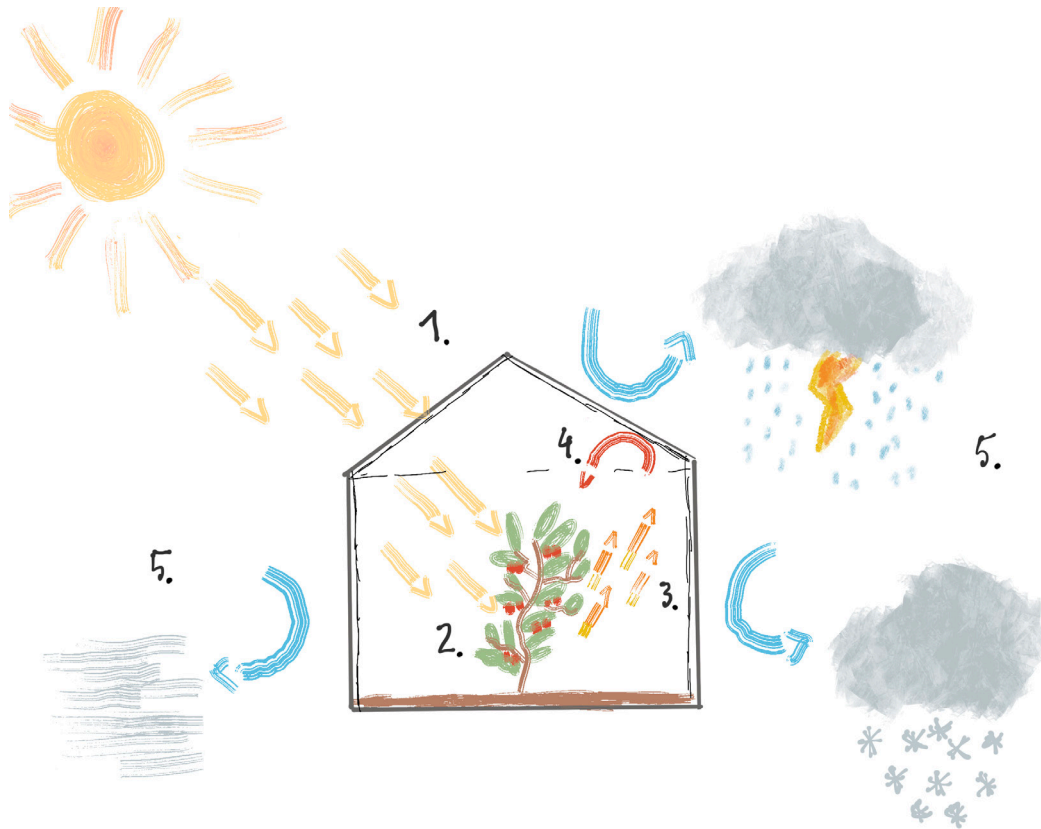


Leonard Pütttschneider

1. Basics: greenhouse functionality

Grundlagen: Funktionsweise eines Gewächshauses



1. Sun rays penetrate the outer skin of the greenhouse.
2. The air inside the greenhouse is heated by the sun's rays. Also the floor and other objects in the greenhouse take the temperature
3. The outer skin creates a closed space and the warm air can not easily escape. This stored heat creates a perfect climate for raising seedlings.
4. The closed outer skin protects the plants from external environmental influences that could disturb the growth of the plants. Such as strong winds; thunderstorms; snow etc.

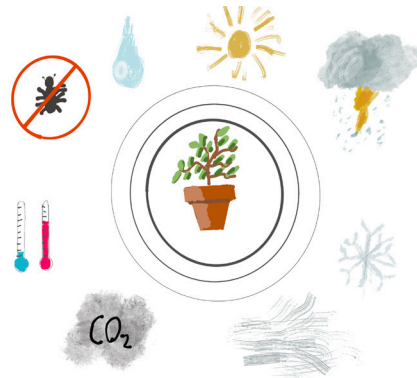
1. Die Sonnenstrahlen durchdringen die Außenhaut des Gewächshauses.
2. Die Luft im Inneren des Gewächshauses wird durch die Sonnenstrahlen erwärmt. Auch der Boden und andere Gegenstände im Gewächshaus nehmen die Temperatur
3. Die Außenhaut schafft einen geschlossenen Raum und die warme Luft kann nicht so leicht entweichen. Diese gespeicherte Wärme schafft ein perfektes Klima für die Aufzucht von Setzlingen.
4. Die geschlossene Außenhaut schützt die Pflanzen vor äußeren Umwelteinflüssen, die das Wachstum der Pflanzen stören könnten. Wie z. B. starker Wind; Gewitter; Schnee usw.

