

Abschlusspräsentation des Projekts der *"Praxisnahen Weiterbildung im Umwelt-, Natur- u. Klimaschutz"* des *Umweltbüros für Berlin-Brandenburg e.V.*

oder....:

„Kapillare Senkrechtstarter“

07.02.2018



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Sozialfonds



Senatsverwaltung
für Arbeit, Integration
und Frauen

Autoren

Die (nicht-kapillaren) Senkrechtstarter (in alphabetischer Reihenfolge)

Ulf Angermann

Ribana Bergmann

Christina Coates

Volker Hegmann

Sören Kellner

Dr. Sebastian Nehls

Ribana Bergmann

Petra ...

07.02.2018

Gliederung

1. Einleitung
2. Entscheidungsschlacht
3. Vorgeschichte
4. Grundlagen Meteorologie
5. Grundlagen Kapillareffekt
6. Teilversuche: Ziele, Versuchsdesigns
7. Versuchsaufbau
8. Versuchsergebnisse, Auswertung
& Interpretationen
9. Anwendungsmöglichkeiten
10. Webseiten
11. Projektmanagement-Auswertung

1. Einleitung

- Umweltbüro für Berlin-Brandenburg e.V.
 - Europäischer Sozialfonds
 - Verein für Technik und Produktivität
-
- Grundlagen Umweltschutz/Umweltrecht
 - Grundlagen Naturschutz/Naturschutzrecht
 - Regenerative Energien/Energieeffizienz
 - Berufsbilder in Umwelt-, Natur- und Klimaschutz
 - Geografische Informationssysteme
 - Office-Anwendungen
 - Grundlagen Projektmanagement
 - Angewandtes Projektmanagement

1. Einleitung

Das Projekt:

13 Tage

Projekt frei wählbar

Managementwerkzeuge

Die Projektentscheidung

Von den Teammitgliedern wurden verschiedene Vorschläge für mögliche Projektthemen eingebracht.



Vorauswahl mithilfe einer Entscheidungsmatrix.

	Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
		Intelligente Mülltonne	Terra Preta	Auftriebskraftwerk	Hochbeet	Vergl. Müllmanagement in Bundesländern	Gastronomie-Biomüll	Kapillarkräfte	Weltacker-Umzug
Nr.	Projektidee								
1	Intelligente Mülltonne	x	1	1	4	5	6		8
2	Terra Preta		x	2	4	5	6	7	
3	Auftriebskraftwerk			x	4	5	6	7	8
4	Hochbeet				x	5	6	7	4
5	Vergl. Müllmanagement in Bundesländern					x	5	5	5
6	Gastronomie-Biomüll						x	7	6
7	Kapillarkräfte							x	7

Ergebnisse

Nr	Projektname	Rang	Häufigkeit
11	Biodiversität Innenhöfe	1	13,5
14	Fleischlos Essen	2	13
5	Vergl. Müllmanagement in Bundesländern	3	11,5
9	Grünhauptstadt	4	11
7	Kapillarkräfte	5	10
6	Gastronomie-Biomüll	6	8,5
10	Guerilla-Photovoltaik	7	7
4	Hochbeet	8	6,5
15	Mundraub-App	9	6
1	Intelligente Mülltonne	10	4,5
12	Handy-Recycling	10	4,5
2	Terra Preta	12	4
8	Weltacker-Umzug	13	3,5
13	Check E-Geräte	14	1,5
3	Auftriebskraftwerk	15	0

Von den fünf bestplatzierten wurden nun jeweils die Ideen dahinter konkretisiert und einzeln diskutiert.

Fleischlos Essen

Müllmanagement
Bundesländer

Kapillarkräfte

Grünhauptstadt

Biodiversität
Innenhöfe

Diskutiert wurden unter anderem:

- Mögliche Projektziele
- Die Durchführbarkeit unter Berücksichtigung von Budget und Zeitrahmen
- Ob ein greifbares Ergebnis dabei rauskommt
- Ob ein Nutzen für den Verbraucher zu erwarten ist
- Vor- und Nachteile jeder Projektidee
- Inwieweit ähnliche Projekte bereits existieren

Da keine Einigung im Team erzielt werden konnte musste erneut abgestimmt werden. Nochmals unter Zuhilfenahme einer Entscheidungsmatrix.

Der Sieger dieser zweiten Abstimmung war nun:

Das Kapillarexperiment

Als Projektziele wurden festgelegt:

- Planung und Durchführung des Kapillarexperimentes in zwei Teilversuchen
- Bau einer Verdunstungsschutzkammer
- Dokumentation des Ablaufs und Auswertung der Ergebnisse
- Veröffentlichung des Ablaufs und der Ergebnisse im Internet auf einer eigenen Web-Site oder Blog

Der Versuchsaufbau wurde im weiteren Verlauf aufgrund neuer Informationen bzw. Erkenntnisse noch mehrfach geändert.

Vorgeschichte: Ton-“Dochte“ in Hochbeet 2016 (THF)



