



2022 | M. Kockerols, K. Kramer, J.-H. Wiebusch

Investitionsbedarf und Kosten von Kulturschutzeinrichtungen für den Obstbau

Inhalt

1	Einleitung.....	3
2	Kulturschutzsysteme im Anbau von Beerenobst	3
2.1	Folientunnel.....	3
2.2	Pfahlsystem	8
2.3	Beschreibung der kalkulierten Tunnelsysteme	8
2.4	Investitionsbedarf und jährliche Kosten	9
3	Regenschutzsysteme für den Anbau von Kirschen	12
3.1	Öffnen und Schließen der Folien	13
3.2	Kalkulation.....	13
4	Hagelschutzsysteme für den Apfelanbau	14
4.1	Gerüstmaterialien und Aufbau	14
4.2	Erstellungskosten.....	15
4.3	Öffnen und Schließen der Netze	15
4.4	Kalkulation.....	15
5	Weitere Hagelschutzsysteme.....	15
	Mitwirkende	16

1 Einleitung

Kulturschutzeinrichtungen sind aus dem Obstbau nicht mehr wegzudenken. Sie mindern Ertragsausfälle durch Regen, Hagel und Schadinsekten und sichern eine hohe Produktqualität. In vielen Fällen machen sie den Anbau von Obst – trotz der zusätzlichen Kosten – überhaupt erst wirtschaftlich interessant.

Aber welche Systeme gibt es, wie funktionieren sie und mit welchem Investitionsbedarf muss gerechnet werden? Der Obstbauversuchsring des Alten Landes e.V. hat im Auftrag des KTBL im Arbeitsprogramm „Kalkulationsunterlagen“ Daten zur Anschaffung und zum Betrieb von Regen-, Hagel- und Insektenschutz-einrichtungen erhoben. Die Ergebnisse der Untersuchung fasst dieser Beitrag zusammen. Darüber hinaus wurden die Daten in der KTBL-Datensammlung „Obstbau – Produktionsverfahren planen und kalkulieren“ veröffentlicht. In der kostenfreien Excel-Anwendung „Obstbau“ können unter www.ktbl.de/webanwendungen Planungsbeispiele recherchiert und eigene Beispiele durchgerechnet werden.

Alle Angaben zum Investitionsbedarf beziehen sich auf Herstellerangaben und sind ohne Mehrwertsteuer. Die Preisstände beruhen auf Marktanalysen aus dem Jahr 2018 und sind um Preisabfragen aus dem Jahr 2021 ergänzt worden. Die Untersuchungen fanden an der Niederelbe statt.

2 Kulturschutzsysteme im Anbau von Beerenobst

Im Anbau von Strauchbeerenobst wird ein Verfrühungseffekt angestrebt. In der Beratung und Praxis findet der Anbau aus diesem Grund vor allem unter Folientunnelsystemen statt. Ein weiterer Vorteil des Tunnelsystems ist die Flexibilität in der betrieblichen Verwendung, da diese reihenungebunden sind. Grundsätzlich ist der geschützte Anbau von Strauchbeerenobst – wie bei der Kirsche und dem Apfel – auch unter Schutzsystemen mit einer Unterkonstruktion aus in der Pflanzreihe platzierten Pfählen möglich. Dieses System liefert durch seine große zusammenhängende Fläche und dem fehlenden seitlichen Folienabschluss keinen Verfrühungseffekt.

Dennoch wurden in der Untersuchung auch Pfahlsysteme zu Vergleichszwecken kalkuliert. Für das KU-Projekt wurden vier Tunneltypen kalkuliert. Die Kalkulationen der beschriebenen Tunnelsysteme (Tab. 1) basiert auf der Bereitstellung von Angeboten der Firmen Haygrove GmbH, Metasa Metallkonstruktionen und Erntetechnik GmbH und Richel Group, der Begleitung von Betrieben im Aufbau sowie der Befragung von Betrieben zum Zeitbedarf für Montage und Unterhaltung. Die Kalkulationen der Pfahlsysteme beruhen auf Einschätzungen der Hersteller durch ihre begleitende Funktion bei der Erstmontage und der erstmaligen Öffnung und Schließung der Anlage.

2.1 Folientunnel

Baubeschreibung

Die meisten Betriebe bevorzugen Einzeltunnel, es sind aber auch mehrschiffige Systeme anzutreffen. Diese besitzen zwischen den Einzeltunnelsystemen Rinnenkonstruktionen auf Stehwandhöhe, in denen die Tunnelfolie endet, sodass die Einzeltunnel verbunden sind.

Die Standard-Folientunnel bestehen aus einem im Boden verankerten Stahlgerüst aus Bindern und einer längs aufgezogenen Folie. Besitzt diese in ihrer Breite keinen Bodenschluss, sondern endet auf Stehwandhöhe (Punkt an der Binder mit Biegung beginnt; Abb. 1), so wird diese Konstruktion nachfolgend als „Regendach“ bezeichnet. Konstruktionen, bei denen die Folie einen seitlichen Bodenschluss aufweist, werden als „geschlossene Folientunnel“ betitelt. Bei den geschlossenen Folientunnel ist meistens eine Seitenlüftung möglich. An den beiden Tunnelfronten wird die Folie durch Klemmen befestigt.



