliche Besserung erreichen. Das Medikament wird häufig über sogenannte Vaporisierer verabreicht – also durch Inhalation zugeführt. Cannabis hat noch ein weiteres Ass im Ärmel: Es hat deutlich weniger Nebenwirkungen als so manch anderes zugelassenes Arzneimittel. Deutschland ist nicht das einzige Land in Europa, das die medizinische Anwendung von Cannabis gesetzlich erlaubt. Es ist auch in sieben anderen europäischen Ländern zugelassen – darunter Spanien, Belgien, Italien und die Niederlande.

## **4.2 Pflanzenzucht: Growbox vs. Beet im Freien**

Viele Konsumenten von pflanzlichen Genussmitteln setzen auf eigenen Anbau – das Homegrowing. Homegrow Ernten stehen gewerblich angebauten Pflanzen mit der richtigen Samenauswahl und der passenden Pflege in keinem Punkt nach. Wenn beim Zierpflanzen-, Tabak- oder Tomaten-Anbau auf bestimmte Punkte geachtet wird, können die Erträge auch Zuhause die Qualität erreichen, die der auf dem Markt in keinsten Weise nachsteht. Beim Eigenanbau stellt sich zunächst eine essenzielle Frage: drinnen oder draußen? Die Vor- und Nachteile von elektrisch betriebenen Growboxen und Freibeeten zum Pflanzenanbau erklären wir hier auf einen Blick.

### **4.2.1 Vorbereitung ist alles**

Generell gilt: Je mehr Mühe und Material in den Anbau gesteckt wird, desto größer und hochwertiger sind auch die Erträge bei der Pflanzenernte. Beim Anbau von lichtbedürftigen Pflanzen im Garten und bei der Ausstattung von Growboxen können kleine Erträge schon durch Low-Budget Projekte erzielt werden. Das bedeutet, dass keine oder nur wenige zusätzliche Materialien beschafft werden müssen, dafür aber auf Qualität und Erntemenge geringer ausfällt. Bei beiden Varianten zum Pflanzenanbau stehen dem Low-Budget Growing immer auch hochwertigere Produkte und Luxusvarianten gegenüber. Aufgepasst! Teuer ist nicht immer besser – vor der Anschaffung von Grow-Utensilien im nächsten Growshop oder Gartenmarkt sollte ein exakter Preis-Leistungs-Vergleich erfolgen! So entstehen keine unnötigen Kosten und sowohl Erntemenge als auch Qualität ist wie gewünscht.

### **4.2.2 Anbau im Freien, die kostengünstige Variante for Homegrowing**

Die günstigste Variante für den Anbau stark lichtbedürftiger Zierpflanzen ist das Anbauen im Freien – in unseren Breitengraden ist das allerdings gar nicht so einfach. Leichter macht sich der Eigenanbau im Freien mit einem kleinen Gewächshaus, wobei diese Variante die Kosten deutlich erhöht. Bei passendem Wetter können Ihre Pflanzen im Außenanbau je nach Gattung bis zu 6 m Höhe erreichen, ein riesen Ertrag, der aber auch viel Arbeit bedeutet. Zwei Faktoren sind beim Outdoor-Growing besonders wichtig:

#### **4.2.2.1 1. - Unerwünschte Gäste fernhalten**

Einer der größten Nachteile beim Anbau von lichtintensiven Pflanzen im Freien ist das Risiko für Störenfriede. In der Blütezeit sind die Pflanzen besonders

Attraktiv für Schädlinge, und locken schnell neugierige unerwünschte Gäste an. Vorsicht! Auch Nachbarskinder könnten an den Pflanzen naschen.