Vorgeschichte: plötzliches Interesse: „Klima-Schaugarten“

Klimagarten-Bustour 07.10.2016



Foto: Sandra Bergemann

Vorgeschichte: Peter-Lenné-Beet (THF) 2016 / 2017

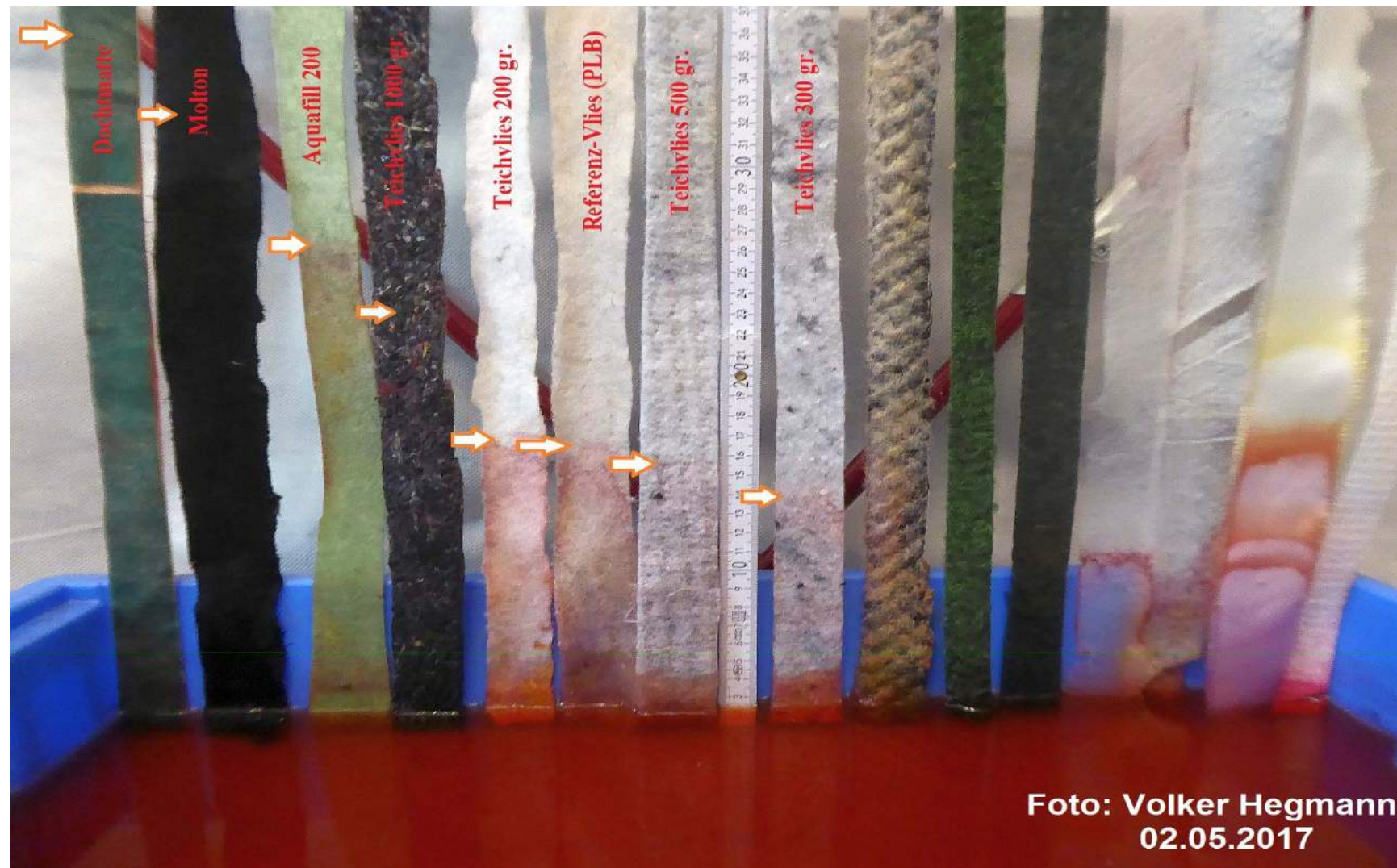
29.07.2016



Vorgeschichte: Peter-Lenné-Beet / „Unterwelt“



Vorgeschichte: Peter-Lenné-Beet 2017 / Docht-Test

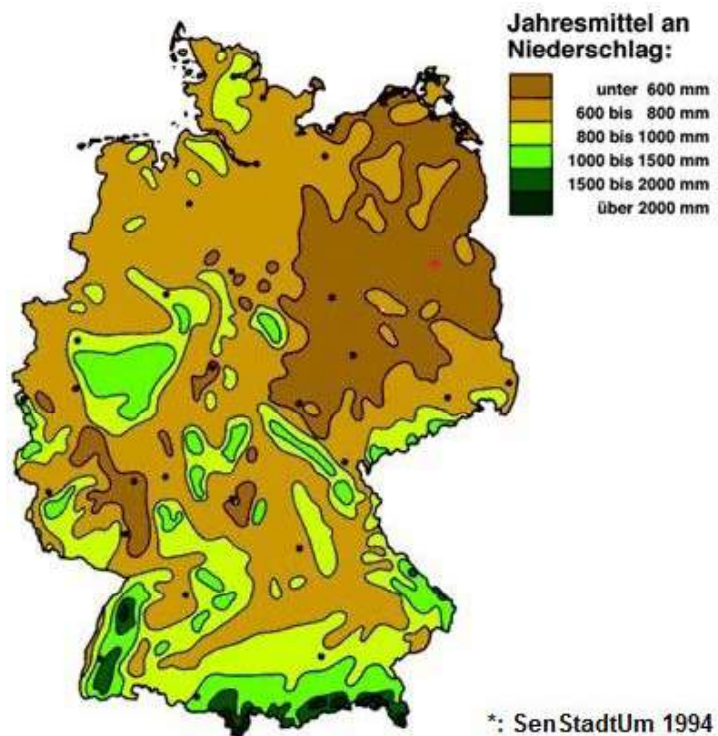


Vorgeschichte: Peter-Lenné-Beet 2017 / Update



Grundlagen: Meteorologie / Berlin

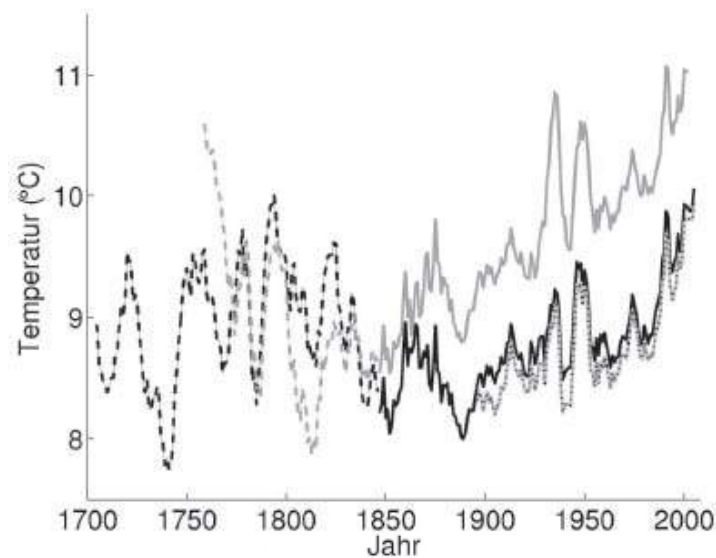
- Langjähriges Niederschlagsmittel: $< 600 \text{ mm} / \text{m}^2$
(„Jahrhundert-Regensommer“)



2017: ca. 800 mm)

Jahresmittel-Temperatur: $9,1^{\circ}\text{C}$

Temperaturaufzeichnungen in Berlin für die letzten 310 Jahre



Grundlagen: Meteorologie / Berlin

- **Hygrothermisches Klimadiagramm**
(Walter/Lieth)

•

Nutzbare Niederschläge = „Brutto-Niederschlag“ minus doppelte „Menge“ Jahrestemperatur in mm (bei 10 °C verdunsten 20 mm Niederschlag, bei 20 °C 40 mm)

- **„Netto“-Jahresniederschlag:**
 - $570 - (9,1 \times 2) \times 12 = 350 \text{ mm (Liter / m}^2\text{)}$

=> viel „Luft“ nach unten: Bewässerung unvermeidlich

Erklär mir den Kapillareffekt!

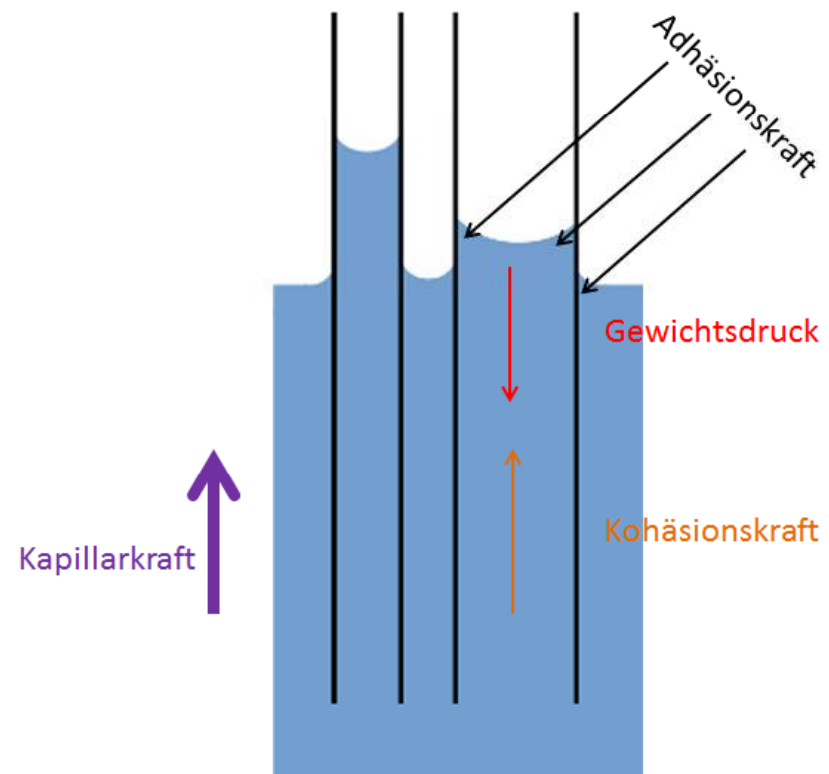
- Wasser kann im Boden, in Pflanzen und in porösen Materialien mit Hilfe dieses physikalischen Phänomens nach oben transportiert werden



<http://de.nextews.com/235f1905/>

- Je dünner die haarfeinen Röhrchen (=Kapillare), desto stärker die Kapillarkraft
- Dies ist mit der Zusammenhaltkraft (*Kohäsion*) des Wassers auf Molekülebene und der Anhaftungskraft (*Adhäsion*) des Wassers an Flächen zu erklären

→ Diese überwiegen in Kapillaren den Gewichtsdruck des Wassers



Einflussfaktoren für die Stärke des Kapillareffekts

- Röhrchendurchmesser
- Material in dem das Wasser aufsteigt
- Beschaffenheit des Wassers

6. Drei Teilversuche

Allgemein

- aufeinander aufbauend
- Dochtmaterial rund und flach
 - Dochte max. 2 cm breit
 - roter Textilfarbstoff

1. Versuch (Vorversuch)

- 10 Dochte trocken
- 10 Dochte nass
 - 30 cm Länge
 - 72 Stunden

→ **Ziel:** nass oder trocken in Versuch 2

2. Versuch – Steighöhe 1

- 34 Dochte
- 30 cm Länge
- 24 Stunden

→ **Ziel:** max. Steighöhe

3. Versuch – Steighöhe 2

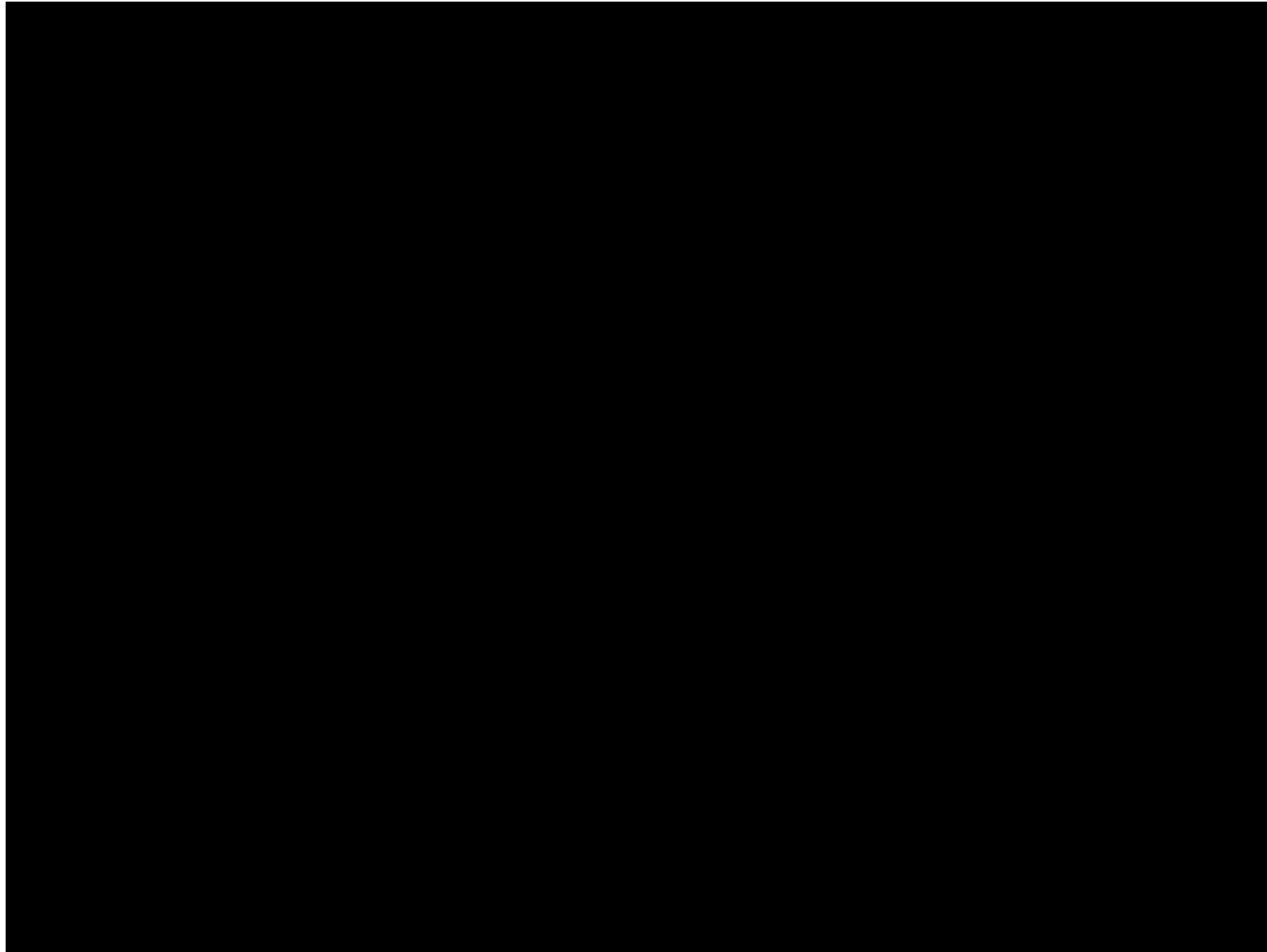
- 10 Dochte
- 70 cm Länge
- Verdunstungskammer
- 10 Kresse Blumentöpfe + Kontrolltopf
 - Blumenerde mit Wasser gesättigt
 - Dauer: 3-7 Tage

