

# Fotosynthese – die Grundlage des Lebens

## Was ist Fotosynthese?

Die Fotosynthese (oder auch Photosynthese) ist ein chemischer Prozess, mit dem Pflanzen mit Hilfe von Sonnenlicht ihre eigene Nahrung herstellen. Fotosynthese läuft vor allem in grünen Pflanzen ab und auch in einigen Bakterien und in Algen, die nicht zu den Pflanzen gezählt werden.

Bei den grünen Pflanzen findet der Prozess in bestimmten Bestandteilen der Zellen statt, den sogenannten Chloroplasten. Darin steckt der Farbstoff Chlorophyll, der den Pflanzen auch ihre grüne Farbe gibt.



Dieses Chlorophyll kann Sonnenlicht aufnehmen. Mithilfe des Sonnenlichts sowie Wasser und Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ) stellt die Pflanze in den Chloroplasten andere Stoffe her: Sauerstoff und Glukose, also eine bestimmte Art Zucker.

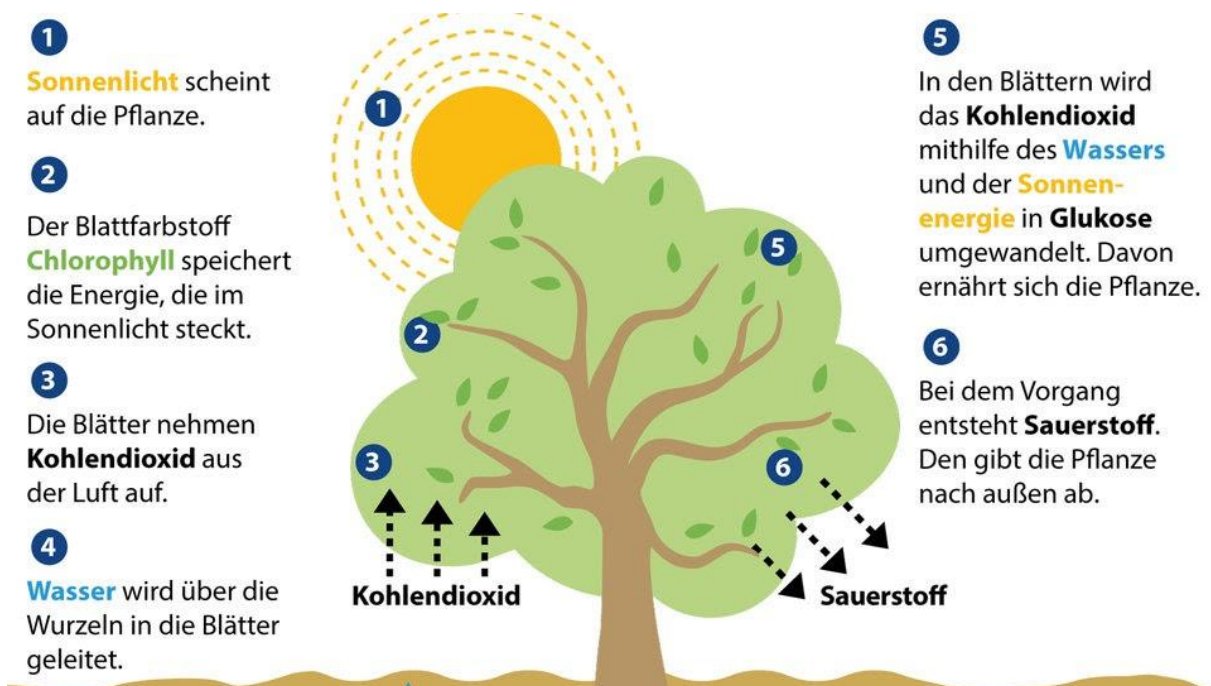
Den Zucker braucht die Pflanze, um zu wachsen und sich zu ernähren. Der Sauerstoff ist für die Pflanze eher ein Abfallprodukt, doch wir Menschen brauchen ihn zum Atmen. Ohne diesen Vorgang gäbe es kein Leben, wie wir es kennen.

## Wie läuft die Fotosynthese ab?

Die Fotosynthese ist ein zweistufiger Vorgang. Biologen unterscheiden die Lichtreaktion (auch Primärreaktion oder Fotosynthese 1 genannt) und die Dunkelreaktion (auch Sekundärreaktion, Fotosynthese 2 oder Calvin-Zyklus genannt).