2. general Information:

Allgemeine Informationen:

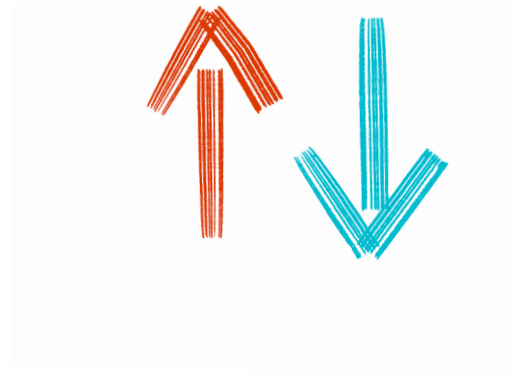
2

A greenhouse is an enclosed environment that can be controlled to a certain degree and in which ideal growing conditions for the plants are strived for. However, the indoor climate is constantly influenced by external factors: The outside air temperature and solar radiation change the inside temperature; after watering the humidity changes; etc.



Ein Gewächshaus ist eine geschlossene Umgebung, die bis zu einem gewissen Grad kontrolliert werden kann und in der ideale Wachstumsbedingungen für die angebaute Pflanzen angestrebt werden. Das Innenklima wird jedoch ständig von äußeren Faktoren beeinflusst: Die Außenlufttemperatur und die Sonneneinstrahlung verändern die Innentemperatur, nach der Bewässerung ändert sich die Luftfeuchtigkeit etc.

A climate computer always tries to compensate for the changes in order to maintain the desired condition. To do this, it detects changes with the help of sensors and counteracts them with the existing technical equipment.



Ein Klimacomputer versucht immer Veränderungen auszugleichen, um den gewünschten Zustand zu erhalten. Dazu erkennt er die Veränderungen mit Hilfe von Sensoren und wirkt ihnen mit den vorhandenen technischen Einrichtungen entgegen.

Greenhouse computers are available with a wide range of functions. From simple devices that only cover the most basic functions (temperature, irrigation) to complex devices that cover a wide range of control variables. Here on the left you can see a device of the upper price range.

(„GrowControl GrowBase Pro“ 728.90€)



Gewächshauscomputer gibt es mit diversen Bandbreiten an Funktionen. Von simplen Geräten die nur die Grundlegendsten Funktionen abdecken (Temperatur, Bewässerung) bis hin zu komplexen Geräten die eine breite Bandbreite von Regelgrößen abdecken.

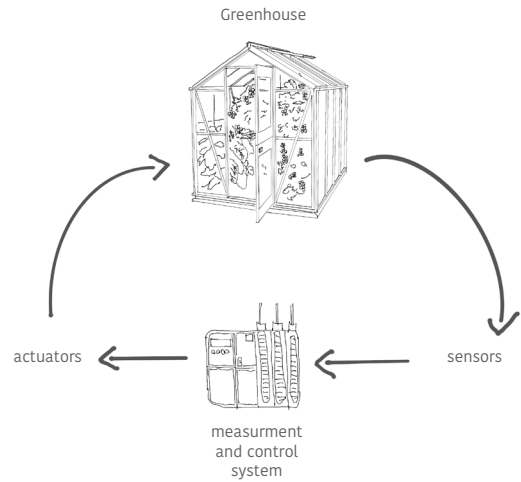
Hier links ist ein Gerät der oberen Preisklasse zu sehen. („GrowControl GrowBase Pro“ 728,90€)

1.