→Ziel:

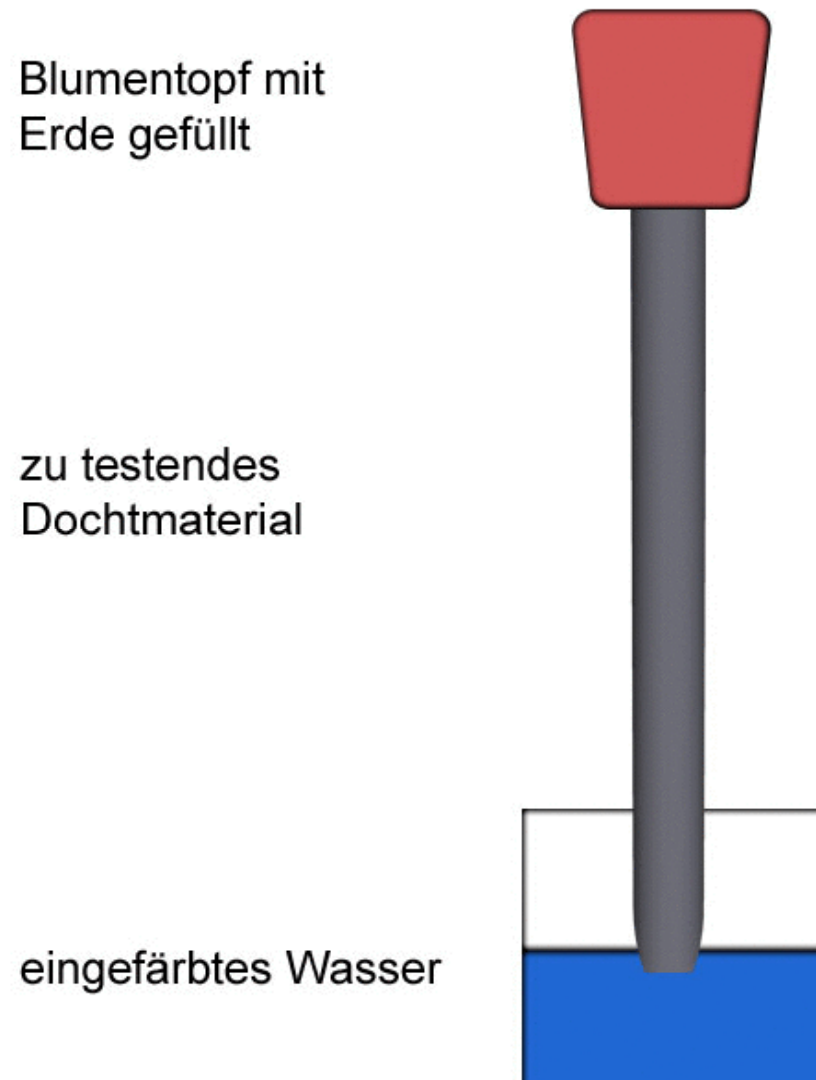
max. Steighöhe

Einfluss des Verbrauchers (Blumentopf)

Töpfe trocken feucht



Versuchschema "Steighöhe 2"



Versuchschema "Steighöhe 2"

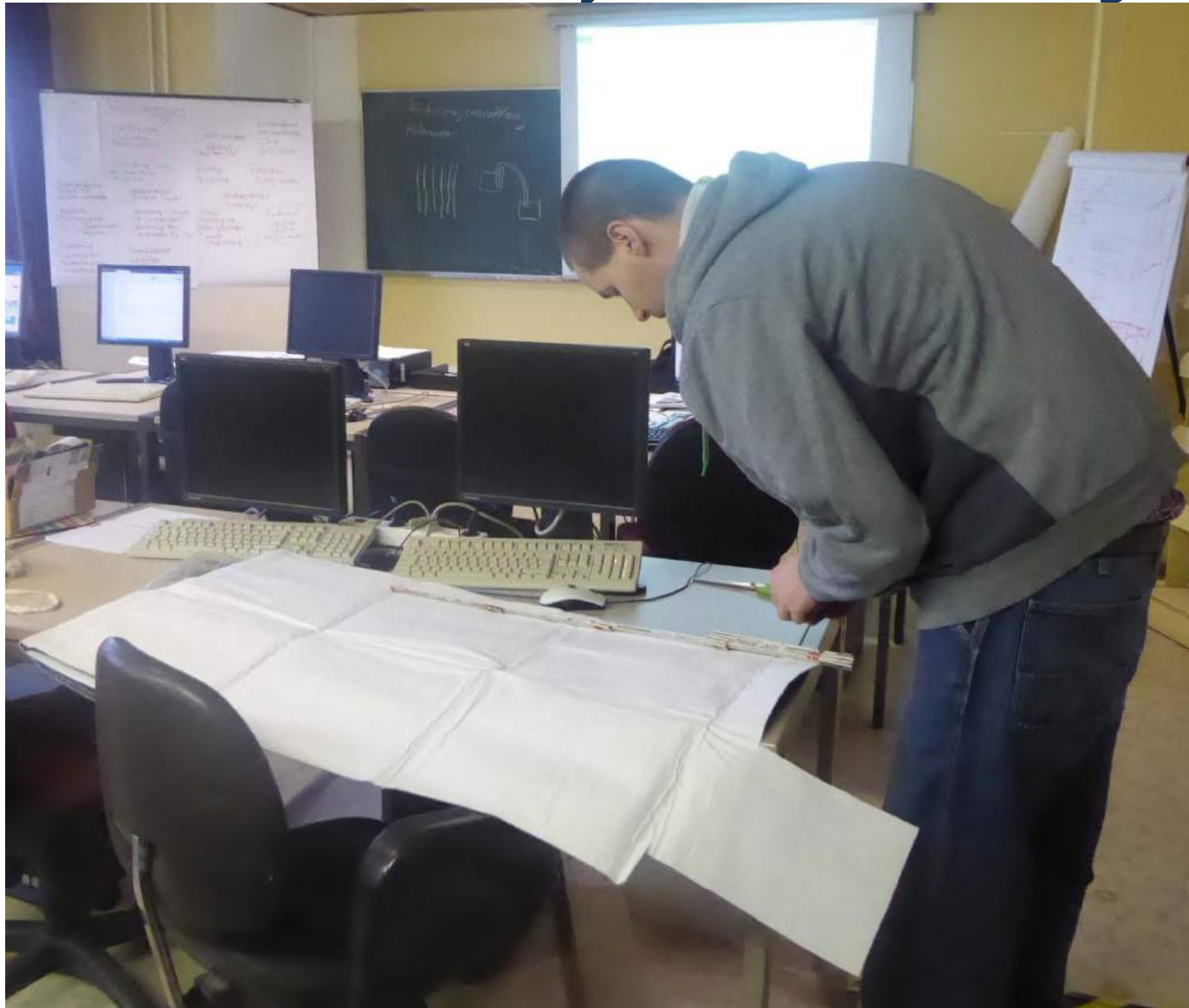
7. Versuchsvorbereitungen, Aufbauten, Methoden („Materialschlacht“)

Materialschlacht

- ✓ Gefäße / Gläser 10 Stück
- ✓ Stühle/Tische/Böcke als Stativ
- ✓ (Tacker +) Klammern 8 mm
- ✓ Frischhaltefolie / Stretch-/Schrumpffolie
- ✓ Kressesamen
- ✓ Latten/Leisten für Rahmen ca. 12 m
- ✓ Ton-Blumentöpfe 10-15 cm Durchm. 12 Stk.
- ✓ Blumenerde fein, billig ca. 20 l
- ✓ Bindfaden/Paketschnur
- ✓ Klebeband optional
- ✓ Messbecher/Messzylinder
- ✓ Trichter
- ✓ Folienstift/Edding wasserfest
- ✓ Kamera
- ✓ Dochte 30 und 50 cm
- ✓ Wäscheklammern ca. 100 Stk.
- ✓ Stab / Stange
- ✓ Wanne
- ✓ Farbstoff (Bezeichnung?)
- ✓ Zollstock/Maßband
- ✓ Thermometer
- ✓ Bretter für Rahmen oben als Topfauflage
- ✓ Küchenwaage optional
- ✓ Leinwand
- ✓ Computer + Software
- ✓ Gießkanne
- ✓ Schere / Messer / Teppichmesser



Vom Bodentuch über Aquarienfilter zu Docht- & Vliesmaterialien für die Bewässerung



Zuschnitt

Vom Bodentuch über Aquarienfilter zu Docht- & Vliesmaterialien für die Bewässerung