1. Lichtreaktion: Zuerst scheint das Sonnenlicht auf die Blätter der Pflanze. Der grüne Farbstoff in den Chloroplasten, das sogenannte Chlorophyll, nimmt die Lichtenergie der Sonne auf. Mithilfe dieser Energie zerlegt die Pflanze nun das Wasser, das über die Wurzeln in die Blätter geleitet wird. Dabei entsteht Sauerstoff, den die Pflanze an die Luft abgibt – und es entsteht auch so genannte chemische Energie, die von der Pflanze genutzt werden kann.
2. Dunkelreaktion: In der zweiten Phase nutzt die Pflanze diese chemische Energie, um Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ) aus der Luft in die Zuckerart Glukose umzuwandeln. Die Glukose gibt der Pflanze Energie zum Wachsen und dient auch dazu, Teile der Pflanze aufzubauen, zum Beispiel Blätter und Stängel.

Im ersten Schritt wandelt die Pflanze also Lichtenergie in chemische, nutzbare Energie um. Im zweiten Schritt nutzt sie diese Energie, um Zucker herzustellen.



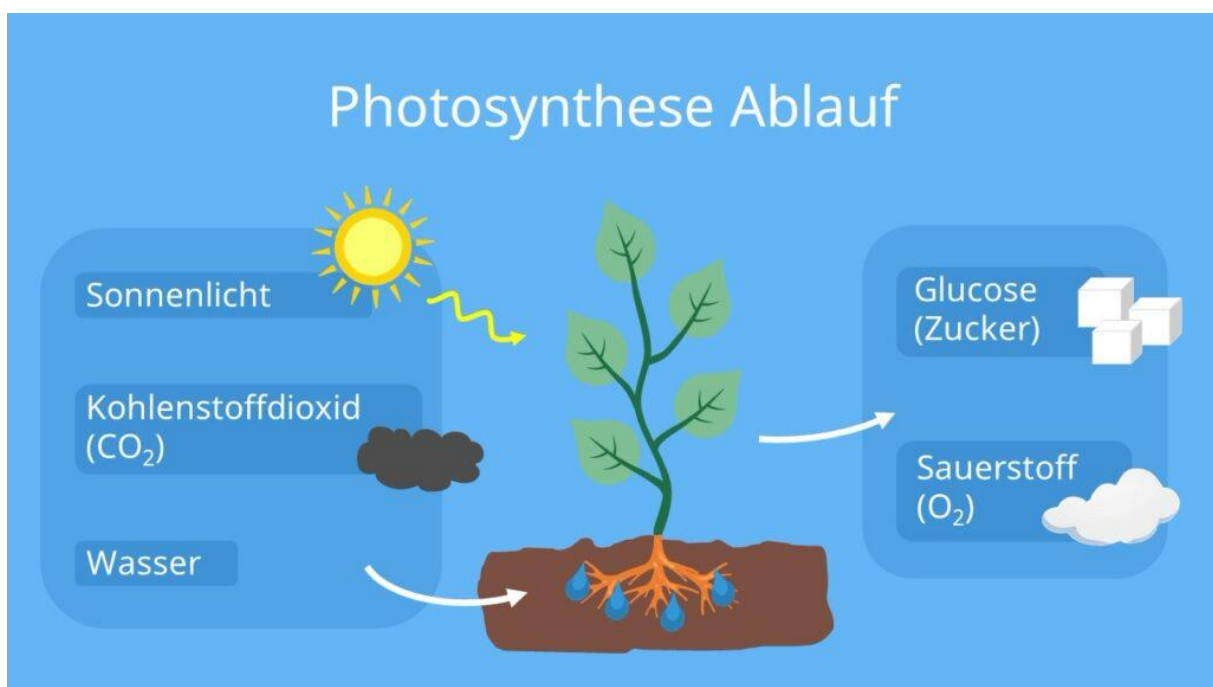
## Warum ist Fotosynthese so wichtig?

Fotosynthese ist aus mehreren Gründen ein grundlegender und wichtiger Prozess auf unserem Planeten.

Zum einen ist Fotosynthese die Grundlage der meisten Nahrungsketten.

Zum anderen sorgt die Fotosynthese dafür, dass sich in der Erdatmosphäre – also der gasförmigen Hülle rund um die Erde – Sauerstoff ansammelt. Die Erdatmosphäre, wie wir sie heute kennen, ist das Ergebnis von Milliarden Jahren Fotosynthese. Ohne diesen Prozess gäbe es keinen freien Sauerstoff, was das Leben auf der Erde für uns Menschen unmöglich machen würde.

Darüber hinaus spielt die Fotosynthese eine Schlüsselrolle im weltweiten Kohlenstoffkreislauf. Aus der Luft nehmen die Pflanzen Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ) auf, das als Treibhausgas erheblich zum Klimawandel beiträgt. Sie senken so den Anteil des schädlichen  $\text{CO}_2$  in der Atmosphäre.