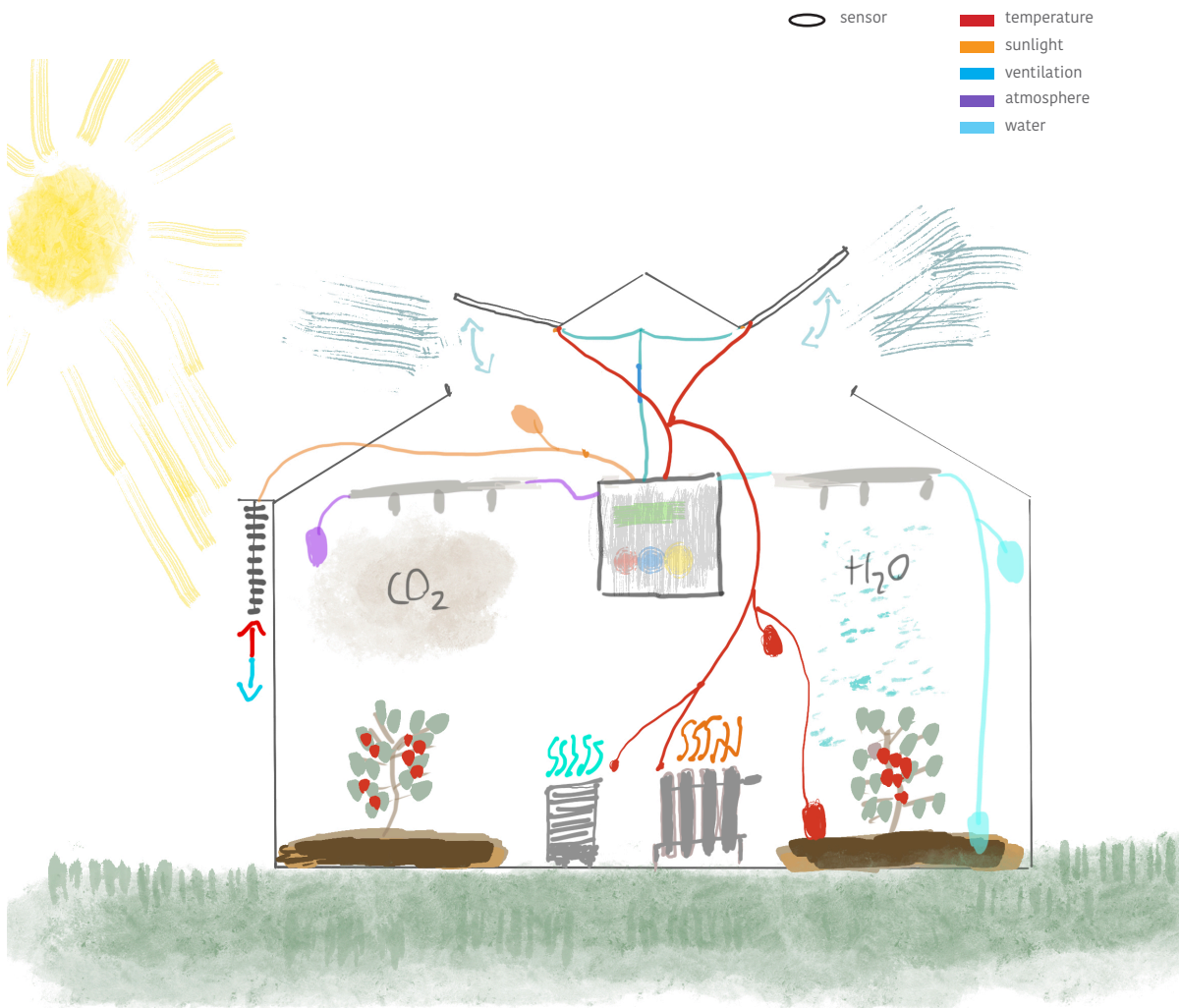
3. Control variables:

Regelgrößen:

Depending on the model of climate computer, the technology and sensors installed in the greenhouse, a climate computer can control various controlled variables and actuators. For each controlled variable, a specific value can be entered on the control unit. However, the different control variables are not to be regarded as independent factors; the factors can influence each other: For example, lowering the sun visors can cause the temperature to drop. The control computer should coordinate these factors.








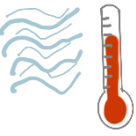

Abhängig vom Modell, der verbauten ausführenden Technik und der im Gewächshaus installierten Sensoren kann ein Klimacomputer verschiedene Regelgrößen und Stellglieder steuern. Für jede Regelgröße kann am Steuergerät ein bestimmter Wert eingegeben werden. Die verschiedenen Regelgrößen sind jedoch nicht als unabhängige Faktoren zu betrachten: Die Faktoren können sich gegenseitig beeinflussen: So kann z. B. das Herunterfahren der Sonnenblenden ein Absinken der Temperatur bewirken. Die Kontrolleinheit sollte diese Faktoren aufeinander abstimmen.