Abb. 1: Einzeltunnel für den Himbeer- und Erdbeeranbau (© Kramer/OVR)

Ein Spannen von Seilen oder Bändern über die Tunnelbreite dient bei allen vier Tunneltypen der Fixierung der Folie über die gesamte Tunnellänge. Diese werden an jedem Anker an Hacken verknotet. Das Seil oder Band folgt dabei entweder ohne Unterbrechung einem Zickzackmuster über die gesamte Tunnellänge (von der einen zur anderen Tunnelseite zum nächsten Binder) oder das Verspannen wird durch einzelne Seile oder Bänder je Tunnelbogen realisiert. Liegt eine aufrollbare Seitenlüftung vor, wird die Folie entlang des Tunnels mit Klemmprofile auf Stehwandhöhe mittels Klipsen oder Zickzackdraht zusätzlich fixiert.

Zur seitlichen Lüftung eines Tunnels mit Bodenschluss der Folie kann diese entweder manuell (gerafft oder per Handkurbel) oder elektrisch (mittels Motoren) aufgerollt werden. Beim elektrischen Aufrollen ist jeweils ein Motor mit Teleskoparmen mittig je Tunnelseite montiert – was die Tunnellänge beschränkt. Eine automatische Steuerung der Motoren durch sensorisch erfasste Klimadaten (Luftfeuchte, Temperatur) ist ebenfalls möglich. Außerdem ist eine Giebellüftung sinnvoll, damit die sich stauende warme Luft unter der Folie entweichen kann. Die Tunnelfronten können mit verschiedenen Tortypen verschlossen werden. Rolltore sind in der Praxis am häufigsten anzutreffen, es gibt zudem noch Schiebe- und Klappstore.

Ist der Tunnel in Längsrichtung auf einer Schrägen platziert, bewirkt dies beim Lüften einen Schornsteineffekt. Eine Firstlüftung über die gesamte Länge ist durch die Tunnelstatik und die Mehrkosten momentan kein Standard, wird jedoch für ein optimales Lüftungsmanagement zukünftig angestrebt. Dies setzt nach aktuellem Stand ein Fundament oder eine doppelte Verankerung mit längs verlaufenden Bodenpfette voraus, damit keine Verschiebungen im Gerüst und damit ein Verlust der Funktionalität beim Schließen und Öffnen der Lüftungsbereiche stattfinden. Die Mittelschiff Lüftung – das Öffnen einzelner Binderzwischenräume – ist durch das hohe Kosten/Aufwand-Nutzen-Verhältnis in der Praxis kaum anzutreffen und keine Alternative zur Giebel- und Seitenlüftung.

Tunnelbögen werden aus runden oder ovalen Rohren gefertigt. Der Grundgedanke der Verwendung von Ovalrohren liegt in einer höheren Belastbarkeit und damit in einer erhöhten Stabilität. Das Standardrohr für Folientunnel hat einen Durchmesser von 60 mm und eine Wandstärke von 2 mm. Das vergleichbare Ovalrohr (Durchmesser: 90 und 60 mm) besitzt eine Wandstärke von 1,5 mm. Regendächer werden auch mit Rohrdurchmessern (rundes Rohr) um die 40 mm angeboten. Die Tunnelbögen werden entweder aus Stahlrohren

mit einer Biegemaschine auf dem Betrieb gebogen (bei Tunnelbreiten von 8,5 m und einer Rohrlänge von 13 m) oder werden in 2 bis 4 bereits gebogenen Teilen je Binder geliefert und auf dem Betrieb verschraubt oder mittels Pressmaschine verpresst.

Tunnelbinder liegen in runder und gotischer Form vor. Die gotische Form soll ein besseres Abrutschen des Schnees in die Fahrgassen und Mittelwege zwischen den Tunneln ermöglichen. Längsverstrebrungen dienen der Stabilität gegen Wind und werden unter jedem oder jedem zweiten Binder auf ca. 2/3 der Firsthöhe als Unterzüge eingesetzt. Die in den Unterzügen verbaute Abhängungen helfen bei Schneelast. Zur Windstabilität der Tunnelfronten dienen Windverbände, also Verstrebrungen im ersten bzw. in den ersten drei Binderzwischenräumen. Ein auf der Tunnellänge durchgängiges Firstrohr verbindet die einzelnen Binder miteinander. Damit im Bereich mittig zwischen zwei Bindern keine Scheuerstellen an der Folie entstehen, ist das Firstrohr meist auf 200 mm abgehängt. Bei leichten Tunnelvarianten (Regendach) wird das Firstrohr meist durch ein Firstband ersetzt. Dies wird durch die verringerte Statik in den meisten Fällen nicht empfohlen, es ermöglicht lediglich ein erleichtertes „Wandern“ mit den Tunneln.

Die Folie wird in Stärken von 180 oder 200 µm empfohlen. Bezüglich Lichtdurchlässigkeit werden klare oder diffuse Folien eingesetzt. Eine diffuse Folie bewirkt die Streuung des einfallenden Lichts und findet im Himbeeranbau Verwendung. Sie ersetzt bei erhöhter Einstrahlung jedoch kein Schattienetz.