## Wo wird der Kohlenstoff in der Pflanze gespeichert?

Der Kohlenstoff verliert bei der Fotosynthese Elektronen und ist dadurch umgewandelt zu Glukose. Die Glukose (Zucker) wird in Stängel, Blättern, Früchten und Wurzeln der Pflanze gespeichert. Entweder wird sie wie in den Blättern und Früchten in Form von reiner Glukose als kurzzeitiger

Energiespeicher gespeichert oder als eine Glukosemolekülkette in Stängel und Wurzeln. Glukosemolekülketten werden auch Stärke oder im Fall von Pflanzen auch Zellulose genannt. Aus ihnen besteht die Pflanze, sie dienen als Langzeitenergiespeicher und geben Stabilität. Über den Stängel wird außerdem die Wasser- und Mineralzufuhr zu den Blättern garantiert. In den Früchten der Pflanze ist besonders viel Glukose, Stärke und Öle gespeichert, als direkter Energiespeicher. Dieser dient als Grundlage für die folgende Generation. Damit ist aber nicht nur das Fruchtfleisch gemeint, dieses ist nicht notwendig für das Wachsen aus dem Samen, sondern vor allem die Stärke und Öle die im Samen selbst gespeichert sind.

Was bedeutet das für das Baukunststudio? Gesunde Blätter sollten nicht abgerissen werden, Stängel die drohen abzuknicken sollten stabilisiert werden.

### **Grüne Farbe als Indikator der Pflanzengesundheit**

Pflanzen absorbieren während der Primärreaktion vor allem rotes Licht mit einer Wellenlänge von 570 – 700 nm. Da das Sonnenlicht alle Spektralfarben enthält, wird die Komplementärfarbe des roten Lichts, also grünes Licht reflektiert und die Pflanze wirkt nach außen für den Betrachter grün. Die Umwandlung der Lichtenergie in die für die Pflanze brauchbare Energieformen basiert grundlegend auf der Aufnahme und Umwandlung des Lichts. Weisen die Pflanzen keine Grüne Farbe mehr auf, bedeutet dies, dass kein rotes Licht mehr absorbiert wird und dadurch auch keine Energie aus dem Licht aufgenommen werden kann. Der erste Schritt der Fotosynthese scheitert also. Die Lebensgrundlage der Pflanze ist dadurch gefährdet.

Die grüne Färbung der Blätter der Pflanze, kann deshalb von uns als Indikator der Pflanzengesundheit genutzt werden.

Dabei gibt es allerdings nicht nur den Zustand grün oder nicht grün, sondern ein Spektrum an Färbung, die auf unterschiedliche Mängel zurückzuführen sind. Je nachdem, was der Pflanze fehlt, färben sich ihre Blätter entsprechend.

Stickstoff-, Kalium-, Phosphor-, Magnesium-, Mangan-, Calcium- und Eisenmangel können an den Blättern abgelesen werden (Schnittstelle zum Bereich Boden).

#### Plant nutrient deficiencies.

**Nitrogen:** upper leaves are light green and yellow; lower, older leaves are yellow and shriveled.



**Potassium:** yellowing at tips and edges of leaves; dead or yellow patches develop on leaves.



**Phosphorous:** Leaves are darker than normal; plants lose leaves.



**Magnesium:** leaves turn yellow from outside in, veins remain green at first.



**Manganese:** yellow spots or elongated holes between veins.



**Calcium:** new leaves deformed and stunted; old leaves remain normal.



**Iron:** new leaves yellow and white with green veins; old leaves remain normal.



### Was für Auswirkungen haben Pflanzen auf die Atmosphäre?

#### Wirkung Beschreibung

##### Fotosynthese

Pflanzen nehmen Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) auf und geben Sauerstoff ( $\text{O}_2$ ) ab. Damit reduzieren sie Treibhausgase und machen die Luft atembar

**Kohlenstoffspeicherung** Pflanzen speichern Kohlenstoff in ihren Geweben

**Verdunstung** & durch Transpiration geben Pflanzen Wasser ab, was

**Luftfeuchtigkeit** das Mikroklima verbessert

##### Luftreinigung

viele Pflanzen filtern Schadstoffe wie Formaldehyd, Benzol oder Stickoxide aus der Luft