4. Control variables:

Regelgrößen:

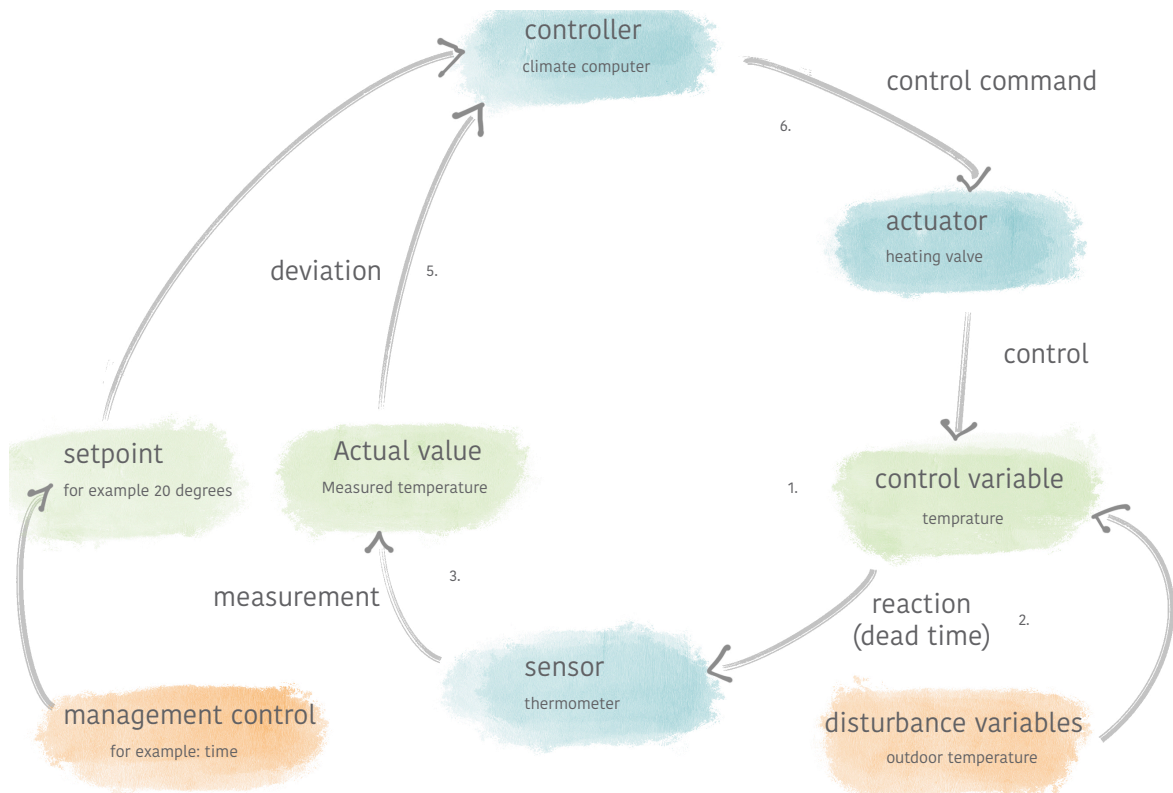
4

category	symbol	climate factor	sensors	actuators
light		solar radiation	Interior light intensity	Shading devices: Avoidance of excessive irradiation, energy screen in night mode Exposure systems: control of day length and increase in yield, mainly in winter
air		wind	wind force temperature	Ventilation control: Control of ventilation flaps, fans
		CO2	CO2 Concentration	CO2 fumigation systems: optimising the CO2 supply for the plants
moisture		Water	soil humidity	Irrigation automation: control of pumps and solenoid valves for irrigation
		Water	air humidity	Air humidification / spray systems: Reduction of the saturation deficit of the leaves Dehumidification by cooling and heating: prevention of leaf diseases;
temperature		solar radiation	Inside temperature	natural temperature control: Control of ventilation flaps, fans Heating control: Control of heating, air heaters etc. Cooling control: Hiring of cooling units
		solar radiation	floor temperature	natural temperature control: Control of ventilation flaps, fans Heating control: Control of heating, air heaters etc. Cooling control: Hiring of cooling units