In der Praxis finden sich meist Tunnellängen von 70 bis 300 m. Für ein optimales Lüftungsmanagement sollte diese auf 120 m beschränkt werden. Bei langen Tunneln sollten zur verbesserten Arbeitswirtschaftlichkeit Zwischenwege geschaffen werden. Die Tunnelbreite liegt zwischen 8 und 9,3 m, der Binderabstand zwischen 2 und 2,5 m. Die in der Praxis vorherrschenden Firsthöhen zwischen 4 und 5 m realisieren mit den Unterzügen eine Durchfahrtshöhe von ca. 2,5 m. Das durch die Firsthöhe entstehende Luftvolumen ist ebenfalls Grundvoraussetzung für eine optimale Klimaführung.

Was bei der Montage beachtet werden muss

Die Tunnelanlage sollte in Nord-Süd-Richtung erbaut werden, um ein gleichmäßiges Wachstum der Sträucher und eine gleichmäßige Reifung der Früchte zu erzielen. Die Begradigung der Fläche ist nicht immer notwendig. Stark unebene Flächen mit Senken können jedoch zu lokalen Vernässungen im Substrat und damit zu einem inhomogenen Kulturbild führen. Ebenso ist die Montage einer Seitenlüftung problematisch. Gleichmäßig abfallende Flächen haben – wie erwähnt – den Vorteil des Schornsteineffekts bei der Lüftung über die Tunnelfronten.

Nach der Flächenvorbereitung werden die Anker gesetzt. Zum Ankerdrehen werden mindestens 3 höchstens 4 Personen benötigt. Dabei bedient einer den Schlepper mit montiertem Ankerdreher, die anderen führen den Ankerdreher. Bei trockenen, verdichteten und steinigen Böden können Probleme beim Eindrehen und Entfernen der Anker entstehen. Je nach Situation ist dann eine Befeuchtung sinnvoll.

Bei der Bogenmontage können die Unterzüge plus Abhängungen entweder vor oder nach Aufstellen des Bogens montiert werden. Eine vorherige Montage erspart diese im Nachhinein auf der Bühne, hingegen gestaltet sich die darauffolgende Montage des Firstrohrs bei bereits angebrachten Unterzügen schwieriger. Eine aufrollbare Seitenlüftung erfordert eine Fixierung der Folie in Stehwandhöhe. Dazu werden die Binder durch ein Klemmprofil verbunden. An dem seitlichen Klemmprofil einer aufrollbaren Seitenlüftung kann vor Folienaufziehen und -fixierung ein Netz zum Schutz vor der Kirschessigfliege (0,8 x 0,8 mm) oder Vögeln eingeklemmt werden. Dieses wird zum Bodenschluss stramm 50 cm tief in den Boden eingegraben.

Die Folie wird als Rolle geliefert, wobei das Material in der Breite gefaltet (8 bis 16 Mal geschichtet) ist. Zum Schutz der Folie raten die meisten Hersteller scharfkantige und herausragende Konstruktionsteile, z. B. die Verbindungsstellen von Binder und Firstrohr sowie Unterzüge, im Vorhinein mit Klebeband abzukleben.

Um beim Aufziehen die Kontrolle über die Folie zu wahren, sollte das Folienaufziehen nicht bei Windstärken mit Böen von über 12 km/h stattfinden. Ebenso sollten genügend Personen zur vorübergehenden Fixierung der enthaltenen Folie vorhanden sein (10 bis 15 Arbeitskräfte je nach Tunnellänge). Die Folie kann durch zwei Arten auf das Tunnelgerüst gebracht werden. Sie wird entweder auf einer Tunnelseite entrollt und beginnend von einer Tunnelseite entfaltet und in den First weitergereicht (Abb. 2). Oder die Folie wird im gefalteten Zustand mithilfe eines Baggers auf den First gezogen. Danach wird die Folie im First von einer Tunnelseite und der Tunnelmitte entfaltet. Bei einer aufrollbaren Seitenlüftung wird die Folie anschließend in dem vorhandenen Klemmprofil fixiert. Um die Folie zu spannen, wird das Klemmprofil Binder für Binder gelöst und ca. 5 cm unter der ursprünglichen Stelle wieder fixiert.



Abb. 2: Aufziehen der Folie (© Kramer/OVR)

Ein Schattiernetz wird beim Anbau von Himbeeren in den Sommermonaten einmalig aufgezogen und erst im Herbst mit einer Wickelmaschine wieder entfernt. Da eine Nord-Süd-Ausrichtung der Anlage meist nicht vollständig realisierbar ist, sollte das Netz versetzt zur Tunnelseite mit erwarteter höherer Einstrahlung fixiert werden. Über die Längsseiten des Tunnels wird das Netz alle 10 m am Gerüst verknüpft, an den Tunnelfronten kann dieses mittels Metallklammern fixiert werden.

Kosten

Die Folie wird in der Regel im Frühjahr und im Herbst nachgespannt. Dies wird durch die seitlichen Klemmprofile oder ein Straffziehen der Bänder realisiert. Zur Reparatur von kleineren Folien- und Netzlöchern dient Reparaturklebeband. Die Folie von Rolltoren, deren obere Ecken über die Tunnelfronten herausragen, unterliegt durch die Exposition häufig Windschäden. Bei der Fixierung der Folie mittels Band – getrennt für jeden einzelnen Binder – können die Bänder einzeln zu jedem Zeitpunkt ausgetauscht werden.

Die Seitenlüftungsarme müssen regelmäßig eingefettet werden. Ebenso muss darauf geachtet werden, dass sich möglichst kein Unkraut in die Rollen eindreht und damit ein über die Tunnellänge gleichmäßiges Aufrollen verhindert.