Lichtbedürftige Pflanzen sind nährstoffreiche Pflanzen und deshalb auch bei tierischen Schädlingen beliebt – auf den Einsatz von Pestiziden und chemischen Insektenbekämpfungsmitteln sollte verzichtet werden. Der Konsum von Pflanzenteilen, die mit chemischen Stoffen verunreinigt sind, kann schwere Konsequenzen auf die Gesundheit haben. Auch die Umwelt wird es danken, wenn auf eine chemische Behandlung verzichtet wird. Um unerwünschte Besucher fernzuhalten, sollten Freilandbeete nur auf abgesperrten Grundstücken mit ausreichend Platz angelegt werden. Ein Sichtschutz sollte selbstverständlich sein.

#### **4.2.2.2 2. - Pflanzen gegen Wind und Wetter schützen**

Je nach Wetterlage kommt der Anbau im Freibeet nur zwischen April und September in Frage. Bei längeren Regenphasen ist der Einsatz von Lampen aus dem Growshop ratsam, damit die Pflanzen genügend Licht zum Wachsen bekommen. Ist der Anbau von tropischen Pflanzen geplant, die viel Sonne brauchen und Kälte nicht standhalten, gehen diese in den Wintermonaten ein oder müssen für ein entsprechendes Quartier umgetopft werden.

#### **4.2.2.3 Alle Vor- und Nachteile eines Grow-Freibeets**

- mehr Platz bedeutet größere Erträge
- kostengünstig
- überall durchführbar (Guerilla-Growing)
- spart Strom und schont die Umwelt
- Vorsicht vor unerwünschten Gästen
- Höheres Risiko für Schimmelbefall und Krankheiten
- Pflanzen sind der Witterung ausgesetzt (Erträge schlecht berechenbar)
- Schädlingsgefahr

#### **4.2.3 Der Pflanzenanbau in der Growbox**

Eine dezentere Variante des Homegrowings ist der Anbau von Pflanzen in der Growbox. In den Boxen kann die Zusammensetzung des Bodens, die Feuchtigkeit und der Lichteinfall exakt kontrolliert werden. Die Growbox ist also eher etwas für Fortgeschrittene, die ihre Ergebnisse und die Qualität der Blüten optimieren wollen. Für den genussvollen Eigengebrauch ist die Growbox zu empfehlen, da die Qualität der gezüchteten Pflanzen deutlich besser ausfällt.

##### **4.2.3.1 Der richtige Aufbau**

Der zuverlässige Aufbau einer Growbox ist etwas komplizierter als die Anpflanzung im Freien. Die Box kann entweder aus eigenen Teilen zusammengestellt oder als Fertigsatz bestellt werden. Die Box wird mit LED-Growleuchten ausgestattet, damit die Pflanzen genügend Licht bekommen. Bei geschlossenen Grow-Boxen sollten Konsumenten darauf achten, nicht zu häufig zu wässern, um Schimmelbildung zu vermeiden.

##### **4.2.3.2 Ganzjährige Ernte im Haus**

Werden die Pflanzen mithilfe von LED-Growlampen im Haus angebaut, sind Wind und Wetter kein Thema mehr. Dafür tritt ein anderes Problem auf: Der starke Geruch von Pflanzen während der Blütezeit ist im Haus oftmals unangenehm. Ein System zur Belüftung einer geschlossenen Growbox schafft Abhilfe, ist aber auch relativ aufwendig im Aufbau und bringt einiges an Mehrkosten mit sich. Schädlinge und Krankheiten sind in der Growbox bestens unter Kontrolle zu halten, was sich ebenfalls positiv auf die Qualität der Pflanzenernte auswirkt.

#### **4.2.3.3 Alle Vor- und Nachteile von Indoor-Growing**

- keine Schädlinge und Diebe
- kontrollierte Pflege sorgt für bessere Qualität
- bessere Erträge pro Pflanze
- komplizierter Aufbau
- höhere Kosten bei der Anschaffung
- Stromverbrauch

#### **4.2.4 Indoor- oder Outdoor-Anbau?**

Ob eher Indoor- oder Outdoor Pflanzen kultiviert werden, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Kosten, Arbeitsaufwand und Qualität sind die hauptsächlichen Faktoren, die die Wahl bestimmen. Kleinere Mengen zum genussvollen Eigengebrauch sollten besser kontrolliert mit Grow-Lampen aufgezogen werden. Für Hobbygärtner eignet sich der Anbau unter freiem Himmel besser.