Aufbau Vorversuch und Versuch „Steighöhe 1“



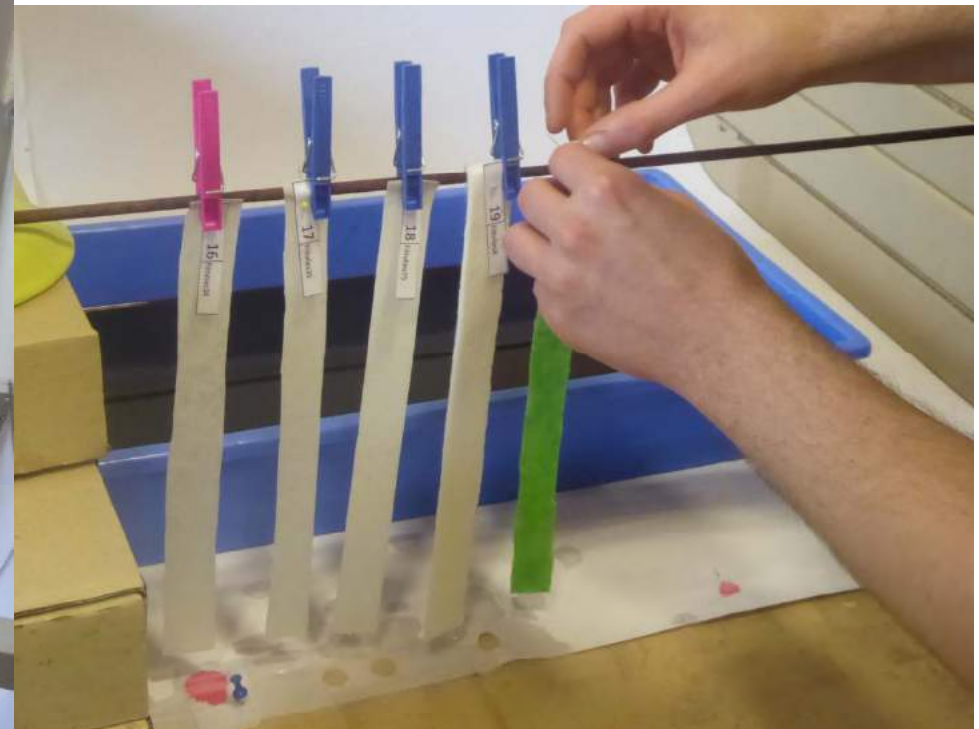
Vergleich trocken-nass: 10 Materialien



34 Materialien



Aufbau Vorversuch und Versuch „Steighöhe 1“



Aufbau Vorversuch und Versuch „Steighöhe 1“



Start Versuch "Steighöhe 1"

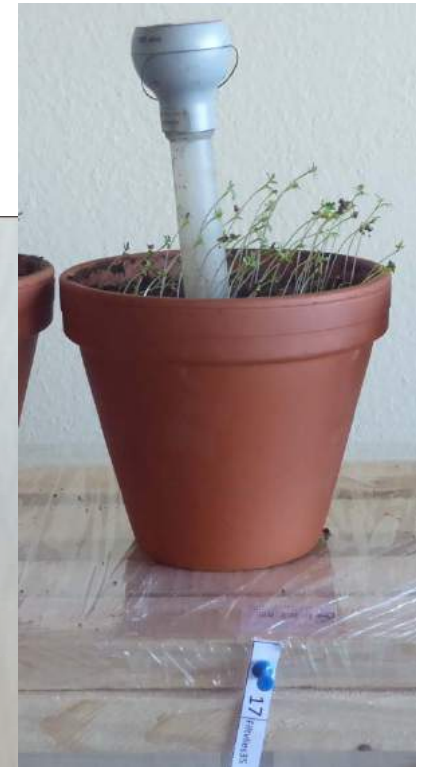


Aufbau Vorversuch und Versuch „Steighöhe 1“

Ergebnisse Versuch "Steighöhe 1"

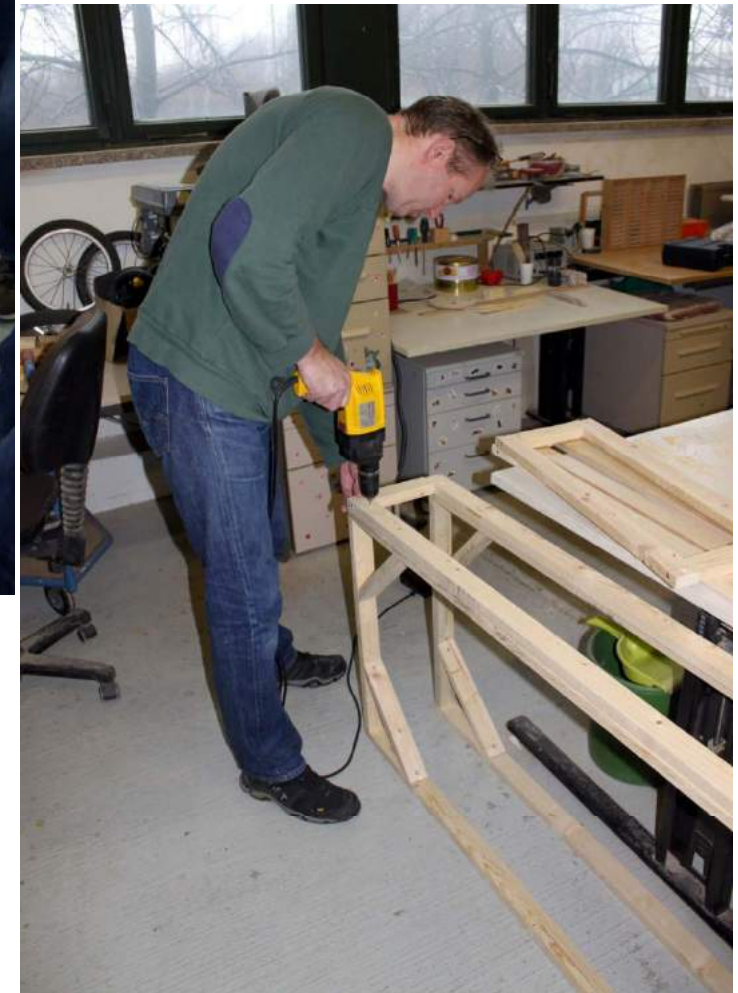


Messungen in den Versuchen



Aufbau Versuch „Steighöhe 2“

10 Materialien in Verdunstungsschutzkammer – oben Blumentöpfe



Aufbau Versuch „Steighöhe 2“



Aufbau Versuch „Steighöhe 2“



Wassersättigung



Aufbau Versuch „Steighöhe 2“



Abtropfen

Aufbau Versuch „Steighöhe 2“



Aufbau Versuch „Steighöhe 2“



Aufbau Versuch „Steighöhe 2“



Aufbau Versuch „Steighöhe 2“

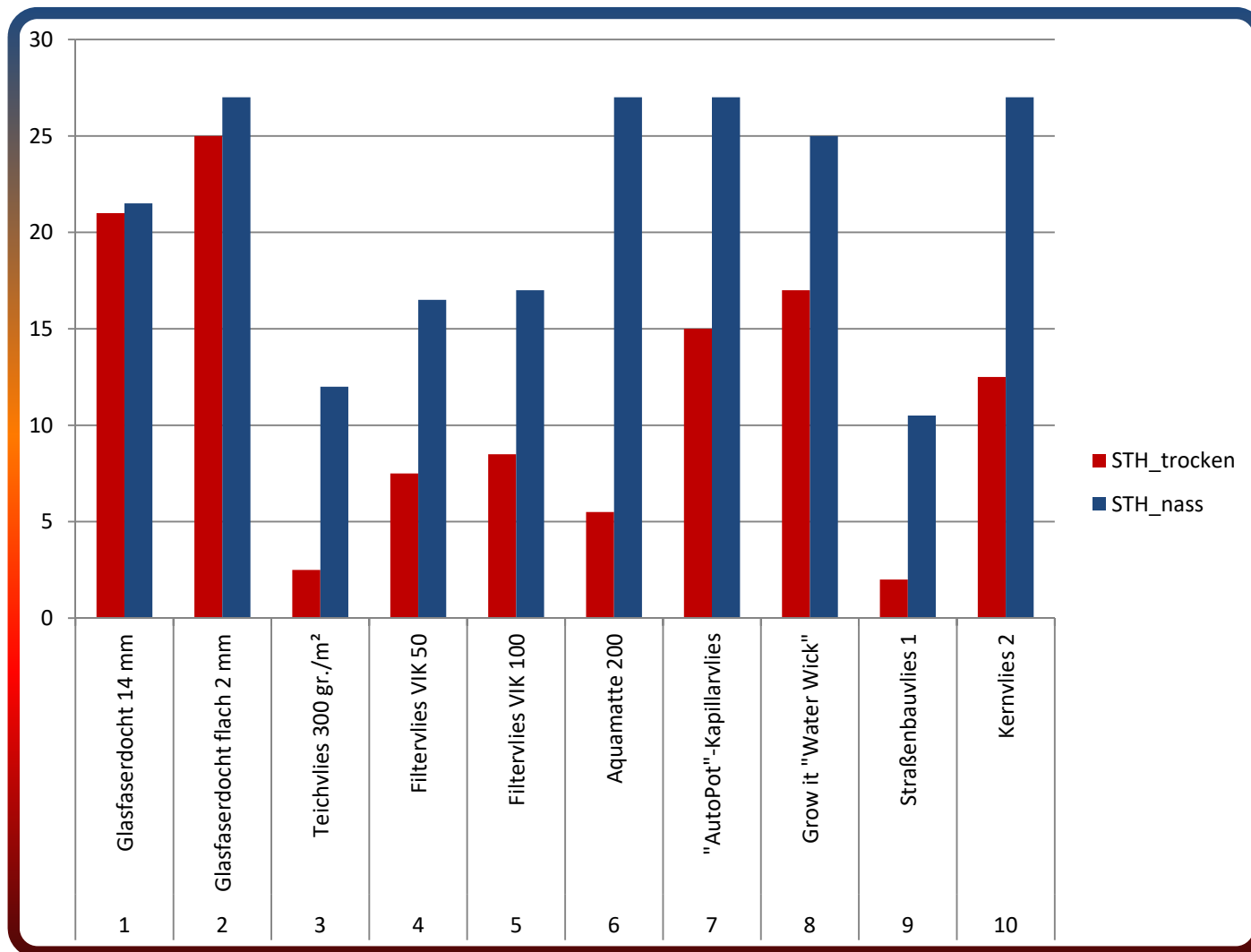
5. Tag



8. Ergebnisse / Vorversuch



8. Ergebnisse / Vorversuch



Auswertung - Vorversuch

Warum waren die Nassen die Sieger?

Interpretation:

1. Trockene Materialien sind wasserabweisender (hydrophober) als bereits mit Wassermolekülen besetzte Oberflächen (wissenschaftliche Hintergrundinfo)

Folge:

→ bessere Startbedingungen als in trockenen Dochten

2. Am Docht (oben) verdunstendes Wasser wird durch von unten nachkommendes Wasser ersetzt

→ Folge:

verdunstungsgetriebene Flüssigkeitsbewegung = Sog

Auswertung - Vorversuch

Alle Sieger gingen also in die nächste Runde...