Der Reparaturansatz für die Folientunnel wurde bei der durchgeführten Kalkulation auf 2 % der Investitionskosten festgelegt.

Die Folie verbleibt bei Tunnelanlagen – anders als bei einer Pfahlkonstruktion – auch im Winter auf der Konstruktion. Damit unterliegt sie zwar einem erhöhten Witterungseinfluss, jedoch nicht den mechanischen Belastungen des jährlichen Öffnens und Schließens.

Die durchgeführten Kalkulationen beinhalten nicht die Erschließungskosten der Flächen, den Innenausbau der Tunnelanlage sowie die Kulturmaßnahmen, die nicht eine Tätigkeit an der Anlage beinhalten. Die folgende Aufzählung zeigt einen Überblick über diese zusätzlichen Kosten (Vollständigkeit nicht gegeben).

■ **Flächenerschließung**

- Strom- und Wasseranschlüsse (Brunnen werden in den Kalkulationen als vorhanden angenommen)
- Wasserauffang-/Speicherbecken
- Übertragung der sensorisch erfassten Klimadaten
- Technik zur Verarbeitung der Klimadaten

■ **Innenausbau**

- Dämme formen
- Mypex®-Folie – ein Kunststoff-Bändchengewebe mit hoher Wasser- und Luftdurchlässigkeit – auslegen/fixieren
- Pfähle setzen
- Fertigungsanlage mit Leitungen und Tropfern
- Töpfe und Substrat

■ **Kulturmaßnahmen, die im geschützten Anbau zusätzliche Bedeutung besitzen**

- Nützlings- und Hummeleinsatz
- Fertigation (Dünger, geeignetes Wasser)
- Beprobung von Substrat und Blatt
- Vlieseinsatz, Frostschutzmaßnahmen und Topfkultur

Die Versicherung der Folientunnel und der darin befindlichen Kultur ist noch kein Standard, wird von den Betrieben jedoch immer häufiger angestrebt. Bei einschiffigen Systemen ohne berechnete Statik sind dabei Mindestanforderungen zu erfüllen. Der Versicherungsbeitrag variiert je nach Tunnelsystem und Versicherungsleistung. Die in der Kalkulation beschriebenen drei Tunneltypen „leichter Wandertunnel“, „stationärer Tunnel“ und „stationärer Tunnel mit Klima“ sind versicherbar und daher auf 10 Jahre abzuschreiben. Das „Regendach“ erfüllt die Anforderungen zur Versicherung nicht und wird daher auf 8 Jahre abgeschrieben.

2.2 Pfahlsystem

Beim Beerenobst liegt die Pfahlhöhe mit 4 bis 4,5 m niedriger als bei den Kulturen Apfel und Kirsche, sodass die Konstellation der inneren Stangen bei der Variante „Voen“ im Kreuzverbund realisiert wird. Die „BayWa-Anlage“ kann durch ein gestelltes Montageteam aufgebaut werden. Dies wird vor allem bei der Erstellung einer Erstanlage dieses Systems praktiziert. Ein Mitarbeiter der Firma Voen unterstützt den Betrieb beim Gerüstaufbau.

2.3 Beschreibung der kalkulierten Tunnelsysteme (Tab. 1)

Tab. 1: Beschreibung der vier kalkulierten Tunnelsysteme

Bauteil	Regendach	Leichter Wandertunnel	Stationärer Tunnel	Stationärer Tunnel mit Klima
Allgemein	ohne Unterzüge	mit Unterzügen	mit Unterzügen	mit Unterzügen
	ohne Türen	Windverbände	Windverbände	Windverbände
	Firstband	Firstrohr	Firstrohr	Firstrohr
	Seiten durchgängig offen: Folie bis Stehwandhöhe	Rolltore	Rolltore	Rolltore
		Folie komplett bis Bodenanschluss, Seitenlüftung zum Hochschieben	Folie komplett bis Bodenanschluss, Seitenlüftung zum Hochschieben	Folie komplett bis Bodenanschluss, Seitenlüftung zum Hochschieben
			Seitenlüftung mechanisch (Handkurbel)	Seitenlüftung mechanisch (Handkurbel)
			Giebellüftung	Lüftungskomponenten elektrisch mit automatischer Steuerung (Motoren und Sensoren)
Binder	Rundrohr: Ø 60 mm, Wandstärke 2 mm; Ovalrohr: breiteste Stelle 90 mm (Ursprungsrohr auch Ø 60 mm), Wandstärke 1,5 mm Regendach wird auch als Rundrohr mit Ø 42 mm, Wandstärke 2 mm angeboten Binderabstand 2–2,5			
Folie	diffuse Folie bei Sommerkulturen ¹⁾ Stärke 180 oder 200 µm Einfacheindeckung 90 % diffuses Licht, 87 % Lichtdurchlässigkeit, UVB-durchlässig > 60 %, Thermizität > 85 %, Antitau, 200 µm			
Tunnelmaße	Länge: 120 m, Breite: 8,5–9,3 m, Höhe: 3,75–4 m (Durchfahrtshöhe bei Unterzügen: 2,5 m; Stehwandhöhe ca. 1,8 m je nach Messart ²⁾ ; 10 Tunnel: 10.200 m ²)			