Wichtig ist es auch, sich vor dem Anbau über die Rechtslage zu informieren. In jedem Fall gilt: Outdoor-Growing ist saisonal abhängig. Für den regelmäßigen Anbau für den Eigenbedarf ist die Growbox-Variante mit LED-Beleuchtung die richtige Wahl.

Viel Erfolg beim Homegrowing!

## **5. Konfigurator**

Immer wieder werden wir gefragt, welche Konfiguration für welche Fläche sinnvoll ist. Darum hier ein kleiner Konfigurator, der bei der Auswahl der richtigen Leuchte für lichtliebende Pflanzen hilfreich sein soll.

### **5.1 Low-Budget, die minimalistische Lösung**

In Folge wird die Minimallösung für einen sinnvollen Anbau beschrieben. Die Pflanzen werden etwas verhalten wachsen und die Ernten werden im mittleren Bereich der Erwartungen liegen. Bei der Berechnung wurde eine Lichtstromdichte von rund  $200 \text{ umol}/(\text{m}^2\text{s})$  zugrunde gelegt.

#### **5.1.1 Bis 0,4 m<sup>2</sup>, 1 bis 4 Pflanzen**

Eine LED-Spezialleuchte mit etwa 50 Watt Leistungsaufnahme ist bereits ausreichend. Leuchten der neuen Generation mit dieser Stärke leuchten eine Fläche von einem Drittel Quadratmeter mit dem gewünschten Lichtfluss aus.

#### **5.1.2 Bis 0,8 m<sup>2</sup>, 4 bis 9 Pflanzen**

Für diese Fläche ist eine LED-Spezialleuchte mit etwa 100 Watt



Leistungsaufnahme ausreichend. Eine einzige Leuchte der neuen Generation dieser Stärke ist für eine moderate Ernte ausreichend.

#### **5.1.3 Bis 1,5 m<sup>2</sup>, 9 bis 15 Pflanzen**

Dank der neuen LED-Technik reicht für diese Fläche eine einzige etwa 200 Watt starke Leuchte aus, um den gewünschten Lichtfluss zu erzeugen.

#### **5.1.4 Bis 2,25 m<sup>2</sup>, 16 bis 25 Pflanzen**

Diese Fläche wird mit einer rund 250 Watt starken LED-Pflanzleuchte der neuesten Generation gut genug ausgeleuchtet, um lichtliebende Pflanzen gut wachsen zu lassen.

#### **5.1.5 Mehr als 2,25 m<sup>2</sup> oder mehr als 25 Pflanzen**

Für eine derartige Installation wird der persönliche Kontakt empfohlen. Gerne beraten wir Sie über die Details Ihres Projekts.

### **5.2 Middle-Budget, die wirtschaftliche Lösung**

In Folge wird die wirtschaftliche Lösung für den Anbau beschrieben. Die Pflanzen werden gut wachsen und die Ernten werden den Erwartungen entsprechen. Bei der Berechnung wurde eine Lichtstromdichte von rund 350  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$  zugrunde gelegt.

#### **5.2.1 Bis 0,4 m<sup>2</sup>, 1 bis 4 Pflanzen**

Eine LED-Spezialleuchte mit etwa 75 Watt Leistungsaufnahme ist bereits ausreichend. Leuchten der neuen Generation mit dieser Stärke leuchten eine Fläche von einem Drittel Quadratmeter mit dem gewünschten Lichtfluss aus.