...bis auf diesen, leider:

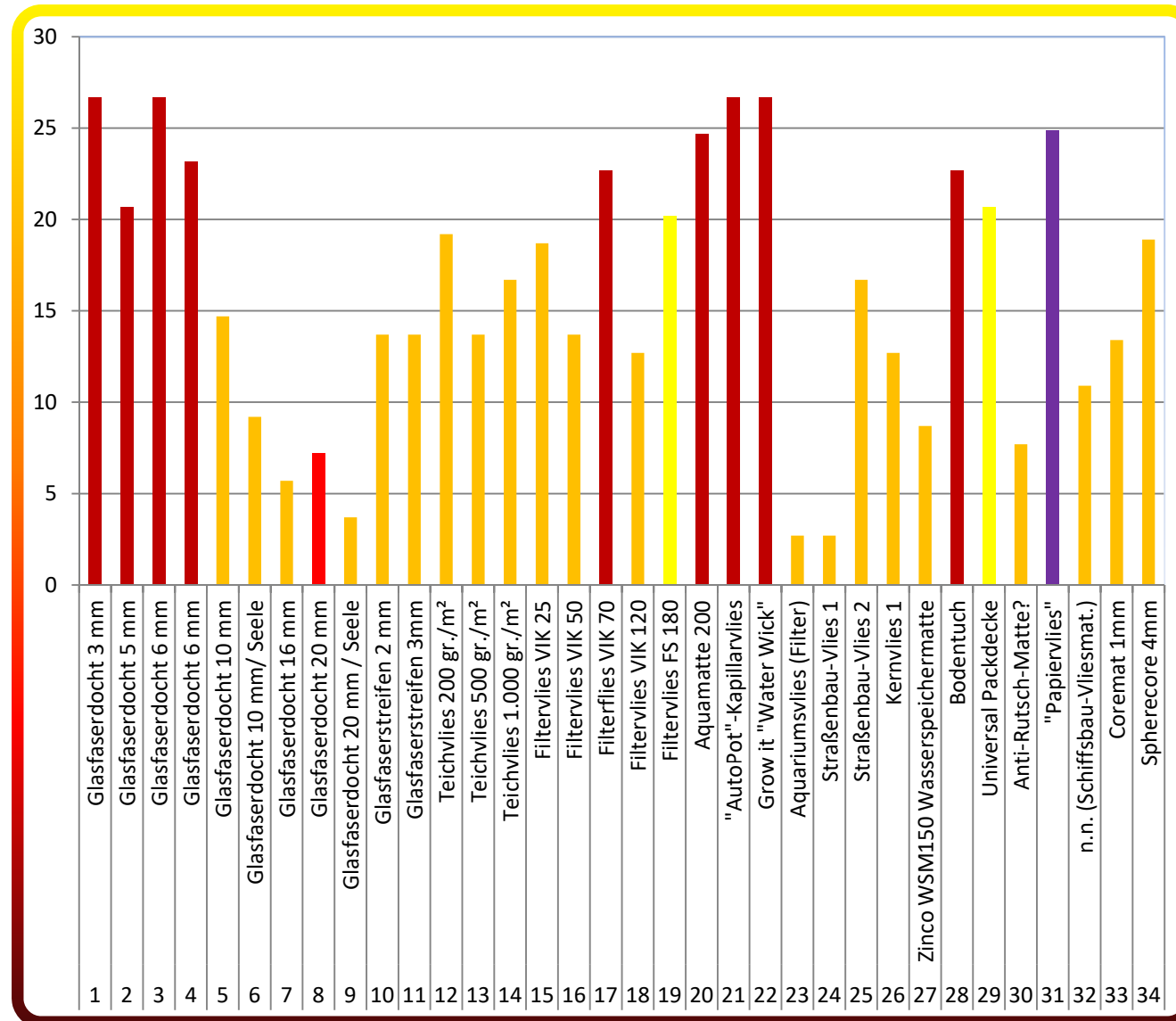


„Kernvlies 2“: Ein „unbekanntes“ Material aus dem Flugzeug- u. Autobau, leider nur begrenzt vorhanden.
Vielversprechend, aber ohne weiteren Test.

8. Ergebnisse / Versuch „Steighöhe 1“



8. Ergebnisse / Versuch „Steighöhe 1“



Auswertung – Vorversuch und Versuch „Steighöhe 1“

Warum lagen einige flächige Streifen vorn?

Dünne, flächige Dochte haben ein **mehr Oberfläche** im Verhältnis zum Volumen

Folge: → trocknen schneller aus

Interpretation:

1. **Verdunstung** sorgt für Sog in die Kapillare → fördert Steighöhe

Einige flächige Streifen waren an der Fließfront ausgetrocknet

Interpretation:

2. Komplette **Austrocknung** verringert Kapillarkräfte und eingetrockneter Farbstoff

verstopft den Docht → verringert Steighöhe/stoppt Steigvorgang



Auswertung – Vorversuch und Versuch „Steighöhe 1“

Glasfaser-Runddochte schneiden gut ab...



...einige waren bis oben feucht, jedoch nicht bis oben gefärbt

Interpretation:



Die Feuchtigkeit stammt von der Anfangswässerung, dicke Dochte trocknen nicht so schnell aus.

Unterschiedliche Wanderung von Wasser mit und ohne Farbstoff ist denkbar, aber hier eher unwahrscheinlich,

denn:

trocken gestartete Dochte (Vorversuch) blieben oben trocken

Auswertung - Versuch „Steighöhe 2“

10 Materialien in Verdunstungsschutzkammer – oben Blumentöpfe

Von 34 Materialien des vorangegangenden Versuchs wurden 10 Sieger für den Versuch ausgewählt:



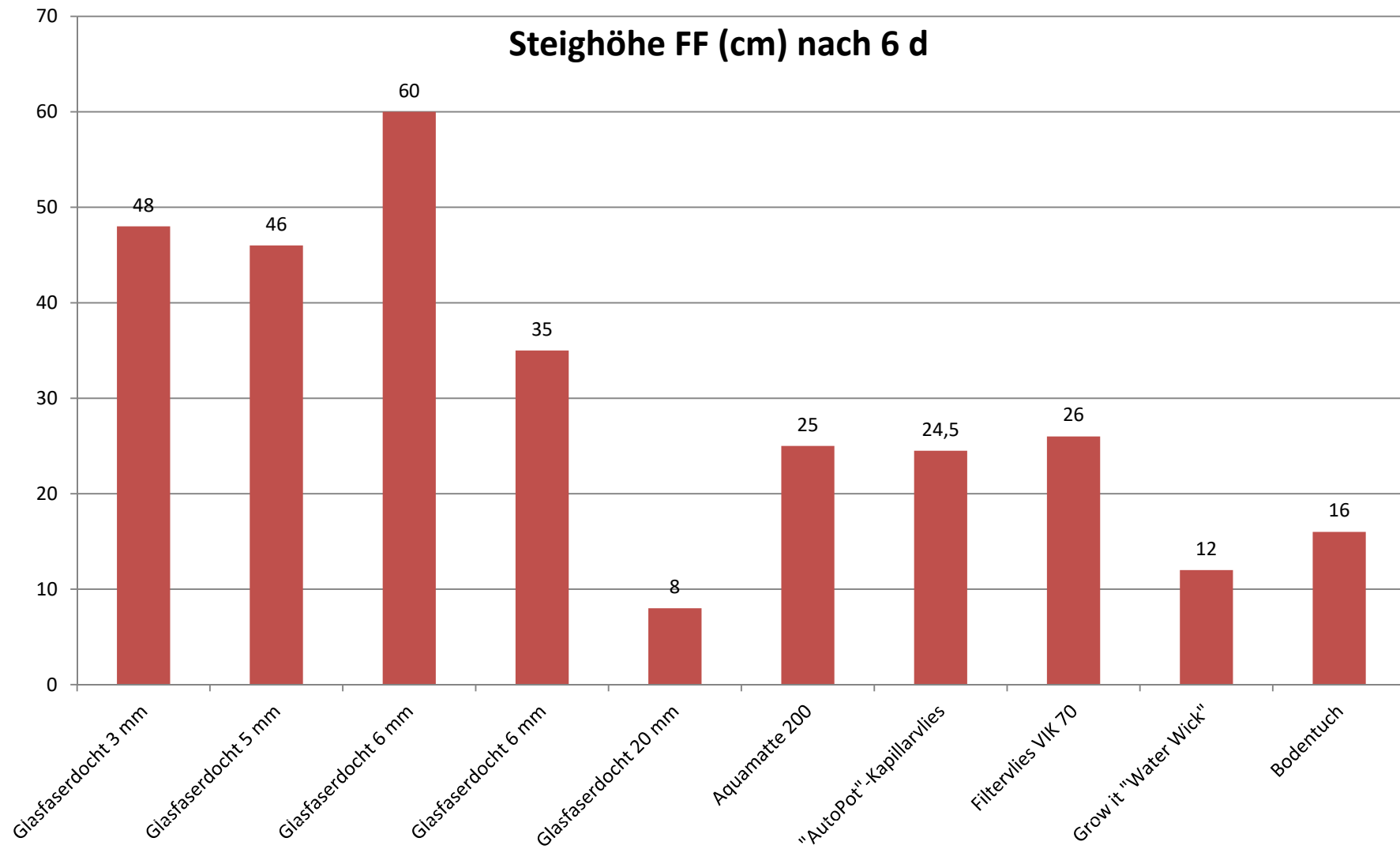
...darunter auch ein
gewöhnliches Bodentuch!

