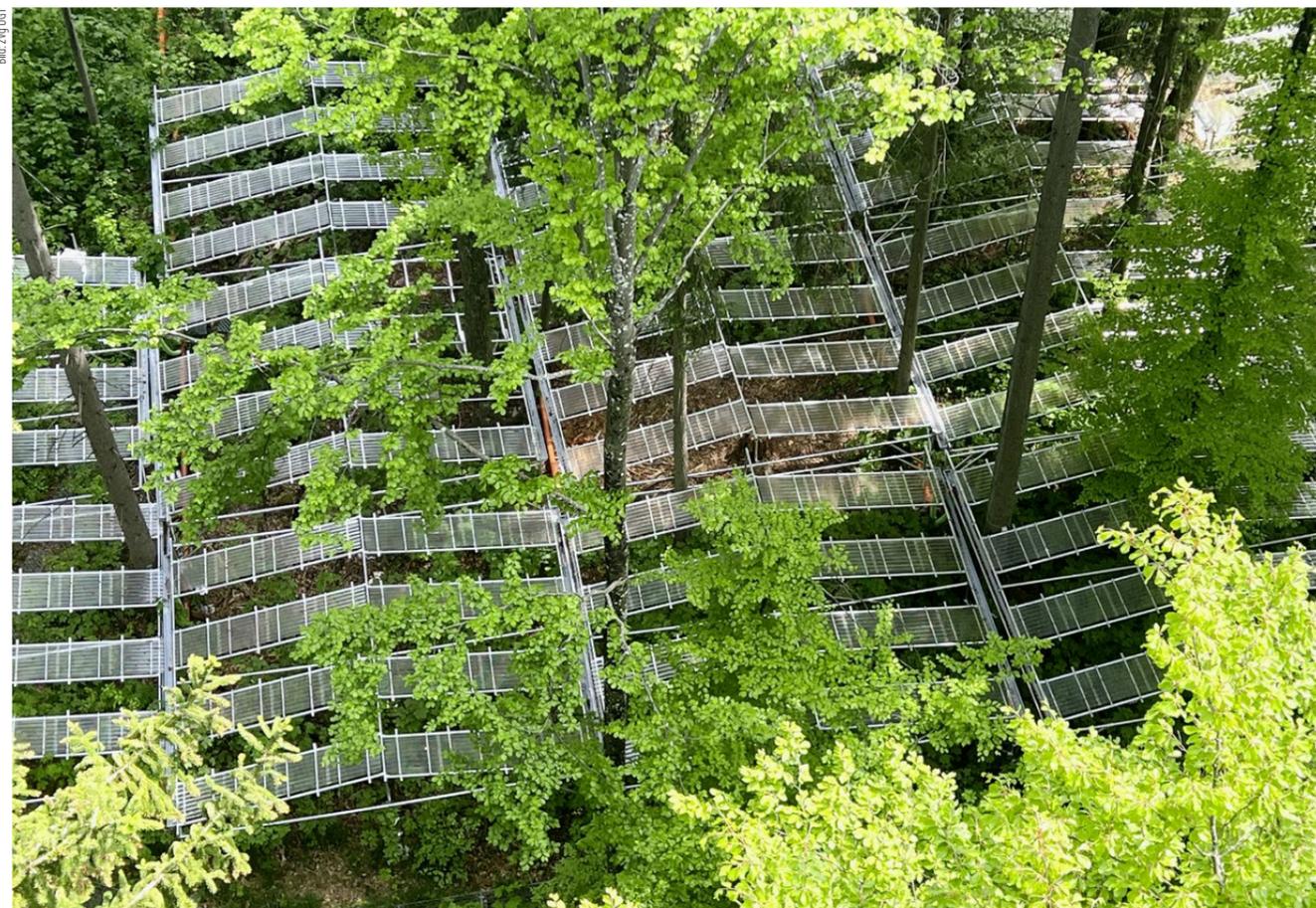


# Ein grosses Dach zwischen hunderten Bäumen

Ein Baukran im Wald, zahlreiche Sensoren und ein 3000 Quadratmeter grosses Dach zwischen hunderten Bäumen: in Hölstein BL ist derzeit ein spezielles Forschungsprojekt im Gange. Die Universität Basel untersucht darin, was für Folgen der Klimawandel auf den Wald hat.