##### Staubbindung

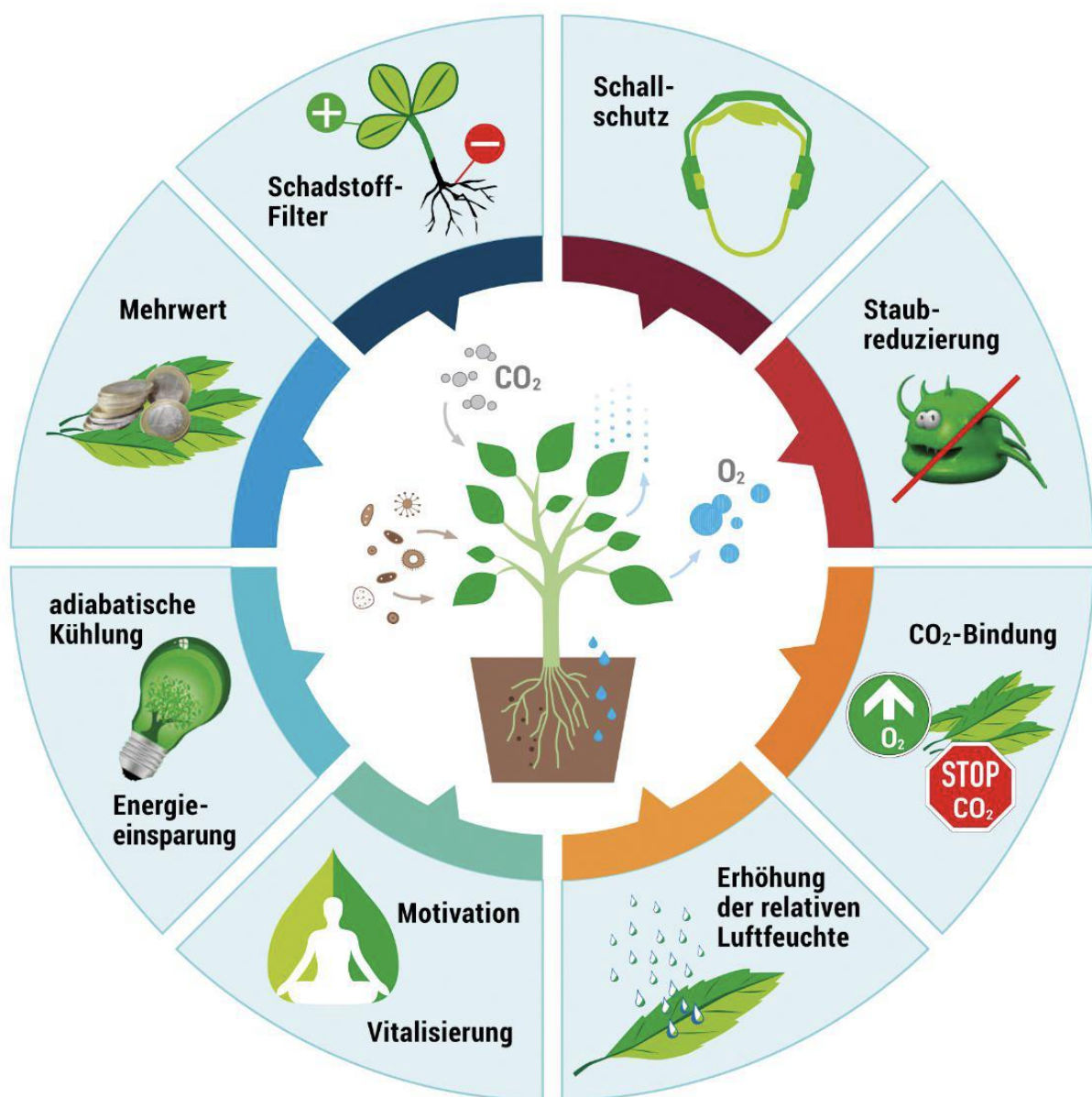
##### Kühlung der Umgebung

Blätter ziehen Staubpartikel an und verringern so die Feinstaubbelastung

durch Verdunstung entsteht Verdunstungskälte, die Räume und Städte abkühlt

## Psychologische Wirkung

GrUn beruhigt, verbessert Konzentration, Schlaf und Stimmung



## **Pflanzen und Raumklima: Können Pflanzen die Raumluft verbessern? Welche Auswirkungen haben Pflanzen auf die Luftfeuchtigkeit?**

Pflanzen nehmen im Rahmen der Photosynthese Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) aus der Luft auf und geben Wasser an die Umgebung ab - durch diese Transpiration steigt die Luftfeuchtigkeit. Da der Wasserdampf über die Blätter abgegeben wird, ist der Effekt **besonders bei großblättrigen Pflanzen** zu beobachten.

Laut einer Studie der Universität Wageningen (Niederlande) wird die relative Luftfeuchtigkeit in begrünten Räumen um durchschnittlich fünf Prozent erhöht. Entsprechend können Pflanzen im Hinblick auf eine angenehme Luftfeuchtigkeit einen Beitrag leisten. Allerdings spielen beim Transpirationsprozess weitere Faktoren eine Rolle, wie zum Beispiel die Temperatur und die bereits vorherrschende Luftfeuchtigkeit. Die Stärke des Effekts kann also variieren.