Nr. in V2	Originalname des Dochtmaterials	Material (Stoff)	Form/Typ (Dicke)
0	kein	Erde / Kresse	
1	GF660	Glasfaser	3 mm
2	GF6459	"	5 mm
3	THGFO1770	"	6 mm
4	DK-SET01-6w	"	6 mm
8	DK-SET01-20w	"	20 mm
20	Aquamatte 200	"Kunststoff- Vliesmatte"	1,2 mm
21	"AutoPot"- Kapillarlvlies	?	2 mm
17	Filtervlies VIK 70	Viskose + Polyester	0,35 mm
22	Grow it "Water Wick"	Viskose / Polyester / Polyethylen	2 mm
28	Bodentuch	85% Viskose / 15 % Polypropylen	2 mm

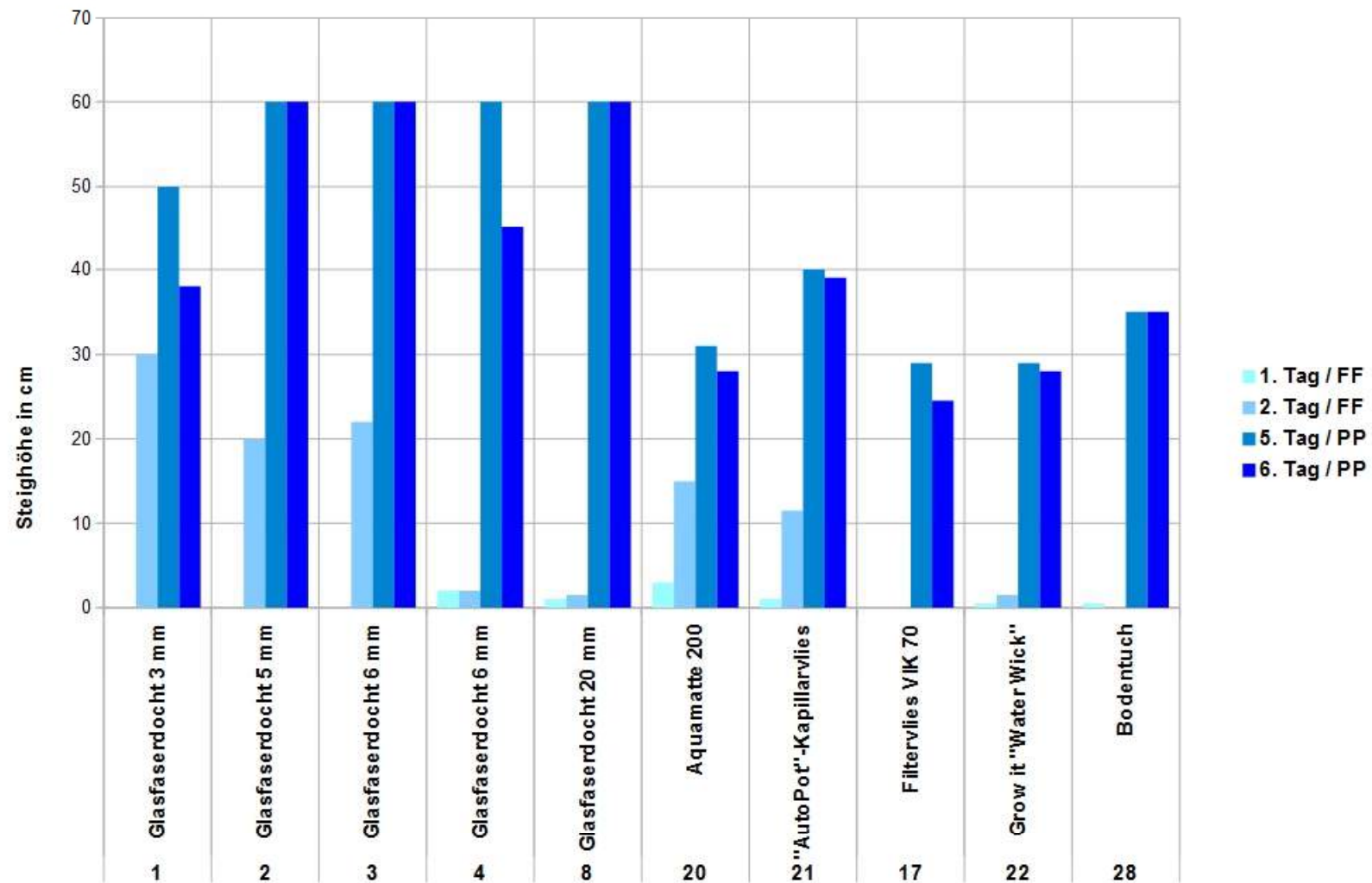
Ergebnis - Versuch „Steighöhe 2“



Ergebnis - Versuch „Steighöhe 2“

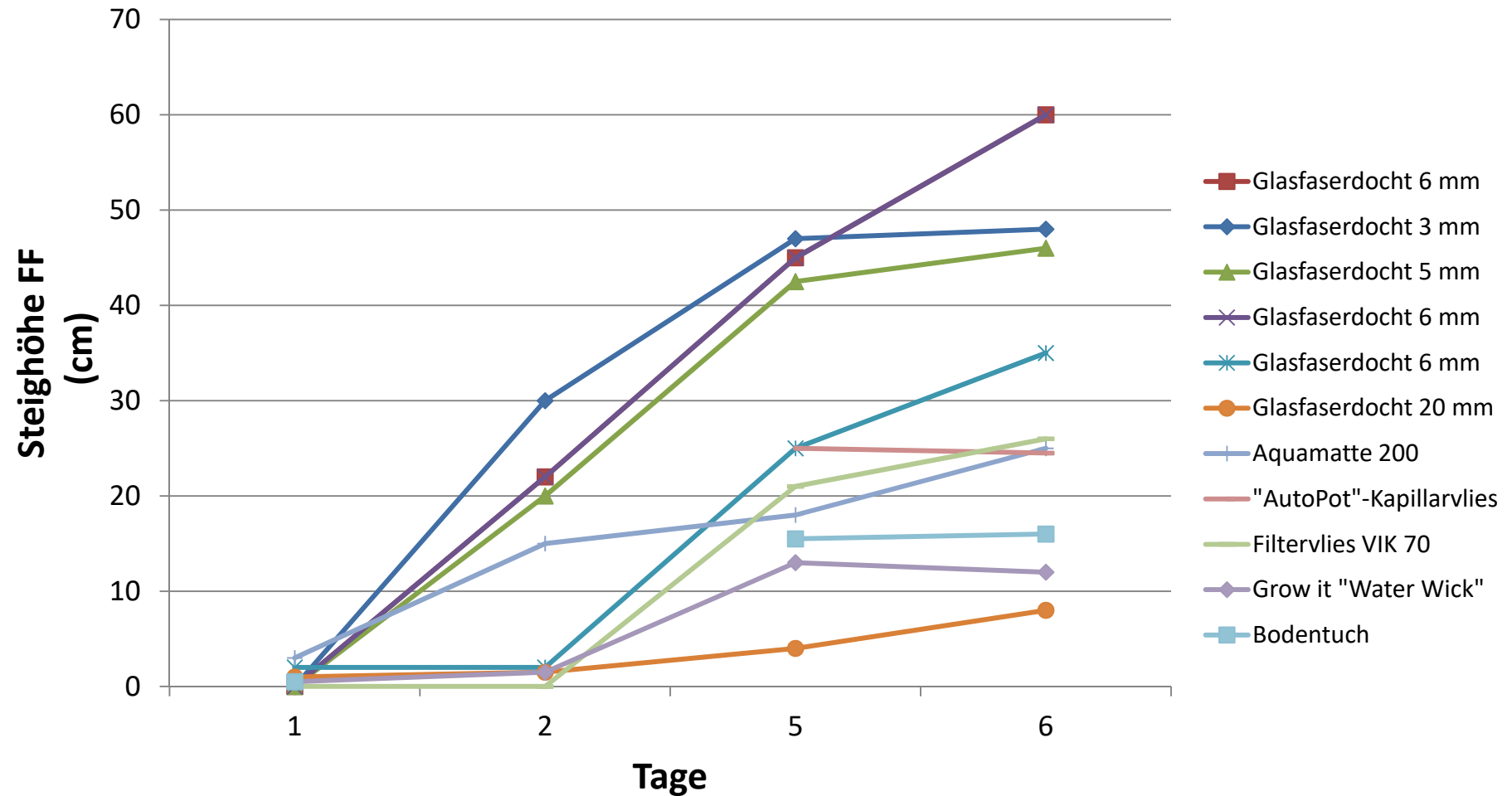


8. Ergebnisse / Versuch „Steighöhe 2“



Ergebnis - Versuch „Steighöhe 2“

Zeitlicher Verlauf



Auswertung - Versuch „Steighöhe 2“

*Der kapillare Aufstieg startet deutlich später als in den vorhergehenden Versuchen
(erst ab Tag 2)*

Hypothese:

→ Die Kapillaren sind bereits mit Wasser gefüllt und können anfangs kein zusätzliches Wasser aufnehmen

Möglicher Zusatzfaktor:

→ Wasser könnte aus den nassen Töpfen anfangs im Docht nach unten fließen

Außerdem:

die Verdunstung wird verringert,
unsere Verdunstungsschutzkammer funktioniert!

(Einschränkung: nach einigen Tagen waren viele Döchte oben trocken)

Auswertung - Versuch „Steighöhe 2“

*Was unterscheidet den Sieger von den anderen
Glasfaserdochten?*

Hypothesen:

- Art und Richtung der Webung
- Kapillardicke (Feinheit des Materials)
- Beschichtung (sog. „Schlichte“)/physikochemische Oberflächen-
beschaffenheit des Materials

Auswertung - Versuch „Steighöhe 2“

*War die Dochtlänge 70 cm für realistische
Anwendung überambitioniert?*

Einige Dochte waren zum Schluss bis oben feucht

Die Erde trocknete aus, die Kresse zehrte wohl von der Anfangsfeuchte

Folgerungen:

- Als Test für die Steighöhe richtige Auswahl
- Für realistische Bewässerung kürzere Dochtlänge wählen!

Hypothesen:

erhöhte Anzahl Dochte kann prinzipiell mehr Wasser transportieren,
ebenso dickere Dochte

Auswertung - Versuch „Steighöhe 2“

Die Zukunft...?

Die Wanderungshöhen stiegen bis jetzt an

→ Wanderung bis in den Blumentopf ist noch möglich
→ Weiter messen!?

→ Die Feuchtigkeitswerte mit dem Tensiometer
und
die Wägungen (vorher-nachher = Verdunstungsvolumen des Wassers)
müssen noch ausgewertet werden

Auswertung - Versuch „Steighöhe 2“



Warum sind unsere Erkenntnisse relevant?