Von Alexandra von Ascheraden



Blick aus der Krangondel auf eines der Dächer – die Techniker müssen um die Bäume herum bauen. Improvisation gehört zum Tagesgeschäft.

Auf einer Hügelkuppe bei Hölstein (BL) hat die Universität Basel aus Wald ein gigantisches Freilandlabor gemacht. 1,6 Hektar sind seit fünf Jahren im Rahmen eines Forschungsprojekts zum Klimawandel umzäunt und mit Messgeräten in Bäumen und Boden gespickt. Gemessen werden Bodenfeuchte, Wasserversorgung und Dickenzuwachs der Bäume, das Schwellen und Schrumpfen der Stämme im Tag- und Nachtrhythmus, die Intensität der auftreffenden Strahlung und noch vieles mehr.

Dank eines im Zentrum in der Fläche aufgebauten Baukrans mit Personengondel können diese Messungen nicht nur am Boden, sondern bis in die Baumkronen vorgenommen werden. Der Kran überragt die stolzen Bäume um 15 Meter, so dass jeder Baumwipfel im Radius seines Auslegers angesteuert werden kann.

## Klimafolgen für Bäume erforschen

Mit dem langfristigen Experiment möchten die Forscher um Ansgar Kahmen von der Uni Basel unter anderem klären, wel-

che Baumarten besonders empfindlich auf den Klimawandel reagieren und wie weit ausgewachsene Bäume in der Lage sind, ihren Stoffwechsel an Klimaveränderungen anzupassen.

Jetzt liegt eine immerhin fünfjährige, sehr detaillierte Messreihe vor und die Trockensommer von 2018, 2019 und 2020 haben einiges voraus genommen, was die Wissenschaftler eigentlich erst mit dem zweiten Ausbauschritt des Projekts messen wollten: Wie Bäume auf extremen Niederschlagsmangel reagieren und welche Vor-

gänge dazu führen, dass sie absterben oder den Mangel kompensieren können.

Eine der Begleiterscheinungen des Klimawandels wird laut der aktuellen Prognosen sein, dass es in der Schweiz 20 bis 30 Prozent weniger Niederschlag gibt. Zudem wird die Luft zunehmend trockener, die relative Luftfeuchte nimmt also ab. Wenn man weiss, welche Baumarten mit Hitze und Trockenheit zurechtkommen, kann man schon jetzt solche Arten pflanzen, damit der Wald auch in Zukunft eine Chance hat.

Nach langer Planungszeit kann Ansgar Kahmen nun Schritt zwei seines Projekts angehen. Dazu braucht es ein Dach mitten im Wald. 3000 Quadratmeter Waldboden werden mit insgesamt sieben Dachflächen teilweise von Niederschlägen abgeschirmt. Jedes Einzeldach misst zwischen 400 und 600 Quadratmetern. Eigentlich sollten allesamt längst stehen. Aber in den Trockensommern konnte Kahmen nicht verantworten, den Bäumen noch mehr Wasser zu entziehen. Dann kam die Pandemie und damit die Schwierigkeit, überhaupt eine Baustelle einrichten zu können und das nötige Material zu beschaffen.

## Gewächshausartige Konstruktion

Mit Rücksicht auf die besondere Situation vor Ort ist es keine herkömmliche Baustelle mit Betonmischern, Pressluftpumpen und Maschinenlärm. Einerseits ist der Waldboden voll mit teuren und empfindlichen Messinstrumenten und deren Zuleitungen. Andererseits darf das Wild nicht unnötig gestört werden. Vor allem

aber sind Betonfundamente an einem solchen Standort keine Option.

Der Einzige, der dort beim Besuch des Baublatts Lärm macht, ist Markus Bürgin, der armlange Bodenschrauben durch die Fussplatten, auf denen die gewächshausartige Konstruktion ruht, in den Boden dreht. «Normalerweise verankere ich damit Carports oder Tierunterstände für die Landwirtschaft. Das hier ist mal was anderes», erklärt der Füllinsdorfer gut gelaunt. Durch die Erdschrauben lässt sich das ganze Bauwerk eines Tages auch rückstandslos wieder entfernen, was sowohl dem Forst als auch den Projektbetreibern selbst ein Anliegen war.