## **Können Pflanzen die Luft reinigen?**

Tatsächlich können Pflanzen Schadstoffe wie Formaldehyd, Xylol oder Benzol aus der Luft aufnehmen. Im Gegenzug geben sie neben Wasser auch Sauerstoff an die Umgebung ab. **Studien zeigen, dass Pflanzen die Fähigkeit besitzen, das Raumklima zu verbessern. Doch der Effekt ist in einem typischen Wohn-/Büroraum wahrscheinlich kaum wahrnehmbar.** (Studien, die die positive Auswirkung von Zimmerpflanzen auf das Raumklima belegen, beziehen sich in der Regel auf kontrollierte Laborbedingungen)

Zum Beispiel untersuchte die US-Weltraumbehörde NASA die Luftreinigung von Pflanzen mit dem Ziel, die Luftqualität in den Raumstationen zu verbessern.

Dabei wurden Schadstoffe wie Benzol und Trichlorethylen betrachtet, die unter anderem durch Abgase bzw. aufgrund der Verwendung als Lösungsmittel in die Luft gelangen. Beide gelten unter anderem als krebserregend. Die NASA-Studie (1989) zeigte tatsächlich positive Effekte der Pflanzen auf die Luftqualität, allerdings befanden sich die Pflanzen dabei nicht in einem normalen Zimmer, sondern in sehr viel kleineren, luftdicht verschlossenen Plexiglasboxen, die mit Schadstoffen gefüllt wurden.

In der realen Wohn- oder Büroumgebung hingegen brauchte man eine Menge Pflanzen, um einen merkbaren Effekt auf die Raumluft zu erzielen.

Einer Studie des Umweltingenieurs Waring (2019) zufolge waren etwa **10 bis 100 Pflanzen pro Quadratmeter** erforderlich, um die gleiche Luftreinigung zu erreichen, die in typischen Gebäuden durch den Luftaustausch von draußen nach drinnen bereits stattfindet. Bei einem Raum mit zehn Quadratmetern Fläche müsste man also mindestens 100 bis 1.000 Pflanzen aufstellen, um eine Veränderung der Luftqualität zu merken.

# Wie kann das Baukunst Studio verändert werden, um Fotosynthese zu optimieren?

## Anordnung der Pflanzen im Raum

Die Fenster zur Südseite ermöglichen eine hohe Sonneneinstrahlung, auch wenn der konstruktive Sonnenschutz natürlich die direkte Anstrahlung unserer Pflanzen reduziert.

Durch geplante Anordnung der Pflanzen im Raum können wir ihnen helfen, die Sonneneinstrahlung besser zu nutzen. Pflanzen mögen, je nach Herkunft, eine andere Menge an direkter Sonneneinstrahlung.

Man kann also die Pflanzen nach ihrem Bedarf an Sonnenlicht beispielsweise in 3 Zonen aufteilen.

Zone A befindet sich auf der Fensterbank, eine Entfernung von 0-50cm vom Fenster. Hier werden Pflanzen platziert, die eine hohe Dosis Sonnenlicht gewöhnt sind. Nicos Kaktus beispielsweise würde sich in dieser Zone wohlfühlen. Auch Amelies Salbei ist Fan von direkter Sonne.

Zone B wird 1-2m vom Fenster entfernt angelegt. Hier finden sich Pflanzen, die eine mittlere Menge Sonnenlicht benötigen. Nicht zu viel aber auch nicht zu wenig.

Zone C befindet sich an der Westseite des Raumes. Hier können wir pflanzen platzieren, die zwar gerne etwas direkte Sonne mögen, für die die direkte Mittagssonne aber zu viel wäre. Manche Pflanzen mögen Sonneneinstrahlung nur morgens und abends. Kevins Monstera beispielsweise würde sich hier sehr wohl fühlen, wo sie abends noch Sonne bekommen kann, wo es aber keine Gefahr für Blattverbrennungen aufgrund von direkter Sonne gibt.

Zone D befindet sich tiefer im Raum, weg vom Fenster, etwa 5-6m entfernt. Hier fühlen sich Pflanzen wohl, die Sonnenlicht scheuen und im Schatten gedeihen. Nur diffuses, geschwächtes Licht kommt in dieser Zone an. So ist sie in etwa ideal für Stellas Moos, welches es gerne schattig und feucht hat.

Wenn wir solche Zonenunterteilungen durchführen, könnten wir unsere Pflanzen helfen, die Sonnenstrahlen optimal zu nutzen und so möglichst gut zu gedeihen.