Fortsetzung der Tabelle und Fußnoten auf der nächsten Seite

Bauteil	Regendach	Leichter Wandertunnel	Stationärer Tunnel	Stationärer Tunnel mit Klima
Einschätzung	In der Praxis kein Standard, da kein Verfrühungseffekt und geringe Stabilität vorhanden. Ist den reihengebundenen Regendächern durch Flexibilität im Anbau vorzuziehen.	Weit verbreitet, da komplett verschließbar und durch Firstrohr, Windverbände und Unterzüge sehr stabil, hat eine einfache Seitenlüftung und ist zum Wandern geeignet.	Weit verbreitet, weil die Einnetzung der Seitenlüftung ermöglicht den Schutz vor der Kirschesigfliege (0,8 x 0,8) und vor den Vögeln. Die Windbewegung wird geschwächt, was sich auch auf die Lüftungswirkung auswirkt. Durch das Aufrollen der Seitenlüftungsfolie kein Runterrutschen möglich. Elektrisierung und Automatisierung erspart Personalkosten bei Lüftungsmaßnahmen, benötigen jedoch Betreuungsaufwand und Kontrolle.	

UVB = UV-B, Ultraviolettstrahlung des Sonnenlichts im Wellenlängenbereich von 280 bis 315 nm

- 1) Zur Verfrühung klare Folie verwenden. Bei Himbeeren dann in jedem Fall ein Schattiernetz notwendig sein, bei diffuser Folie zur Vermeidung von Kulturstress ist ebenfalls ein Schattiernetz zu empfehlen.
- 2) Messmöglichkeiten: Senkrechte über Anker etwa 1,2 m; bei Abstand von 0,3 m zur Senkrechten → lichte Höhe über Boden etwa 1,8 m; bei Abstand von 0,5 m zur Senkrechten → lichte Höhe über Boden etwa 2 m.

2.4 Investitionsbedarf und jährliche Kosten

In den Tabellen 2 bis 4 werden der Investitionsbedarf und die jährlichen Kosten der beschriebenen Tunnelsysteme sowie ein Kostenvergleich der kalkulierten Varianten zwischen den Tunnel- und Pfahlsystemen dargestellt.

Tab. 2: Investitionsbedarf der kalkulierten Tunnelsysteme

Investitionsbedarf Material	Einheit	Regendach	Leichter Wandertunnel	Stationärer Tunnel	Stationärer Tunnel mit Klima
Gerüst	€/Anlage	37.200	54.880	114.280	154.280
Folie	€/Anlage	10.800	15.120	15.120	15.120
Netz	€/Anlage	-	-	3.600	3.600
Fixierung Netz und Folie	€/Anlage	1.000	1.000	4.000	4.000
Fracht	€/Anlage	3.000	3.000	3.000	3.000
Schattiernetz	€/Anlage	1.090	1.090	1.090	1.090
Kosten Material	€/Anlage	53.090	75.090	141.090	181.090
Kosten Material	€/ha	52.049	73.618	138.324	177.539

Fortsetzung der Tabelle und Fußnote auf der nächsten Seite

Investitionsbedarf Material	Einheit	Regendach	Leichter Wandertunnel	Stationärer Tunnel	Stationärer Tunnel mit Klima
Montage					
Arbeitszeitbedarf					
Flächenbegradigung	AKh/ha			20	
Ausmessen/-stecken	AKh/ha			30	
Ankerdrehen	AKh/ha			125	
Bogenbiegen/-montage	AKh/ha			100	
Bogenstellen	AKh/ha			100	
Firstrohr einziehen	AKh/ha	20	110	110	110
Unterzüge mit Abhängungen anbringen	AKh/ha	-	150	175	200
Windverbände montieren	AKh/ha	40	40	40	40
Seitenlüftung (Schiene) installieren	AKh/ha	-	-	120	120
Kanten abkleben	AKh/ha	10	10	10	10
Folie aufziehen	AKh/ha	100	100	100	100
Befestigung Folie Front	AKh/ha	30	30	30	30
Befestigung Folie Seitenlüftung	AKh/ha	-	-	15	15
Seitenlüftung (Folie)	AKh/ha	-	-	150	150
Motoren	AKh/ha	-	-	-	150
Bänder	AKh/ha	140	140	140	140
Netz	AKh/ha	-	-	130	130
Tore/Front	AKh/ha	-	200	250	250
Summe Arbeitszeitbedarf	AKh/Anlage	715	1.155	1.645	1.820
Kosten Arbeit¹⁾	€/Anlage	9.474	15.304	21.796	24.115
Kosten Maschine	€/Anlage	6.273	10.407	12.544	12.844
Kosten Anschluss	€/Anlage	0	0	0	20.000
Summe Kosten Montage	€/Anlage	14.138	23.112	30.639	52.864
Summe Kosten Montage	€/ha	13.860	22.658	30.038	51.827
Summe Investitionsbedarf	€/ha	66.000	96.500	168.500	229.500

¹⁾ Lohnansatz: 13,25 €/AKh.