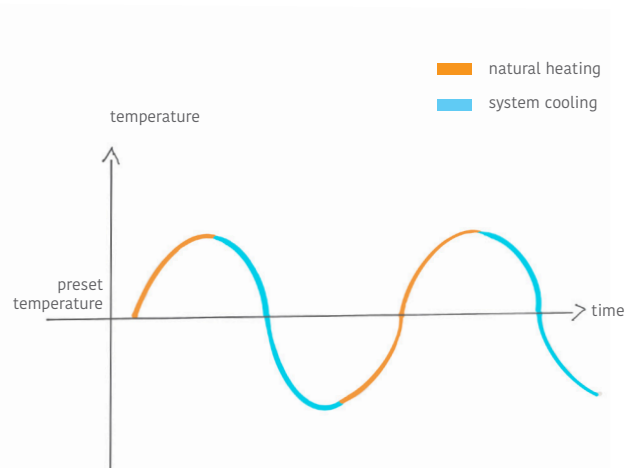
5. Control loop:

Regelkreislauf:

5



1. adopted: Set temperature 20 degrees
Temperature rise due to moving clouds
2. Solar radiation = disturbance variable -> changes the temperature
Change happens slowly (after dead time).
3. Computer measures temperature with the help of sensor
4. Comparison with preset temperature
5. deviation is detected -> the computer changes an actuator to adjust the value.
In this case, it controls a motor that opens the ventilation.
6. Ventilation open
-> controlled variable decreases
-> change is only noticed after dead time
-> computer controls against it again
-> cycle starts anew



1. angenommen: Solltemperatur 20 Grad - Temperaturanstieg durch wegziehende Wolken
2. Sonneneinstrahlung = Störgröße -> verändert die Temperatur Veränderung geschieht langsam (nach Totzeit).
3. Computer misst Temperatur mit Hilfe eines Sensors
4. Vergleich mit eingestellter Temperatur
5. Abweichung wird erkannt -> der Computer verändert einen Stellantrieb, um den Wert anzupassen. In diesem Fall steuert er einen Motor an, der die Lüftung öffnet.
6. Lüftung öffnet sich:
-> Regelgröße sinkt
-> Änderung wird erst nach Totzeit bemerkt
-> Rechner regelt wieder dagegen
-> Zyklus beginnt von Neuem

6. Safety mechanisms:

Sicherheitsmechanismen:

Safety mechanisms to protect the greenhouse:

A common safety measure is storm protection to prevent damage to the ventilation. To do this, the climate control system must have a wind gauge. Typically, the ventilation is closed in the event of an approaching storm and kept closed until the wind force is back within a safe range.

Sicherheitsmechanismen zum Schutz des Gewächshauses:

Eine häufige Schutzmaßnahme ist der Sturmschutz, um Schäden an der Lüftung zu vermeiden. Dazu muss die Klimasteuerung über einen Windstärkenmesser verfügen. In der Regel wird die Lüftung bei aufkommendem Sturm geschlossen und geschlossen gehalten, bis die Windstärke sich wieder in einem ungefährlichen Bereich befindet.



Safety mechanisms to protect the plants:

Various climate control devices can protect plants from harm. These include frost protection and protection against excessive solar radiation. Appropriate sensors can also be used to detect downpours or hail. The plants are then protected by closing the house.

Sicherheitsmechanismen zum Schutz der Pflanzen:

Unterschiedliche Einrichtungen der Klimasteuerung können die Pflanzen vor Schaden bewahren: Hierzu gehören der Frostschutz und der Schutz vor übermäßiger Sonneneinstrahlung. Durch entsprechende Messfühler können aber auch Platzregen oder Hagel erkannt werden. Die Pflanzen werden dann durch schließen des Hauses geschützt



7. Conclusion: Pros and Cons

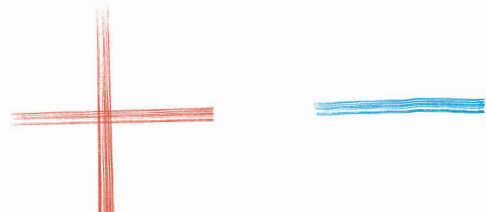
Fazit: Vor- und Nachteile

- + Yield increase
- + Greenhouse usable all year round through technical systems
- + Simplification of processes through automation (e.g. ventilation)
- + Optimisation of resources

- High costs
- Over-technification
- Systems need energy

- + Ertragssteigerung
- + Ganzjährig nutzbares Gewächshaus durch hhtechnische Systeme
- + Vereinfachung der Abläufe durch automatisierung (z.B. Lüftung)
- + Optimierung der Ressourcen

- Hohe Kosten
- Übertechnisierung
- Systeme brauchen Energie



Beispielprojekt:



inside the highly efficient greenhouse in Krefeld

2.