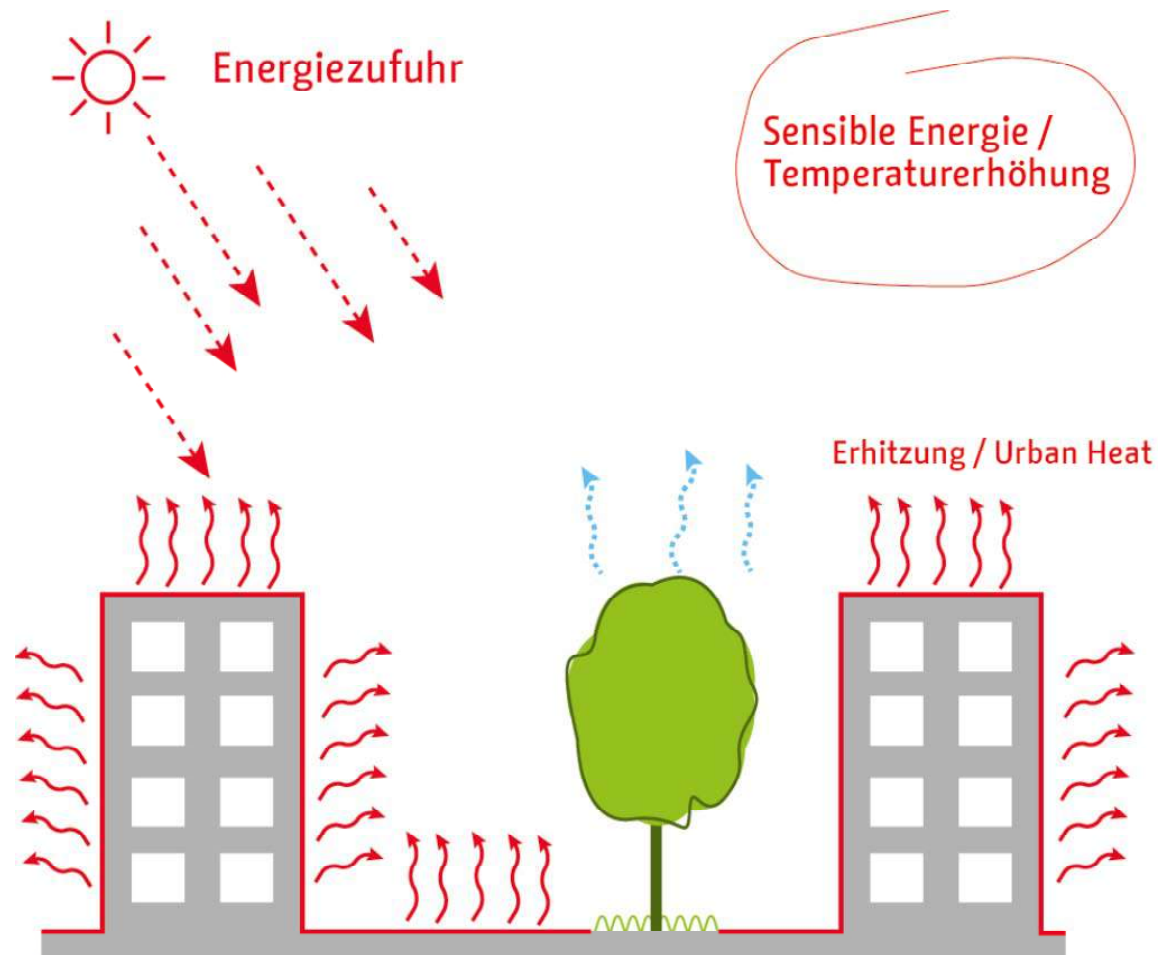
- Beton und Asphalt erhitzen die Stadt durch geringe Albedo und wenig Transpiration
- Starkregen: In kurzer Zeit mehr als 20 l/m^2 Niederschlag, also ca. 2 Wassereimer/ m^2



<https://www.berliner-zeitung.de/image/2894902/2x1/940/470/568288be57aa7ad4b40263d4bb811c23/ut/3jz61201-jpg.jpg>

Warum sind unsere Erkenntnisse relevant?

Betonwüste vs. ...



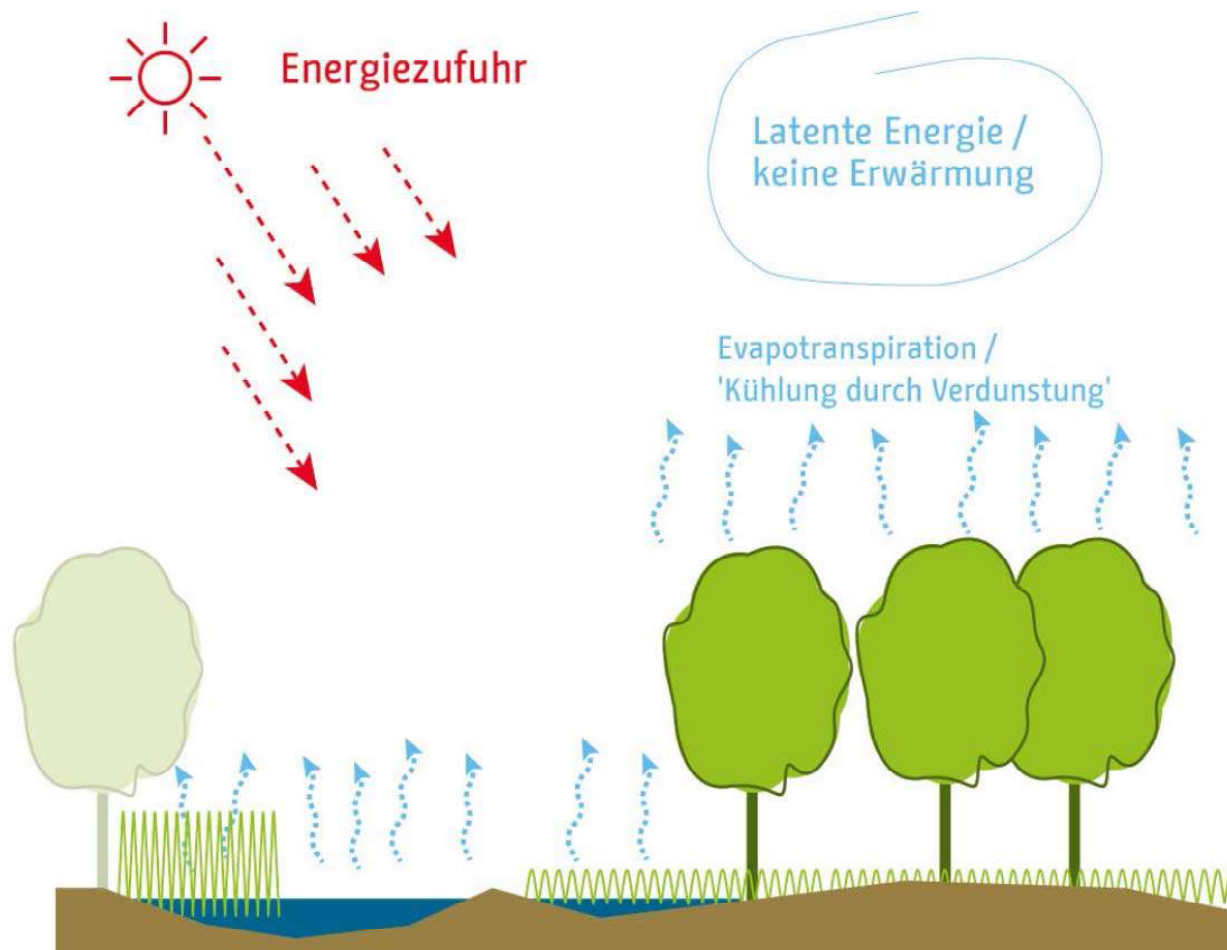
Quelle:

Klimaanpassung durch urbanes Grün in
der integrierten Stadtentwicklung
„Schwammstadt“

Lippstadt 24.11.2016
Prof. Dr. Carlo W. Becker bgmr
Landschaftsarchitekten GmbH Berlin

Warum sind unsere Erkenntnisse relevant?

Grüne Lunge!



Quelle:

Klimaanpassung durch urbanes Grün in
der integrierten Stadtentwicklung
„Schwammstadt“

Lippstadt 24.11.2016
Prof. Dr. Carlo W. Becker bgmr
Landschaftsarchitekten GmbH Berlin

Warum sind unsere Erkenntnisse relevant?

- Wir brauchen künftig mehr Wasserflächen in Stadt und Landschaft!
- Wir müssen die Stadt für starke Temperaturschwankungen fit machen
- **☐ Schwammstadt-Prinzip**

Schwammstadt-Prinzip

- **Schwamm speichert Wasser, wenn reichlich vorhanden ist und gibt es ab/verdunstet, wenn nötig**
- Entsiegelung und Umgestaltung
- ☐ Begrünung und Anlegen von Wasserflächen
- Wasserdachgarten („Blaugrünes Dach“)
- Dachgarten
- Vertikalbegrünung (Hauswand bzw. vorgehängt)

Schwammstadt-Prinzip

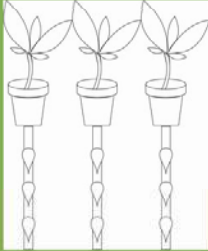


Quelle:

Klimaanpassung durch urbanes Grün in der integrierten Stadtentwicklung „Schwammstadt“

Lippstadt 24.11.2016
 Prof. Dr. Carlo W. Becker bgmr
 Landschaftsarchitekten GmbH Berlin

Internet Seiten



Senkrechtstarter Kapillarbewässerung

Die Idee Das vertikale Kapillarexperiment Ergebnisdiskussion

Wo ist Kapillarbewässerung einsetzbar? **Wer wir sind**

Wer wir sind

Im Rahmen der Fortbildung "Praktischer Umwelt- Klima- und Naturschutz" des Umweltbüros Berlin-Brandenburg haben wir uns vollkommen unfreiwillig kennengelernt. In der abschließenden Projektphase durften wir auf das gärtnerische Vorwissen einer unserer Teilnehmer zurückgreifen und konnten so in recht kurzer Zeit diesen Versuch entwerfen und durchführen. Wir freuen uns, wenn unsere Erkenntnisse sich verbreiten