#### **5.2.2 Bis 0,8 m<sup>2</sup>, 4 bis 9 Pflanzen**

Für diese Fläche ist eine LED-Spezialleuchte mit etwa 150 Watt Leistungsaufnahme ausreichend. Eine einzige Leuchte der neuen Generation dieser Stärke ist für eine gute Ernte ausreichend.

#### **5.2.3 Bis 1,5 m<sup>2</sup>, 9 bis 15 Pflanzen**

Dank der neuen LED-Technik reicht für diese Fläche eine einzige etwa 300 Watt starke Leuchte aus, um den gewünschten Lichtfluss zu erzeugen.

#### **5.2.4 Bis 2,25 m<sup>2</sup>, 16 bis 25 Pflanzen**

Diese Fläche wird mit einer rund 400 Watt starken LED-Pflanzleuchte der neuesten Generation gut genug ausgeleuchtet, um lichtliebende Pflanzen gut wachsen zu lassen.

#### **5.2.5 Mehr als 2,25 m<sup>2</sup> oder mehr als 25 Pflanzen**

Für eine derartige Installation wird der persönliche Kontakt empfohlen. Gerne beraten wir Sie über die Details Ihres Projekts.

### **5.3 High-Budget, die kompromisslose Lösung**

In Folge wird die effizienteste Lösung für den Anbau beschrieben. Die Pflanzen werden hervorragend wachsen und die Ernten werden über den Erwartungen liegen. Bei der Berechnung wurde eine Lichtstromdichte von rund 500  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$  zugrunde gelegt.

### **5.3.1 Bis 0,4 m<sup>2</sup>, 1 bis 4 Pflanzen**

Eine LED-Spezialleuchte mit etwa 100 Watt Leistungsaufnahme ist bereits ausreichend. Leuchten der neuen Generation mit dieser Stärke leuchten eine Fläche von einem Drittel Quadratmeter mit dem gewünschten Lichtfluss aus.

### **5.3.2 Bis 0,8 m<sup>2</sup>, 4 bis 9 Pflanzen**

Für diese Fläche ist eine LED-Spezialleuchte mit etwa 200 Watt Leistungsaufnahme ausreichend. Eine einzige Leuchte der neuen Generation dieser Stärke ist für eine ausgezeichnete Ernte ausreichend.

### **5.3.3 Bis 1,5 m<sup>2</sup>, 9 bis 15 Pflanzen**

Dank der neuen LED-Technik reicht für diese Fläche eine einzige etwa 400 Watt starke Leuchte aus, um den gewünschten Lichtfluss zu erzeugen.

### **5.3.4 Bis 2,25 m<sup>2</sup>, 16 bis 25 Pflanzen**

Diese Fläche wird mit einer rund 600 Watt starken LED-Pflanzleuchte der neuesten Generation gut genug ausgeleuchtet, um lichtliebende Pflanzen sehr gut wachsen zu lassen.

### **5.3.5 Mehr als 2,25 m<sup>2</sup> oder mehr als 25 Pflanzen**

Für eine derartige Installation wird der persönliche Kontakt empfohlen. Gerne beraten wir Sie über die Details Ihres Projekts.

## **6. Nachwort**

Werte Leserin und werter Leser,

Sie haben nun praktisch den kompletten Ratgeber der Firma Growking® gelesen und damit Ihr Interesse am Innenraumanbau gezeigt. Sicher haben Sie doch noch die eine oder andere Frage. Bitte zögern Sie nicht, sich mit uns in Verbindung zu setzen. Unverbindlich und kostenfrei beantworten wir alle Fragen, die Sie uns stellen. Rufen Sie uns an oder schreiben Sie uns eine E-Mail.

[growking.de](http://growking.de)

Stadionstraße 58

70771 Leinfelden-Echterdingen

Germany

Telefon: +49 711 504 286 72

Telefax: +49 711 504 286 73

E-Mail: [info@growking.de](mailto:info@growking.de)

Wir freuen uns auf Sie!

Ihr Team der Firma Growking® & Chuck Lore