## **Sonnenbrand vermeiden!**

Wenn Pflanzen nicht an viel direkte, pralle Mittagssonne gewöhnt sind, und wir sie trotzdem nahe eines Südfensters platzieren, können sie Sonnenbrand entwickeln.

Dies kann bei sehr vielen Pflanzen passieren. Wenn die Pflanze lange an einem anderen Standort ohne pralle Mittagssonne stand, und sie dann ans Südfenster gestellt wird, kann sie Sonnenbrand entwickeln.

Auch Arten, die aus der Nähe des Äquators stammen und viel Sonnenlicht vertragen, können bei direktem Südfensterlicht Sonnenbrand entwickeln, auch wenn das aufgrund ihrer Herkunft unintuitiv erscheint. Beispielsweise Ananas und Aloe Vera sind trotz ihrer südlichen Herkunft keine Freunde von direkter, praller Mittagssonne und können durch sie Sonnenbrand entwickeln und ihre Blätter schädigen.



**Unser nächster Schritt:**

Da wir kollektiv unsere Pflanzen auf die Fensterbank an der Südseite

Person	Pflanze	Zone	Gefahr für Sonnenbrand
Amelie	Salbei	A	Kaum
Carlotta	Frühlingszwiebel	A	Kaum
Ida	Basilikum	A (B/C)	Ja
Jeong	Ananas	B/C	Ja
Kevin	Monstera	B/C	Ja
Lola			
Lukas	Apfelkeim		
Marie	Hoya Wayetti	B	Durchaus
Merle	Grünlilie	B/C	Ja
Nico	Kaktus	A	Kaum
Noah	Kastanie	Je nach Sorte	Durchaus
Simon	Aloe Vera	A/C	
Stella	Moos	D	Ja
Tim	Roter Hartriegel	A/C	Kaum
Yul	Efeu	C/D	Ja

gestellt haben, sollte sich alle von uns einmal informieren, was die Lichtbedürfnisse unser jeweiligen Pflanzen sind, in welcher Zone wir sie am besten unterbringen und wie wir Sonnenbrand vermeiden können. Denn am falschen Standort können die Pflanzen in Wachstum und Gesundheit eingeschränkt werden, Blätter verbräunen oder sogar ganze Pflanzen sterben. Daher haben wir Recherche betrieben und sind zu folgendem Ergebnis gekommen, was wir kollektiv umsetzen könnten.

## Neue Raumgestaltung?

Um das Baukunststudio den Pflanze zu gute zu verändern, habe ich alle unsere pflanzen recherchiert und das beste Raumklima für diese gefunden. Dabei können die Pflanzen in verschiedene Kategorien eingeteilt werden je nach ihren Anforderungen. Ich konnte in drei verschiedene Raumklimas unterteilen:

Pflanze	Luft	Licht	Temperatur
Moos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sehr Feucht</li><li>• 40%-65%</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Indirekt</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ca. 10°-26°</li><li>• Weg von Heizung</li></ul>
Grünlilie	<ul style="list-style-type: none"><li>• Frucht</li><li>• Wind/Zugschutz</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Indirekt</li><li>• Viel</li><li>• Ost/West Fenster</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ca 15°-25°</li><li>• Nicht unter 10°</li></ul>
Monstera Deliciosa	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kein Luftzug</li><li>• Feucht</li><li>• Wasserschale</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Indirekt</li><li>• Viel</li><li>• Ost/West gewandt</li><li>• Regelmäßig drehen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Konstant</li><li>• Ca. 18°-25°</li><li>• Weg von Heizung</li></ul>
Efeutute	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kein Luftzug</li><li>• Feucht</li><li>• Wasserschale</li><li>• Im Sommer kann sie raus an geschützten Ort</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Indirekt</li><li>• Viel</li><li>• Ost/West Fenster</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Konstant</li><li>• Ca. 20°</li><li>• Weg von Heizung</li><li>• Im Sommer kann sie raus je nach Temperatur</li></ul>
Salbai	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nicht zu feucht</li><li>• Leidet im Innenraum</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Viel Sonne</li><li>• Südausrichtung</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Im Winter Frostfrei (1-5°)</li><li>• Leidet im Innenraum</li></ul>
Lauchzwiebel	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wind/Zugschutz</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sonnig/Halbschatten</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Relativ Warm</li><li>• Im Winter Drinnen</li></ul>