Tab. 3: Jährliche Kosten der kalkulierten Tunnelsysteme

Jährliche Kosten	Einheit	Regen- dach	Leichter Wandertunnel	Stationärer Tunnel	Stationärer Tunnel mit Klima
Zinsansatz					
Verzinsung 3 %	€/(ha · a)	990	1.448	2.528	3.443
Reparaturansatz 2 %	€/(AKh · a)	1.320	1.930	3.370	4.590
Abschreibung					
Gerüst (8/10 Jahre)	€/(Anlage · a)	5.025	5.788	11.728	15.728
Folie, Netz, Fixierungs- material (5 Jahre)	€/(Anlage · a)	2.360	3.224	4.544	4.544
Schattiernetz (8 Jahre)	€/(Anlage · a)	136	136	136	136
Montage (8/10 Jahre)	€/(Anlage · a)	1.767	2.311	3.064	5.286
Summe Abschreibung	€/(Anlage · a)	9.288	11.459	19.472	25.695
Summe Abschreibung	€/(ha · a)	9.106	11.235	19.090	25.191
Maßnahmen					
Lüften	AKh/a	-	250	140	35
Schattiernetz an- und abmontieren	AKh/a	80	80	80	80
Nachspannen	AKh/a	150	150	150	150
Summe Arbeitszeitbedarf	AKh/(Anlage · a)	230	480	370	265
Summe Kosten Arbeit¹⁾	€/Anlage	3.048	6.360	4.903	3.511
Kosten Maschine	€/Anlage	863	863	863	863
Kosten Sonstiges	€/Anlage	1.320	1.930	3.370	4.590
Summe Kosten Maßnahmen	€/Anlage	5.231	9.153	9.136	8.964
Summe Kosten Maßnahmen	€/ha	4.620	7.914	8.140	8.203
Abziehen Folie und Netz, Demontage (verteilt auf 5 Jahre)					
Abziehen Folie und Netz					
Arbeit	AKh/a	20	20	20	20
Maschinenkosten	AKh/a	33	33	33	33
Frachtkosten	€/a	140	200	230	230
Entsorgungskosten Altmaterial	€/a	64	89	106	106
Demontage Gerüst, (verteilt auf 8/10 Jahre)	AKh/(Anlage · a)	69	60	70	72
Demontage Gerüst, Maschinenkosten (verteilt auf 8/10 Jahre)	€/(Anlage · a)	291	327	327	327
Summe	€/(Anlage · a)	89	80	90	92
Kosten Arbeit	€/(Anlage · a)	976	880	990	1.007
Kosten Maschinen/Sonstiges	€/(Anlage · a)	528	648	695	695
Summe Kosten	€/(Anlage · a)	1.504	1.528	1.685	1.702
Summe Kosten	€/(ha · a)	1.475	1.498	1.652	1.668

1) Lohnansatz: 13,25 €/AKh.

Tab. 4: Kostenvergleich der kalkulierten Varianten

Kosten	Tunnelsystem				Pfahlsystem	
	Regendach	leichter Wandertunnel	stationärer Tunnel	stationärer Tunnel mit Klimaregelung	BayWa	Voen
	Kosten in €/ha					
Material	52.049	73.618	138.324	177.539	53.571	65.624
Montage	13.860	22.658	30.038	51.827	22.687	8.922
Investitionsbedarf	66.000	96.500	168.500	229.500	76.500	74.500
Verzinsung 3 %	990	1.448	2.528	3.443	1.148	1.118
Abschreibung	9.106	11.235	19.090	25.191	5.298	5985
Maßnahmen	4.620	7.914	8.140	8.203	3.199	2498
Abziehen Folie und Netz, Demontage	1.475	1.498	1.652	1.668	429	388
Jährliche Kosten	16.200	22.100	31.400	38.500	10.100	10.000

3 Regenschutzsysteme für den Anbau von Kirschen

An der Niederelbe werden bevorzugt die Regenschutzsysteme der Firmen Da Leiner, BayWa und Voen erstellt. Die drei Systeme haben sich in den vergangenen Jahren vor allem in Bezug auf die Windstabilität durchgesetzt. Bezüglich der Kosten sind keine wesentlichen Unterschiede vorhanden. Größere Unterschiede gibt es allerdings in den Materialien und im Aufbau.

Beim Rundbogendach von Montaggio Da Leiner sind Bögen zum Halten der Folien im First montiert. Sie sind auf Betonsäulen fixiert und werden mit den Drahtseilen der Längs- und der tiefer liegenden Querverspannung in Position gehalten. Die 1-bahnige Polyethylen-Folie ist stramm über die Rundbögen gezogen und ist mit den Plaketten über einen fortlaufenden Bungee in der Traufe jeweils an einem Längsdraht fixiert.

Die Firma BayWa verwendet Holz- oder Betonpfähle. Bei ihrem aktuellen System sind die Längs- und Querseile über dem System auf Kappen installiert. Ein zweites Längsseil verläuft ca. 40 cm unterhalb des Firstdrahtes. Das obere Seil dient der Fixierung des Hagelnetzes, das untere Seil zur Fixierung der 2 Folienbahnen. Die beiden Folienbahnen, einseitig foliertes Bändchengewebe, werden in der Traufe mit Plaketten und einem fortlaufenden Bungee stramm waagerecht gehalten.

Bei der Firma Voen werden in der Regel Holzpfähle oder Stahlrohre verwendet (Abb. 3). Die Verspannung erfolgt über dem System mit längs- und querliegenden Drahtseilen. Die Schutzfolie, ziegeldachartig auf Hagelnetz aufgenähte Bändchengewebestreifen sind am Längsseil fixiert und werden in der Traufe durchhängend entweder über Plaketten oder neuerdings mit einem Reißverschluss zusammengehalten.