Errichtet wird das Dach von der Brandenburger Firma Umwelt-Geräte-Technik (UGT), die auf Messtechnik spezialisiert ist. Geschäftsführer Marco Reiche erklärt die Herausforderungen, die das spezielle Bauprojekt mit sich bringt, so: «Auf einem Gelände wie diesem kann man keine schweren Maschinen auffahren und schon gar keine Betonfundamente für ein Dach errichten. Der Boden darf so wenig wie möglich betreten werden, damit die überall vergrabenen Messgeräte nicht leiden. Wo immer möglich nutzen wir den Kran für den Materialtransport, um Wege zu vermeiden.»

## Prinzip aus dem Gerüstbau

Die Dächer entstehen in Gerüstbauweise. Sie sind mit transparenten Polycarbonat-Platten gedeckt, die per Hand geöffnet oder geschlossen werden können. «Wir werden sie jeweils im Herbst komplett öffnen,



1200 Meter Regenrinnen leiten den Niederschlag von den Dachflächen auf ein Gelände ausserhalb des Versuchssperimeters.

wenn die Wachstumsperiode der Bäume abgeschlossen ist. So gelangt die Streu beim Laubfall trotzdem auf den Boden. Im Februar schliessen wir sie dann wieder», erklärt Kahmen, «für Polycarbonat haben wir uns entschieden, weil es extrem stabil ist. Im Grunde kann man mit dem Auto drüberfahren. Es hält Windgeschwindigkeiten von 100 Stundenkilometern stand und einer Auflage von bis zu einem Meter Nassschnee.»

«Die Logistik ist nicht ohne», berichtet Reiche, «wir verbauen zum Beispiel 1700 Alu-Rundrohre à sechs Metern Länge. Das entspricht in etwa dem Monatsverbrauch für den gesamten europäischen Raum. Am Ende wurden sie extra für uns produziert, weil es solche Mengen gar nicht frei auf dem Markt zu kaufen gab.» Dasselbe gilt für die Aludruckgussverbinder. «Wir haben je gut fünftausend T-Verbinder und Schellen benötigt. Die waren sozusagen noch warm vom Guss. Wie die Rohre hat man auch diese extra in Deutschland für uns fertigen müssen, weil es die so nicht in dieser Masse zu kaufen gibt.» Durch die Materialwahl wird nach dem Abbau des Daches Recycling möglich. Auch die Erdschrauben sind aus Aluminium.

## Vormontage in Brusthöhe

Jedes Dachteilstück misst sechs mal sechs Meter und kann am Boden in angenehmer Arbeitshöhe vormontiert werden. Dann wird es mit dem Kran gehoben und mit teleskopartigen Stützen auf die endgültige



Das Dach entsteht in Gerüstbauweise und ist so konstruiert, dass es die Hälfte des Niederschlags abhält, wenn die transparenten Dachlamellen geschlossen werden.

Bild: zfg UGT



Sicht von oben auf eines der Teildächer. Die sechs Meter langen Dachstreben müssen zwischen den Bäumen montiert werden. Wächst einer krumm, muss die Planung angepasst werden.

Höhe gebracht. In diesem Schritt müssen die aus den Teilstücken zusammengesetzten Dächer auch gleich noch so ausgerichtet werden, dass ihr Gefälle allen Niederschlag zum vorgesehenen Ablauf leitet.

«Das hat nichts mit einer üblichen Baustelle zu tun, in der nach Tabellenwerken auf einem Betonfundament gearbeitet wird», stellt Reiche klar, «das Areal befindet sich auf einer Hügelkuppe. Es ist uneben. Wurzeln ziehen sich über die Oberfläche und dürfen nicht beschädigt werden. Der Boden lebt. Er quillt und schrumpft, die Humusaufgabe auf dem anstehenden Fels ist sehr unterschiedlich dick. Mal kann man die Erdschrauben ein-

fach in den Boden drehen. Mal steht Fels an und es muss vorgebohrt werden. Hier kann man mit Laser und Co. nichts ausrichten. Man muss auf das reagieren, was man vorfindet.» Alles beruhe auf Handarbeit, Augenmass und Erfahrung.

### Kein Standardprojekt

Reiche findet es naheliegend, dass sich unter solch ungewöhnlichen Bedingungen nur wenige Firmen fanden, die überhaupt an der Ausschreibung teilnehmen wollten und daher die UGT den Zuschlag bekam: «Für uns ist das ein typisches Projekt. Eben weil es nicht dem Standard entspricht. Wir verstehen uns als Lösungsanbieter im Be-

reich Umweltforschung und sind daher auf solch höchst individuelle und anspruchsvolle Kundenprojekte spezialisiert.»