Scientists at „Niederrhein University of Applied Sciences“ have helped to develop the greenhouse of the future.

As part of the „High Tech Greenhouse 2020“ project, they have been researching how to optimise air conditioning, lighting, irrigation and the use of substrates in greenhouses of up to 35 hectares.

In the process, they have succeeded in reducing energy consumption by 15 % through the ideal coordination of the individual components.

Wissenschaftler der Hochschule Niederrhein haben dazu beigetragen, das Gewächshaus der Zukunft zu entwickeln. Im Rahmen des Projekts „High Tech Greenhouse 2020“ haben sie daran geforscht, Klimatisierung, Beleuchtung, Bewässerung und die Verwendung von Substraten in bis zu 35 Hektar großen Gewächshäusern zu optimieren. Dabei ist es gelungen, durch die ideale Abstimmung der einzelnen Komponenten den Energieeinsatz um 15 Prozent zu reduzieren.

The greenhouse of the future is highly efficient:

No air flow that does not benefit the plants in some way, heat that is evenly distributed, constant humidity at exactly the level the plants need. Conventional greenhouses often do not achieve this enormous efficiency.

This is because the individual components, such as fans, lighting or irrigation, are not tested for their effectiveness in the greenhouse and are thus not coordinated with each other.

Das Gewächshaus der Zukunft ist hocheffizient. Kein Luftstrom, der nicht in irgendeiner Weise den Pflanzen zugute kommt, Wärme, die gleichmäßig verteilt ist, konstante Feuchtigkeit auf genau dem Niveau, das die Pflanzen brauchen. Konventionelle Gewächshäuser erreichen diese enorme Effizienz oft nicht. Das liegt daran, dass die einzelnen Komponenten wie Ventilatoren, Belichtung oder Bewässerung nicht auf ihre Wirksamkeit im Gewächshaus geprüft und somit aufeinander abgestimmt sind.

Website:

- (1) green-paradise.de, 2021, [Online] Available from: URL [<https://www.green-paradise.de/growcontrol-growbase-ec-pro-13922.html>].
- (2) foliengewächshäuser.net, 2021. [Online] Available from: URL [<https://foliengewächshaus.net/wie-funktioniert-ein-foliengewächshaus/>].
- (3) obi.at, 2021. [Online] Available from: URL [<https://www.obi.at/ratgeber/garten-und-freizeit/gartenbau-und-gestaltung/garten-und-gewächshäuser/gewächshaus-tipps-zu-standort-und-material/>].
- (4) Thorsten Roksch, Dennis Danhel, Ingo Schuch, U. Schmidt, 2014. [Online] Available from: URL [https://www.researchgate.net/publication/263545868_Nutzung_von_Phytosignalen_zur_Klimaregulation_in_Gewächshäusern].
- (5) „Krefelder haben Gewächshaus der Zukunft mitgebaut“, rp-online.de, 2015. [Online] Available from: URL [https://rp-online.de/nrw/staedte/krefeld/krefelder-haben-gewächshaus-der-zukunft-mitgebaut_aid-21585635].
- (6) „Forschung am Gewächshaus der Zukunft“, hs-niederrhein.de, 2015. [Online] Available from: URL [https://www.hs-niederrhein.de/startseite/news/news-detailseite/?tx_news_pi1%5Bnews%5D=15284&cHash=4821ed82264ddcd3be5caabde7a85520].
- (7) Isaías González, scheme of automated greenhouse, researchgate.net. [Online] Available from: URL [https://www.researchgate.net/figure/Scheme-of-automated-greenhouse_fig1_329830568].
- (8) „Gewächshauscomputer“, biologie-seite.de, 2021. [Online] Available from: URL [<https://www.biologie-seite.de/Biologie/Gewächshauscomputer>].
- (9) schellgmbh.de, 2021. [Online] Available from: URL [<https://www.schellgmbh.de>].

Picture Credits

- (1) green-paradise.de, „GrowControl GrowBase Pro“, 2021, [Online] Available from: URL [<https://www.green-paradise.de/growcontrol-growbase-ec-pro-13922.html>].
- (1) Photographer: Christian Sonntag; „*Gewächshaus der Zukunft*“. [Online]. 2015. Available from: URL [https://rp-online.de/nrw/staedte/krefeld/krefelder-haben-gewächshaus-der-zukunft-mitgebaut_aid-21585635]