Grundsätzlich kann man sagen, dass die Erstellung auf Flächen, die keilig oder trapezförmig verlaufen, im Gegensatz zu rechteckigen Flächen, wesentlich teurer ist. Des Weiteren reduzieren sich die Gesamtkosten je Hektar mit zunehmender Größe der Fläche. Darüber hinaus ist das Gerüst sehr stabil gebaut, um eine sehr hohe Belastbarkeit bei Wind zu gewährleisten. Als typische Referenzanlage wurde eine Musteranlage von 11 Reihen mit einer Länge von 200 m und einem Reihenabstand von 4,5 m (= 1 ha) gewählt. Die Säulen, die zwischen 4,50 m und 5,5 m lang sind, werden meistens in einem Abstand von 6 bis 8 m gesetzt. Durch die Querverspannung bekommen die Säulen ihre höchste Stabilität, sodass ein Brechen der Säulen ausgeschlossen werden kann. Die Schrägsäulen am Vorgewende sowie an der Seite werden mit großen Ankern abgespannt.



Abb. 3: Regenschutzsystem der Firma Voen (© Kockerols/OVR)

3.1 Öffnen und Schließen der Folien

Für das jährliche Öffnen und Schließen werden jeweils ca. 110 AKh benötigt. Eine hohe, breite Arbeitsbühne ist für diese Tätigkeit unverzichtbar. Bei ungünstigen Bedingungen und mangelnder Bühnentechnik kann der Zeitaufwand wesentlich höher liegen.

3.2 Kalkulation

Die Gerüste werden über 20 Jahre, die Folien inklusive Plaketten und Bungee über 10 Jahre abgeschrieben. Die jährlichen Kosten für das Gerüst und die Folien liegen bei allen drei Systemen bei ca. 7.000 €/ha. Für das Öffnen und Schließen wird mit 1.600 bis 1.900 €/ha (inkl. Maschinenkosten) gerechnet und für Reparaturen 0,5 % vom Investitionswert veranschlagt. Nach 20 Jahren Standzeit muss das Betongerüst und auch die Folie demontiert und entsorgt werden. Die Kosten für die Entsorgung sowie für die Arbeitsstunden der Demontage werden auf ca. 5.000 € geschätzt.

4 Hagelschutzsysteme für den Apfelanbau

Durch die Befragung verschiedener Obstbaubetriebe hat sich herausgestellt, dass an der Niederelbe fast ausschließlich Hagelschutzsysteme von den Firmen DaLeiner und BayWa (Abb. 4) genutzt werden. Dies liegt in erster Linie daran, dass beide Anbieter durch ihre Regenschutzsysteme an der Niederelbe einen hohen Bekanntheitsgrad haben. Aus diesem Grund wurden Kostenvoranschläge von diesen beiden Firmen eingeholt. Die Firma Brändlin erstellt nur ein Kostenangebot gegen Gebühr und die Firma Voen baut mittlerweile keine Hagelschutzsysteme mehr.



Abb. 4: Hagelschutzsysteme von DaLeiner (links) und BayWa (rechts) (© Wiebusch/OVR)

Im Allgemeinen kann man sagen, dass sich die verschiedenen Systeme nicht wesentlich unterscheiden. Sowohl in der Konstruktion als auch in den Gesamtkosten gibt es keine nennenswerten Unterschiede. Bei beiden Systemen (DaLeiner/BayWa) handelt es sich um ein sogenanntes Giebelsystem mit einer Firsthöhe von ca. 3,80 m, bei dem die Querverspannung oberhalb des Netzes angebracht ist.

4.1 Gerüstmaterialien und Aufbau

Wie bei den Regenschutzsystemen werden zur Erstellung eines Hagelschutzgerüsts Beton- oder Holzsäulen verwendet. In der Vergangenheit wurden Säulen aus Holz aufgrund ihrer Elastizität und ihres Preises bevorzugt. Durch den Preisanstieg in den letzten Jahre sind mittlerweile keine oder kaum Preisunterschiede zwischen den Materialien zu verzeichnen, weshalb die Betonsäulen vor allem wegen ihrer höheren Lebensdauer von über 20 Jahren zu bevorzugen sind. Die Säulen, die zwischen 4,50 m und 4,70 m lang sind, werden meistens in einem Abstand von 8 bis 10 m gesetzt.

Nach dem Setzen der Pfähle werden auf den Säulen Firstkappen montiert, an denen die Längs- und Querverspannung fixiert ist. Erst durch die Querverspannung bekommen die Betonsäulen ihre höchste Stabilität, sodass ein Brechen der Säulen ausgeschlossen werden kann. Die Schrägsäulen am Vorgewende sowie an der Seite werden mit Ankern abgespannt.

4.2 Erstellungskosten

Grundsätzlich kann man sagen, dass die Erstellung auf Flächen, die keilig oder trapezförmig verlaufen, im Gegensatz zu rechteckigen Flächen, wesentlich teurer ist. Des Weiteren reduzieren sich die Gesamtkosten je Hektar mit zunehmender Größe der Fläche. Darüber hinaus ist das gewählte Betongerüst sehr stabil gebaut, um eine sehr hohe Belastbarkeit bei starken Hagelereignissen zu gewährleisten. Es besteht auch die Möglichkeit eine „Low-Budget-Variante“ zu erstellen, die aus mehreren Gründen (geringere Belastbarkeit/Haltbarkeit etc.) nicht kalkuliert wurde. Als typische Referenzanlage wurde eine Musteranlage von 15 Reihen mit einer Länge von 200 m und einem Reihenabstand von 3,33 m (= 1 ha) gewählt.