START KAPILLARE BEWÄSSERUNG PRAXISTEST TESTSIEGER DIE SENKRECHTSTARTER



Kapillare Bewässerung im Praxistest





<https://kapillar-senkrechtstarter.jimdo.com>

<https://d0ppelc72.wixsite.com/kapillarbewaesserung>

Retrospektive: Projektmanagement

- Teamregeln
- Who is who
- Arbeitspaketbeschreibung/Gantt-Diagramm
- Meilensteintrendanalyse
- Lernjournal
- Stakeholderbetrachtung / Risikobetrachtung

Teamregeln

...sollten vorher besprochen werden ;-)

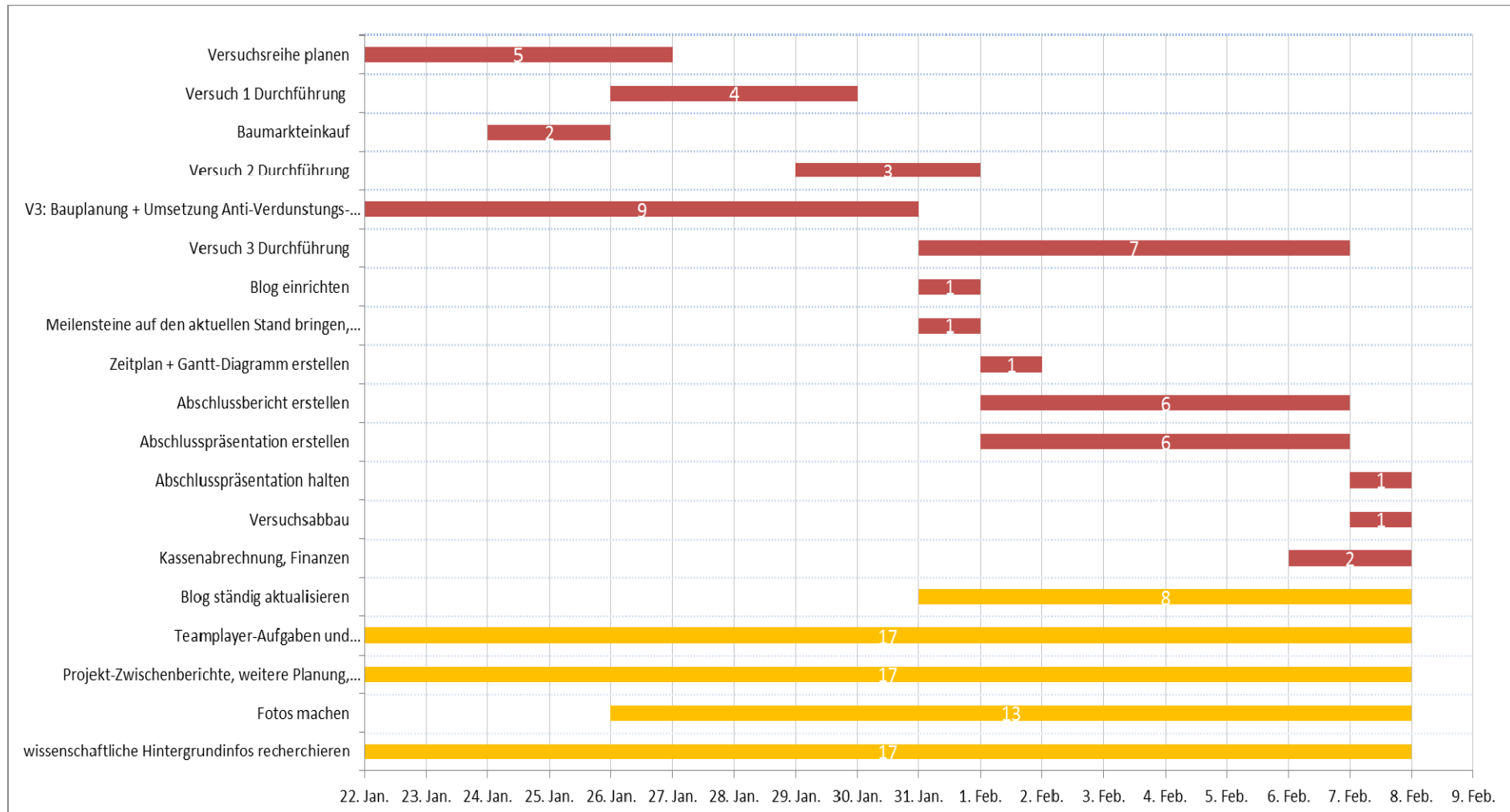
Es hat sich eingebürgert, dass:

- wir zu Beginn die Tagesziele festlegen und Aufgaben verteilen
- Kommunikation auch elektronisch läuft, Entscheidungen nur unter Anwesenden
- irgendwer täglich Kaffee kocht
- Wir uns ausreden lassen
- an diskussionswürdigen Stellen die Zeit sehr schnell rennt, da alle Anwesenden nach ihrer Meinung gefragt werden sollen
- wenn kein Konsens erreicht wird: Mehrheitsentscheid

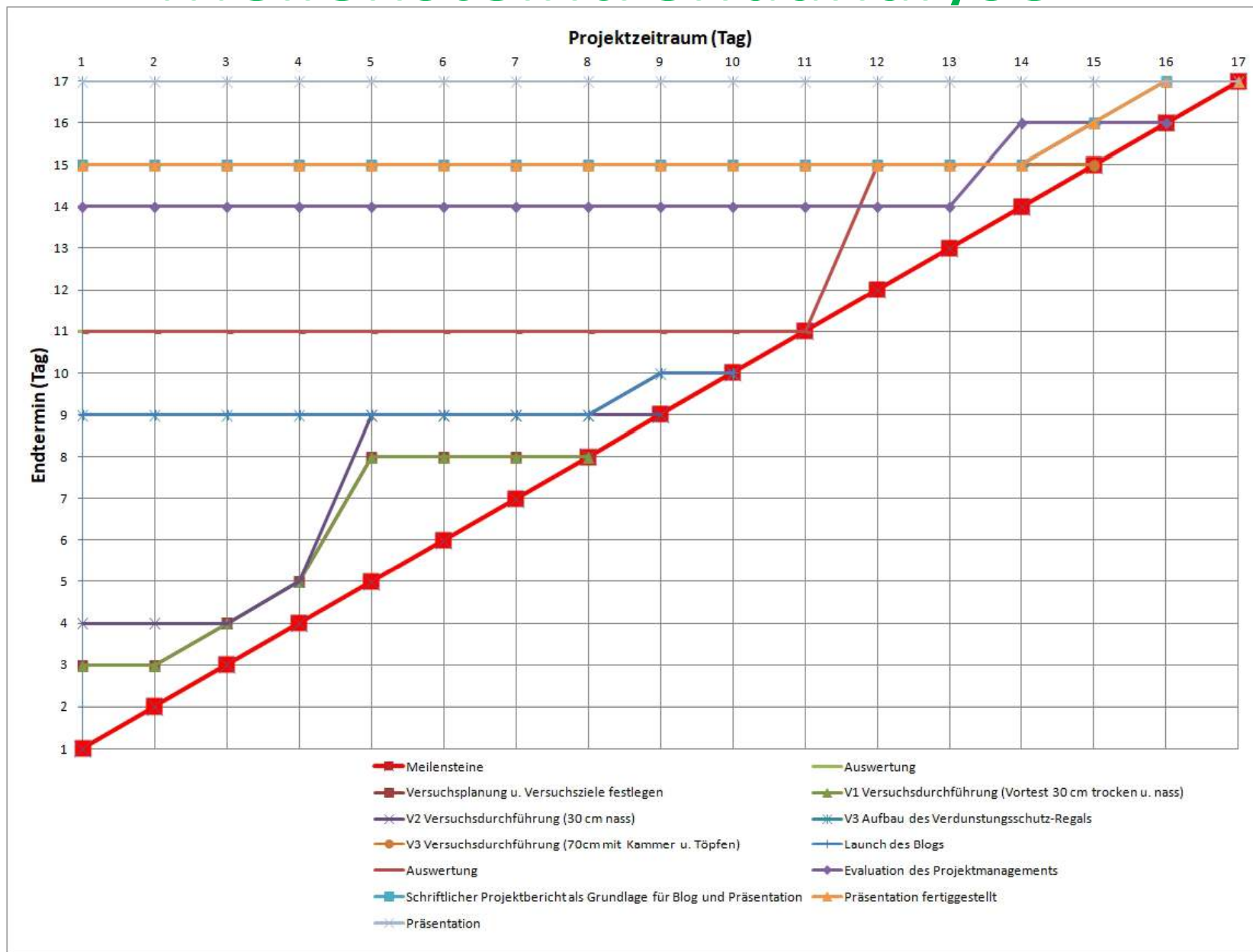
Who is Who

- **Sebastian:** Versuchsleiter, Ideenentwickler
- **Volker:** Ideengeber, Materialsponsor, Versuchsaufsicht, Fotograf
- **Sören:** Logodesigner, Versuchsbetreuung,
- **Ulf:** Logo- und Animationsdesigner, Versuchsbetreuung, Fotograf
- **Ribana:** Webseite, Versuchsbeschreibungen, Öffentlichkeitsarbeit, Diplomatin
- **Christina:** Webdesign II

Arbeitspaketbeschreibung + Gantttdiagramm



Meilensteintrendanalyse



Lernjournal

- Puffer einplanen (Versuchsdesign)
- Teamregeln sinnvoll (Abwesenheit)
- Jede/r trägt unausgesprochene Vorstellungen mit sich herum
- Diskussionen brauchen einen Moderator
- Arbeitsteilung nach Absprache funktioniert gut

Stakeholderbetrachtung/ Risikobetrachtung

Stakeholder	Interesse	Risiko für das Projekt
Team	Gelungenes Projekt, Vereinbarung mit Privatleben +sonst. Pflichten	Ausfall, Streit
UBB	Gelungenes Projekt, Bericht ggü. Geldgeber	Finanzierung fällt weg
vtp	Geregelte Öffnungszeiten, Raumvergabe	Zeitdruck, Versuchsaufbau zugänglich
Materialsponsoren	?	Keine weitere Unterstützung



Das war's...

Danke an alle Stakeholder!