Basilikum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relativ trockene Luft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viel Sonne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei Keimung ca 20°</li> <li>• Im Winter drinnen</li> </ul>
Hoya Wayetti	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht zu feucht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonnig/Halbschatten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Warm Ca. 20°</li> </ul>
Aloevera	- Nicht zu feucht	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viel Sonne</li> <li>• Südfenster</li> <li>• regelmäßig drehen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstant</li> <li>• Ca. 20°-25°</li> <li>• Weg von heizung</li> <li>• Im Sommer kann sie raus je nach Temperatur</li> <li>• Im Winter ca 10°-15°</li> </ul>
Kaktus	- Wenig Luftfeuchtigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viel Sonne</li> <li>• Südfenster</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ca. 20°-30° (tagsüber)</li> <li>• Ca. 10°-20° (nachts)</li> </ul>
Gemeiner Efeu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl feucht als auch trockene Luft geeignet</li> <li>• Tolerant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Sonne als auch Schatten geeignet</li> <li>• Tolerant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ca. 15°-38°</li> <li>• Tolerant</li> </ul>
Apfelkeimling	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Windschutz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonnig/Halbschatten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Warm</li> <li>• Ca. 20°-25°</li> </ul>
Kastanien-keimling	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Windschutz</li> </ul>	- Sonnig/Halbschatten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Warm</li> <li>• Ca. 20°</li> </ul>
Flaschenstäubling			

**Tropisch:**

Ein warmer Raum mit hoher Luftfeuchtigkeit, viel indirektem Licht (am besten Richtung Osten oder Westen ausgerichtet) und wenig Luftzug. Folgende Pflanzen gedeihen unter diesen Konditionen:

- Moos
- Grүнlilie
- Monstera Deliciosa
- Efeutute

### **Mediterran:**

Ein warmer Raum mit nicht zu hoher Luftfeuchtigkeit, viel direktem Licht (am besten Richtung Süden ausgerichtet) und wenig Luftzug. Folgende Pflanzen gedeihen unter diesen Bedingungen:

- Salbei
- Basilikum
- Lauchzwiebel
- Aloevera
- Kaktus
- Hoya Wayetti

### **Keimlinge:**

Ein warmer Raum mit durchschnittlicher Luftfeuchtigkeit, viel bis wenig direktem Licht und wenig Luftzug. Folgende Pflanzen gedeihen unter diesen Bedingungen:

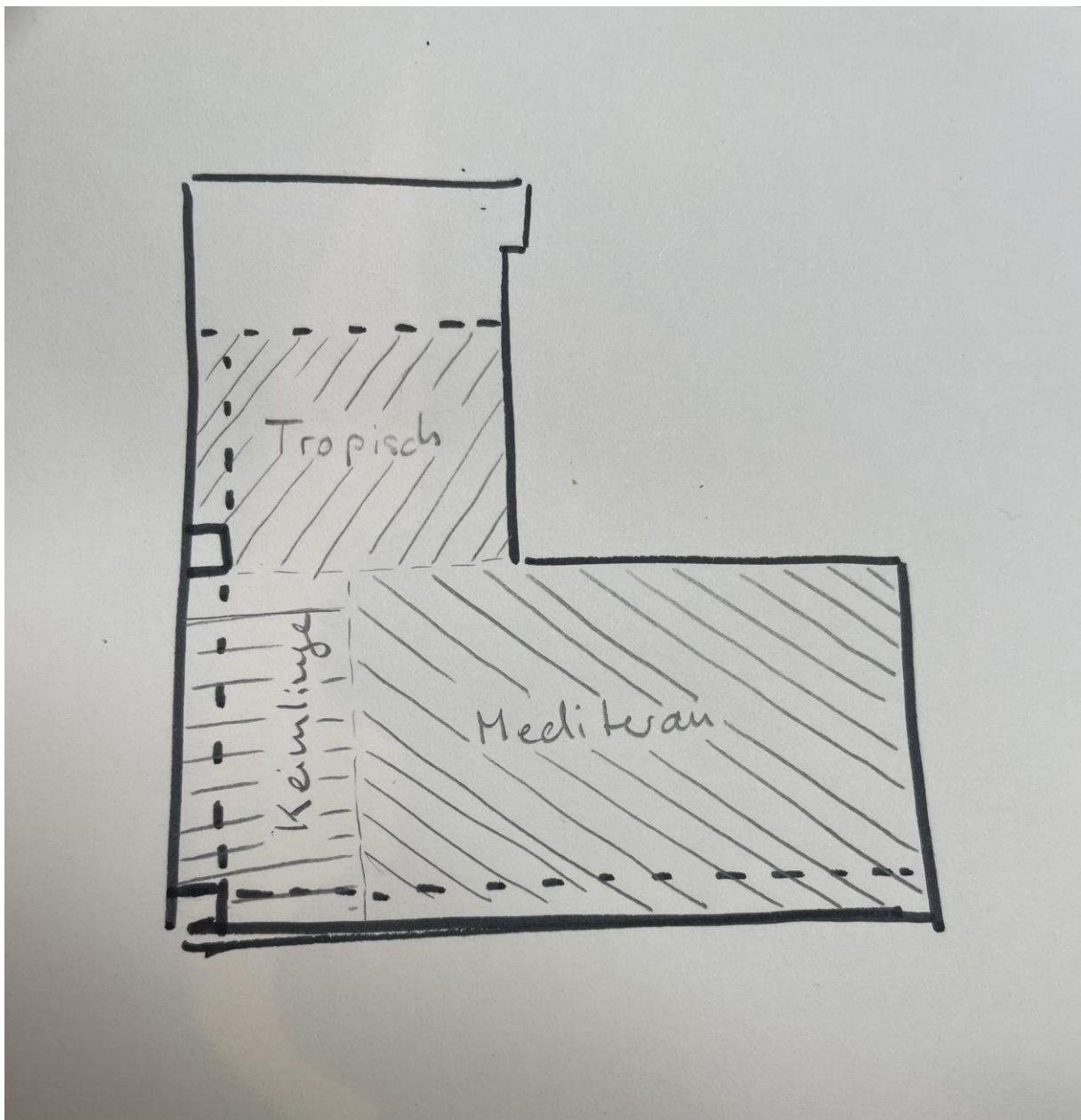
- Apfelkeimling
- Kastanienkeimling

### **Sonderfall:**

- Gemeiner Efeu

Der Gemeine Efeu ist extrem anpassungsfähig und gedeiht sowohl in direkter Sonne als auch in vollem Schatten. Er hat eine hohe Temperatur-Toleranz und kann aufgrund dieser Eigenschaften in all den oberen genannten Räumen Gedeihen.

## Vorschlag für eine Neu Aufteilung des Raumes:



Der Tropische Teil des Raumes kann so gestaltet werden, dass die pflanzen viel indirektes Licht bekommen, da es ein Fenster Richtung Westen hat. Die Luftfeuchtigkeit kann durch eine Schüssel Wasser über der Heizung erreicht werden.

Der Mediterrane Teil des Raumes ist Richtung Süden ausgerichtet und bekommt deshalb viel direktes Sonnenlicht, was die Hauptanforderungen für dieses Raumklima erfüllt.

Die Keimlinge sind Richtung Westen ausgerichtet und sind zwischen der trockenen und der feuchten Luft perfekt platziert.

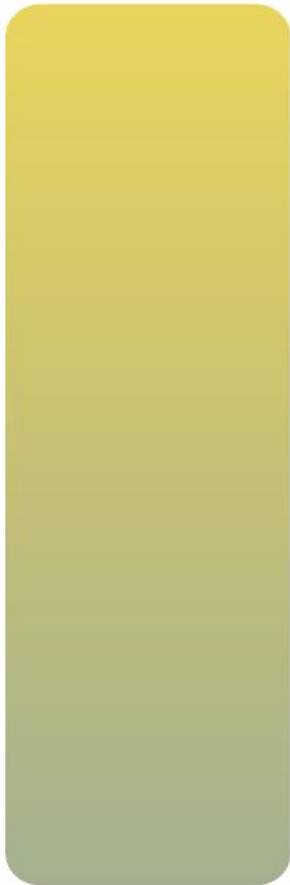
## Farbskalen zum Erkennen der Pflanzengesundheit

Verschiedene Pflanzen reagieren unterschiedlich auf Stress und Mängel. Die Pflanzen im Baukunststudio lassen sich in verschiedene Kategorien einteilen, je nach Reaktion auf Stress.

Kategorie 1: Kräuter und essbare Pflanzen

Salbei, Basilikum, Frühlingszwiebel

Besonderes Problem: Stickstoffmangel



Weitere Kategorien und auftretende Probleme, die sich an der Farbe erkennen lassen:

Tropische Pflanzen: Monstera, Hoya wayetii

Probleme: Lichtmangel, Eisenmangel

Färbung: von Dunkelgrün/Hellgrün über Gelb bis Braun

Zeigen Mangel verzögert

Aloe Vera und Kaktus

Problem: Feuchtigkeitsprobleme und Stress durch falsche Wasserversorgung

Färbung: Grün - Grau- Rot – Braun

Grünlilie und Efeu

Problem: Wasser- und Salzstress

Färbung: Blassgrün, braune Spitzen

Ananas

Färbung: Gelb – Rotbraun

Moos

Problem: Feuchtigkeit

Färbung: von Dunkelgrün bis Hellgrün, Grau und Braun