Die Gesamtkosten (netto) zur Erstellung eines 1 ha großen Hagelschutzsystems liegen bei ca. 32.000 € pro ha. Die Materialkosten (Gerüst und Netz) liegen bei 23.500 €/ha. Die Montage- und Maschinenkosten (8.500 €) machen etwa ein Viertel der Gesamtkosten aus. Diese Kosten können z. B. durch die Unterstützung der Monteure mit eigenen Arbeitskräften verringert werden.

4.3 Öffnen und Schließen der Netze

Die Netze werden in der Traufe in einem Abstand von ca. 1,50 m mit Plaketten verbunden. Nach der Ernte werden die Plaketten in der Traufe geöffnet und das Netz wird mit Plastiksclausen im First gesichert. Für das jährliche Öffnen und Schließen werden jeweils ca. 10 bis 20 AKh/ha benötigt, wobei das Öffnen im Herbst länger dauert als das Schließen im Frühjahr. Eine Arbeitsbühne ist für die jährlichen Arbeiten an dem Hagelschutznetz unverzichtbar.

4.4 Kalkulation

Bei einer Nutzungsdauer von 20 Jahren betragen die jährlichen Kosten für das Gerüst und die Montage 1.403,29 €/ha (inkl. Maschinenkosten), für das Netz (Nutzungsdauer 10 Jahre) 1.187,70 €/ha, für das Öffnen und Schließen werden 630 €/ha (inkl. Maschinenkosten) eingerechnet und für Reparaturen 1 % vom Materialwert (235 €/ha). Nach 20 Jahren Standzeit muss das Betongerüst und auch das Netz demontiert und entsorgt werden. Die Kosten für die Entsorgung sowie für die Arbeitsstunden der Demontage werden auf ca. 3.000 € geschätzt. Insgesamt ergeben sich für ein Hagelschutzsystem mit Betongerüst einschließlich einer Verzinsung des eingesetzten Kapitals von 3 % jährliche Kosten von ca. 3.600 € pro ha.

5 Weitere Hagelschutzsysteme

Insbesondere größere Obstbaubetriebe denken über den Kauf von Überzeilensprühgeräten nach, um eine hohe Schlagkraft v. a. im Frühjahr in der Pflanzenschutzsaison zu gewährleisten. Mit der Erstellung eines bisher üblichen Hagelschutzsystems ist ein Einsatz mit solchen Sprühgeräten aufgrund der Querverspannung des Betongerüsts technisch nicht möglich. Die sogenannten „Mehrr Reihen-Hagelschutzsysteme“ ermöglichen dagegen die Durchfahrt mit einem Dreireihensprühgerät. Erste Mehrr Reihen-systeme wurden bereits in der Praxis erstellt, allerdings muss, im Vergleich zu einem „normalen“ Hagelschutzsystem, mit Mehrkosten von ca. 20–25 % gerechnet werden. Inwieweit die Einsparung von Arbeitsstunden durch ein Dreireihensprühgerät die Mehrkosten des Hagelschutzsystems ausgleicht, muss betriebsindividuell geprüft werden.

Eine Alternative zum herkömmlichen Hagelschutzsystem stellt das Whailex-System dar. Bei diesem System wird jede Reihe einzeln eingenetzt und kann für anstehende Kulturarbeiten jederzeit mit einer Handkurbel mühelos hoch- und heruntergekurbelt werden. Etwa 4 AKh/ha müssen für das Hochkurbeln eingeplant werden. Der Aufwand für das Herunterlassen ist nur etwa halb so groß.

Langjährige Erfahrungen zu diesem Hagelschutzsystem liegen uns bisher noch nicht vor. Der Vorteil des Systems gegenüber einem normalen Hagelschutzsystem ist der Preis: Es ist ca. 10.000–12.000 € je Hektar günstiger. Außerdem kann es vor allem auch auf kleineren Flächen schnell und einfach erstellt werden. Der Nachteil: Ein hundertprozentiger Schutz vor Hagelschäden ist nicht gegeben, weil das Netz teilweise direkt an den Früchten liegt und die Hagelkörner so die Früchte schädigen können.

Mitwirkende

Martin Kockerols, Obstbauversuchsring des Alten Landes e.V., Jork

Kathrin Kramer, Obstbauversuchsring des Alten Landes e.V., Jork

Jan-Henrik Wiebusch, Obstbauversuchsring des Alten Landes e.V., Jork

**Kuratorium für Technik und Bauwesen
in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)**
Bartningstraße 49 | 64289 Darmstadt
Telefon: +49 6151 7001-0
E-Mail: ktbl@ktbl.de | www.ktbl.de

Eingetragen im Vereinsregister beim Amtsgericht Darmstadt,
Aktenzeichen 8 VR 1351

Vereinspräsident: Prof. Dr. Eberhard Hartung

Geschäftsführer: Dr. Martin Kunisch

Verantwortlich im Sinne des Presserechts: Dr. Martin Kunisch

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Text das generische Maskulinum verwendet.

© KTBL 2022