Im Moment sind die Monteure dabei, den einzigen Teil des Bauprojekts zu installieren, für den es doch eine Leiter braucht. Denn auch der Niederschlag, der an den Stämmen der speziell markierten «Referenzbäume» herunterläuft, darf nicht im Boden versickern. Also wird der Stammabfluss durch eine eigens entworfene Konstruktion aus Blache, Klettband, Spanngurt und umlaufender Regenrinne abgefangen. Die Manschette wird oberhalb des Dachs am betroffenen Stamm festgezogen und leitet das Wasser aufs Dach ab. Auch hier muss die Neigung stimmen.

### Manschetten für Projekt entwickelt

«Die Konstruktion haben wir eigens für Hölstein entworfen», berichtet Lorenz, «Das Dach soll mindestens zehn Jahre stehen bleiben. Also sind die Blachen so konstruiert, dass man sie sehr einfach dem wachsenden Stammumfang anpassen kann.» Am Ende sollen 30 für die Forscher besonders wichtige «Referenzbäume» in solchen Manschetten stecken, die mithilfe fünfzig Prozent des Niederschlags abzuleiten. Jedem dieser Bäume ist ein anderer derselben Art und desselben Alters auf einer nicht überdachten Fläche zugeordnet. So können die Forscher Schlüsse ziehen, welche Auswirkungen der geringere Niederschlag auf die einzelnen Baumarten hat.

Zum Dach selbst kommen noch insgesamt 1,2 Kilometer Regenrinnen, die das Wasser, das von den Dächern abfließt, weit

jenseits des Versuchsgeländes Richtung Tal leiten. Einfach nur vom Dach rinnen darf der Regen nicht. Denn jeder der sieben überdachten Flächen ist einer etwa gleich grossen, nicht überdachten Fläche mit ähnlichem Baumbestand zugeordnet. So können – genau wie bei den Referenzbäumen – wissenschaftliche Vergleiche über ganze Waldgesellschaften gemacht werden. Die Ergebnisse würden verfälscht, würde das aufgefangene Wasser innerhalb der Versuchsfläche versickern und somit den anderen Bäumen zugutekommen.

### Einfachere Dachkonstruktion

Das Dach ist nun einfacher konstruiert, als ursprünglich projektiert. Nach den ursprünglichen Plänen sollte sich die komplette Dachfläche nach Belieben zu bis zu neunzig Prozent schliessen und jede Dachlamelle einzeln über Motoren ansteuern und in beliebigem Winkel öffnen oder schliessen lassen.

Einen entsprechenden Prototyp hatte UGT in Brandenburg unter Bäumen auf dem Firmengelände installiert und einem mehrjährigen Dauertest unterworfen, bei dem stündlich die Dachlamellen automatisch geöffnet oder geschlossen wurden. Es hielt nicht nur den Stürmen stand, die über die flache Brandenburger Ebene zogen und Äste auf das Dach krachen liessen, sondern auch diversen unkonventionellen Belastungstests. «Die Dachkonstruktion hält es nachweislich aus, wenn fünf Mann gleichzeitig daran hängen und Klimmzüge machen», erzählt Reiche mit einem Augenzwinkern.

Durch die mehrjährige Verschiebung des Baus hatte Ansgar Kahmen aber auch Zeit, sein Forschungsprojekt ins Detail auszuarbeiten. Es stellte sich heraus, dass es vielleicht gar nicht nötig sein würde, alles automatisch ansteuern zu können, auch wenn sich die Technik als ausgesprochen robust erwiesen hatte. Ein Haken blieb aber, ganz abgesehen von den Kosten: «Die Firmen, die die Motoren herstellen, geben ihre Betriebsgarantie über eine gewisse Zeit. Das heisst natürlich nicht, dass die Geräte dann kaputt gehen. Bei 2700 Dachlamellen konnte man den Wartungsaufwand über längere Dauer aber nicht gut genug abschätzen», berichtet Reiche.

Also ging UGT nochmals an den Zeichentisch und entwickelte ein einfaches System, mit dem sich die Lamellen einzeln per Hand mit wenigen Handgriffen öffnen oder schliessen lassen. Und das mit Sicherheit wartungsfrei. Denn nun genügt es, ein locker angeschraubtes Alurohrstück zu drehen, um eine Lamelle zu fixieren oder zu öffnen.



«Das Ganze ist durchgehend nichts als rollende Planung.»

Sebastian Lorenz, Techniker der UGT

### Rollende Planung als Grundprinzip

«Das Ganze ist durchgehend nichts als rollende Planung», sagt Techniker Sebastian Lorenz von der UGT. «Die für die Messung wichtigen Referenzbäume sind alle exakt in den Plänen eingezeichnet und zusätzlich mit einem blauen Band am Stamm versehen, so dass wir sie einfach identifizieren können.» Allerdings müssen die Monteure mit den sechs Meter langen Streben jeweils exakt geradeaus zwischen den Bäumen durch. Lorenz: «Auf dem Plan sieht man aber nicht, dass ein Baum krumm gewachsen ist und daher

doch im Weg steht und wir die Lage des Daches anpassen müssen.»

Die Pläne zeigen zwar exakt alle Bäume. Trotzdem staunten die Monteure nicht schlecht, als sie im Gelände standen und feststellten, dass der gewaltige Grundballast des Krans, der im Zentrum des Geländes steht, auf ihren Plänen nicht eingezeichnet war. Die Betonblöcke standen aber einem der Dächer im Weg. Also musste improvisiert und in Abstimmung mit den Forschern die nötige Dachfläche anderweitig angefügt werden.

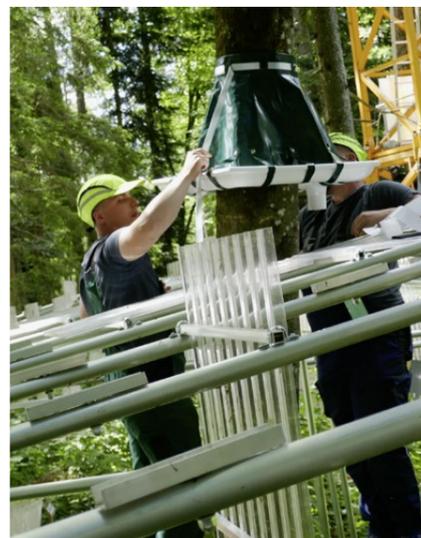
Ein weiterer Knackpunkt ist die fehlende Lagerfläche fürs Material. Lorenz: «Da die Baustelle im Naturschutzgebiet liegt, dürfen wir kein Material ausserhalb der Umzäunung des Forschungsgeländes lagern. Auf dem Waldboden innerhalb ablegen dürfen wir es auch nicht, da wir den Boden belasten und somit verdichten würden.» Nur auf dem planierten Platz direkt am Kran kann ein wenig Material zwischengelagert werden. «Wir fahren also mehr oder weniger mit dem Material für den Tag den Berg hoch und hoffen, dass sie nichts vergessen haben», erzählt er weiter.

Die Arbeiten sind auf drei Monate projektiert und sollen Ende September abgeschlossen sein. Falls Ansgar Kahmen in den kommenden Jahren noch eine Stufe weitergehen will ist bereits vorgesorgt; alle Dachträger wurden mit zusätzlichen Bohrungen geliefert. So lassen sich im Bedarfsfall ohne grossen Aufwand weitere Polycarbonatplatten in den Lücken einfügen und bis zu neunzig Prozent der Dachfläche schliessen. ■

Bilder: Alexandra von Achsraden



Markus Bürgin verankert das Dach mit armlangen Erdschrauben im Boden. Das Projekt an sich war nur genehmigungsfähig, weil es vollständig reversibel ist. Dazu gehört auch der Verzicht auf Betonfundamente.



Montage der Baummanschetten, die eigens für das Forschungsprojekt entworfen wurden. Sie verhindern den Stammabfluss durch eine Konstruktion aus Blache, Klettband, Spanngurt und umlaufender Regenrinne.



Die Manschetten sind so konstruiert, dass man sie sehr einfach dem wachsenden Stammumfang anpassen kann. Am Ende sollen 30 für die Forscher besonders wichtige «Referenzbäume» in solchen Manschetten stecken.



Ansgar Kahmen von der Uni Basel hat lange auf den Bau des Dachs hingearbeitet. Er verspricht sich davon neue Erkenntnisse über die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald.