

Montage von Solaranlagen auf Lawinenverbauungen

Beurteilung und Empfehlung der Expertenkommission Lawinen und Steinschlag – EKLS

6. September 2012 (S. 11-14 ergänzt am 10. Januar 2024)

Lawinengefahr, Lawinenverbauungen und Restrisiken

Lawinenverbauungen zum Schutz von Menschen und erheblichen Sachwerten werden unter bestimmten Bedingungen von Bund und Kanton subventioniert. Die technischen Anforderungen sind in der Richtlinie ‚Lawinenverbau im Anbruchgebiet‘ (RL 2007)¹ definiert. Die Bauherrschaften stellen sicher, dass die Schutzbauten dauernd unterhalten und nicht zweckentfremdet werden (Verordnung über den Wald WaV Artikel 50, Absatz 2 und 3). Der alljährliche Aufbau und Abbau der Schneedecke auf alpinen Standorten der Lawinenverbauungen ist mit Zufälligkeiten beim Zusammenwirken von Schneefall, Wind, Exposition, Gelände und Topographie verbunden. Demzufolge verbleiben beim Lawinenverbau im Anbruchgebiet Unsicherheiten, d.h. in extremen Situationen können Lawinen aus den Lawinenverbauungen oder über eingeschneite Verbauungen nicht ausgeschlossen werden.

Lawinengefahren werden gemäss den Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten ausgeschieden². Heutzutage werden diese Gefahren in Gefahrenkarten dargestellt und in der Raumplanung eigentümerverbindlich umgesetzt. Werden Lawinenverbauungen gemäss den Richtlinien (RL 2007) erstellt, so kann deren Wirkung unter bestimmten Bedingungen³ bei der Gefahrenzonierung berücksichtigt werden (Rückzonung). Obwohl Lawinenverbauungen nur für den Schutz von bestehenden Gebäuden erstellt und subventioniert werden, sind mit einer Rückzonung oft auch neue Gebiete überbaubar bzw. überbaut worden. Die Funktionsfähigkeit der Lawinenverbauungen ist auch deshalb dauernd und uneingeschränkt erforderlich.

Der Entwicklung von Lawinenverbauungen, gemäss dem Stand in den Richtlinien RL 2007, ist ein jahrzehntelanger Entwicklungsprozess vorausgegangen. Dabei sind beim Oberbau aus Stahl zahlreiche Optimierungen vorgenommen worden, damit möglichst wenig Stahl verbaut und eine grosse Wirkung erzielt wird. Der Untergrund ist oft sehr heterogen und hinsichtlich Fundierung immer noch mit grossen Unsicherheiten verbunden. Die Fundierung von Lawinenverbauungen ist auch heute nach wie vor Gegenstand von Forschungs- und

¹ Margreth S. (2007): Lawinenverbau im Anbruchgebiet. Technische Richtlinie als Vollzugshilfe. Umwelt-Vollzug Nr. 0704. Bundesamt für Umwelt, Bern, WSL Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Davos. 101 S.

² Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten. Bundesamt für Forstwesen, Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung 1984.

³ Romang Hans (Ed.) 2008: Wirkung von Schutzmassnahmen. Nationale Plattform für Naturgefahren PLANAT, Bern. 289 S.

Anwendungsprojekten. Richtlinien und allgemeine Vorgaben zum Stand der Baukunde sind uneingeschränkt einzuhalten. Zusammen mit den erwähnten Unsicherheiten bei der Schneedecke verbleibt immer noch ein Restrisiko, das im Gesamtkontext beurteilt und von Bund, Kanton und Bauherrschaften abgewogen werden muss.

Solaranlagen auf Lawinenverbauungen

Solaranlagen zur Stromerzeugung sind privatwirtschaftliche Vorhaben mit dem Ziel einer maximalen Rendite bei geringstmöglichem Aufwand über die Zeit. Dabei sind unerwünschte Nebenwirkungen wie die Beeinträchtigung von Umwelt, Natur und Landschaft zu vermindern sowie hier die Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit der Lawinenverbauungen zu vermeiden. Letzteres ist vermutlich nur mit einem jahrelangen Versuchs- und Verbesserungsprozess erreichbar, wie er bei den Lawinenverbauungen selbst noch in Gang ist. Aus den Erfahrungen mit der Entwicklung der Lawinenverbauungen ist davon auszugehen, dass auch an den Solaranlagen mit jährlichen Schäden und Reparaturen, bei extremen Wintern sogar mit beträchtlichen Schäden gerechnet werden muss. Dieses unternehmerische Risiko ist vom Betreiber zu tragen und es wird darauf nicht eingegangen. Potentielle Investoren sind aber diesbezüglich zu informieren. Nachfolgend werden nur die Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit von Lawinenverbauungen durch Solaranlagen beurteilt und notwendige Vorgaben zu deren Minimierung gemacht.

Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit von Lawinenverbauungen

Eine mögliche Beeinflussung der Funktionsfähigkeit von Stützwerken generell und speziell für einen Extremwinter kann anhand der bis jetzt vorliegenden Beobachtungen aus dem Winter 2011/12 nicht abschliessend beurteilt werden. Die Beobachtungen deuten darauf hin, dass auf dem Stützrost mit Solarmodulen mehr Schnee abgelagert wird als ohne Solarmodule. Dies bestätigt theoretische Kenntnisse, dass grösserflächige Hindernisse den Wind und somit die Schneeverfrachtung und -ablagerung in komplexer Weise beeinflussen. Solche Beobachtungen und Erfahrungen werden seit Jahrzehnten bei Verwehungsverbauungen genutzt. Die grössere Schneeablagerung auf dem Stützrost, erfolgt vermutlich insbesondere dann, wenn die Solarmodule durch das sukzessive Anwachsen der Schneedecke von unten her eingeschneit werden. Damit vermindert sich die Wirkungshöhe der Lawinenverbauungen und deren Funktionsfähigkeit wird beeinträchtigt. Dies ist ein absolut unerwünschter Effekt.

Die Beobachtungen im Winter 2011/12 zeigen, dass Schnee auf den Solarpanels haften bleibt und dann bei nachfolgender Erwärmung plötzlich abgleiten wird. Das Abgleiten des Schnees oder quasi die ‚Selbstreinigung‘ ist für die Stromproduktion vorteilhaft. Wenn Solarmodule aber über grössere Distanzen zu einer Fläche verbunden werden, ist das gleichzeitige Abrutschen grosser (wenn nicht sogar der ganzen) Flächen wahrscheinlich. Ähnliche Beobachtungen können beim spontanen und gleichzeitigen Abgleiten der ganzen Schneedecke von Blechdächern gemacht werden. Dadurch können bei schwachem Schneedeckenaufbau durchaus Schneerutsche innerhalb der Verbauungen und Lawinen unterhalb der Verbauungen ausgelöst werden.

Die mechanische Beanspruchung von Stützwerken durch Solarmodule dürfte unter Berücksichtigung der definierten technischen Kriterien in der Regel klein sein. Die von M. Heimgartner 2012⁴ angenommenen Lastfälle Eigengewicht, Wind, Setzung und Rutsch liegen weit unterhalb der Normbelastung verglichen mit den einschlägigen SIA Normen, sofern die Solarmodule nicht eingeschnitten sind. Die Module stellen für die Stützwerke selbst ein relativ geringes Sicherheitsrisiko dar. Mit den Solarmodulen wird die Tragsicherheit der Stützwerke jedoch eher negativ beeinflusst.

Fazit: Der Nachweis, dass mit Solarpanels keine Funktionsbeeinträchtigung der Lawinenverbauungen verursacht wird, konnte bisher nicht erbracht werden. Die Beeinflussung der kleinlokalen Windfelder mit vermehrter Schneeablagerung auf den Stützrosten und das gleichzeitige Abrutschen des Schnees von den eingeschnittenen Solarpanels mit möglicher Auslösung von Schneerutschen oder –lawinen muss erwartet werden. Diese unerwünschten Effekte können aber mit den nachfolgend beschriebenen, technischen Vorgaben reduziert werden. Dazu ist vertraglich festzuhalten, wer für danach noch verbleibende, allfällige Schäden, Risiken und Folgewirkungen verantwortlich ist.

Verantwortung für mögliche Mehraufwände, Schäden, Risiken und Folgewirkungen

Die Montage und der Betrieb von Solarpanels auf Lawinenverbauungen führt zu **Mehraufwand** bei Kontrolle, Unterhalt, Instandsetzung und Ersatz von Lawinenverbauungen. Dieser kann im Moment nicht genau beziffert werden geht aber vollumfänglich zu Lasten der Eigentümer der Solaranlagen und kann **nicht subventioniert** werden.

Die Montage von Solarpanels auf Lawinenverbauungen in alpiner Umgebung wird unumgänglich zu zusätzlichen **Schäden** führen. Unumgänglich wird dannzumal auch die nicht einfache Abklärung von Ursache und Wirkung der Schäden, sowie deren Aufteilung auf die Eigentümer (evtl. Betreiber) von Solaranlagen und Lawinenverbauungen sein. Schliesslich sind dannzumal auch die **nicht subventionsberechtigten Schäden** auszuweisen, wozu nachfolgende (nicht abschliessende) Auflistung gemacht wird.

- Schäden an Stützwerken durch Solarpanels: Eigentümer der Solaranlagen ist verantwortlich; Versicherungsnachweis oder Rückstellung erforderlich.
- Schäden an Solarmodulen durch externe Einflüsse: Schnee, Wind, Eis, Steinschlag usw. sowie Schneerutsche und Lawinen von oben oder seitlich sind Teil des unternehmerischen Risikos und nicht subventionsberechtigt.
- Schäden an Solarmodulen durch Stützverbauungen: Es besteht auch die Wahrscheinlichkeit, dass Stützwerke oder Teile davon in Folge von Naturereignissen die Solarpanels beschädigen können. Die Schäden tragen die Eigentümer von Solaranlagen.

⁴ Heimgartner Michel (2012): Solarkraftwerk Lawinenverbauung Chüenihorn St. Antönien. Abschätzung der Einwirkung auf die Stützwerke. Jenins 19.4.2012.

- Schäden (Folgekosten) infolge Demontage der Stützwerke oder der Solarpanels: Werden Arbeiten an den Solarpanels oder an den Stützwerken ausgeführt, so ist nicht auszuschliessen, dass dadurch an den Bauten und Anlagen Schäden entstehen. Diese tragen die Eigentümer von Solaranlagen.

Der Betrieb von Solaranlagen ist mit technischen und unternehmerischen Risiken verbunden. Diese können dazu führen, dass eine Anlage nicht mehr weiter betrieben wird. Dannzumal wird ein **Rückbau** zur Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes erforderlich sein. Diese Kosten tragen die Eigentümer von Solaranlagen. Sie können **nicht subventioniert** werden. Entsprechende Rückstellungen sind dafür erforderlich.

Wenn die Funktion von Lawinenverbauungen durch Solarpanels in einer Extremsituation beeinträchtigt wird, entstehen **Risiken** und **Folgewirkungen**. Sowohl die Eigentümer der Solarpanels als auch die Eigentümer der Lawinenverbauungen müssen entsprechende Vorkehrungen treffen, um daraus entstehende Schäden zu vermeiden:

- Risiko für Lawinenauslösung durch abgleitenden Schnee von Solarpanels: Auch wenn die Lawinenausmasse klein sein dürften, sind Personen- und Sachschäden nicht auszuschliessen.
- Risiko für früher hinterfüllte Lawinenverbauungen mit Solarpanels: Bei den Lawinenverbauungen mit Solarpanels ist ohnehin eine erhöhte Überwachung der Funktionsfähigkeit der Verbauungen während dem ganzen Winter erforderlich. Bei frühzeitig hinterfüllten Werken sind organisatorische Massnahmen, wie Evakuierungen, Strassensperrungen usw. durchzusetzen. Dass allein aufgrund der Solarpanels früher evakuiert oder gesperrt werden müsste, dürfte sehr selten der Fall sein. Die Folgewirkungen bzw. –kosten könnten aber sehr hoch werden.

Nachfolgend werden technische Vorgaben und Kriterien definiert, mit welchen eine Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit von Lawinenverbauungen minimiert werden kann. Sie basieren auf dem langjährigen Erfahrungswissen der EKLS. Mangels wissenschaftlichen Studien und Experimenten und mangels konkreten Erfahrungen mit grossflächig realisierten Solaranlagen an Lawinenverbauungen repräsentieren diese Kriterien den heutigen Stand der Kenntnisse.

Technische Vorgaben und Kriterien zur Montage von Solaranlagen an Lawinenverbauungen (siehe Abb. 1)

Kriterien für Solarmodule	Begründung
1. Ein Stützwerk, an dem ein Solarmodul befestigt wird, muss gemäss Richtlinie ‚Lawinenverbau im Anbruchgebiet‘ (RL 2007) bemessen sein.	<i>Die Richtlinie stellt hinsichtlich der Bemessung von Stützwerken den aktuellen Stand des Wissens dar. Bei älteren Stützwerken (vor 2007) wurde die Stütze, die erfahrungsgemäss den schwächsten Bauteil darstellt, ohne Querbelastung bemessen. Nachdem in den Wintern 1995 und 1999 rund 500 Stützen insbesondere in Südhängen durch Überbeanspruchung geknickt wurden, wurde dieser Nachweis in die Richtlinie (RL 2007) aufgenommen. Bei der Projektierung von Solaranlagen an Stützwerken ist in jedem Fall genau abzuklären, ob dieser Punkt erfüllt ist. Andernfalls ist die Stütze durch eine verstärkte Stütze zu ersetzen.</i>
2. Die Werkhöhe H_K eines Stützwerkes, an dem Solarmodule befestigt werden, hat mindestens der für den Werkstandort zu erwartenden extremen Schneehöhe H_{ext} für eine Wiederkehrdauer von 100 Jahren zu entsprechen.	<i>Sind keine lokalen Schneemessungen dokumentiert, so ist H_{ext} gemäss der Richtlinie (RL 2007) zu bestimmen. Falls die Werkhöhe H_K zu klein gewählt wurde, besteht sowohl für das Stützwerk, wie auch für das Solarmodul eine zu hohe Schadenwahrscheinlichkeit, da in einem schneereichen Winter mit einem frühzeitigen und grossflächigen Überschneien gerechnet werden muss.</i>
3. Ein Solarmodul darf den Stützrost um nicht mehr als die Distanz s von 30 cm überragen.	<i>Vorgehängte Solarmodule können wie ein zusätzlicher Rostbalken wirken, dessen Belastung bei der Bemessung des Stützwerkes nicht berücksichtigt wurde. Durch die Beschränkung der Distanz, über die der Stützrost verlängert wird, kann die Schadenwahrscheinlichkeit eingeschränkt werden. Die Distanz s von 30 cm entspricht etwas mehr als der typischen Breite eines Rostbalkens.</i>
4. Solarmodule dürfen den Stützrost in vertikaler Richtung nicht überragen.	<i>Wird ein Solarmodul auf dem Stützrost befestigt und überragt es die Rostfläche, muss man damit rechnen, dass dort mehr Schnee abgelagert wird. Das führt zu einer Zusatzbelastung des Stützwerkes, auf die es nicht dimensioniert ist.</i>

5. Ein Solarmodul resp. Anlageteile von Solaranlagen dürfen nicht an den Stützen befestigt werden.	<i>Wie bereits bei Pkt. 1 aufgeführt wurde, ist die Stütze oft von Schäden betroffen. Wenn am Stützwerk ein Solarmodul befestigt wird, ist eine direkte Mehrbelastung der Stütze unbedingt zu vermeiden. An der Stütze befestigte Anlageteile können die Breite und damit die Querbeltung, die auf die Stütze wirkt, vergrössern.</i>
6. Die maximale Höhe h eines Solarmoduls darf nicht grösser sein als 50% der wirksamen Rosthöhe D_k des Stützwerkes.	<i>Bei einem D_k von beispielsweise 3.5 m ist die Höhe eines Solarmoduls auf 1.75 m beschränkt. Durch die Begrenzung der Modulgrösse können die zusätzlichen Einwirkungen auf das Stützwerk (z.B. infolge von Wind) eingeschränkt werden.</i>
7. Ein Solarmodul muss über Sollbruchstellen, die bei einer Flächenlast q von 6 kN/m^2 aktiviert werden, am Stützwerk befestigt sein.	<i>Durch eine Sollbruchstelle soll eine mechanische Überlastung des Stützwerkes (z.B. bei einem Lawinenaufprall auf die Solarmodule) und der Solarmodule verhindert werden. Solarmodule sind oft auf eine maximale Flächenlast von 5.4 kN/m^2 bemessen.</i>
8. Bei einer durchschnittlichen Hangneigung ψ unterhalb des Stützwerkes von mehr als 33° darf der Abstand a zwischen Boden und Unterkante eines Solarmoduls 80% der extremen Schneehöhe H_{ext} nicht unterschreiten. Beträgt die Hangneigung ψ weniger als 33° , darf der Abstand a 70% der extremen Schneehöhe H_{ext} nicht unterschreiten.	<i>Dieses Kriterium bezweckt, ein frühzeitiges Einschneien eines zu tief hängenden Solarmoduls zu verhindern. Dadurch können sowohl Schäden am Stützwerk wie auch am Solarmodul verhindert werden. Da die Grösse des Schneedruckes mit der Hangneigung zunimmt, wurde der Abstand a in Funktion der Hangneigung definiert. Wenn die extreme Schneehöhe H_{ext} (z.B. 429 cm) einer Wiederkehrdauer von 100 Jahren entspricht, entspricht 80% von H_{ext} (343 cm) einer Wiederkehrdauer von rund 20 Jahren und 70% von H_{ext} (300 cm) einer Wiederkehrdauer von rund 5 Jahren.</i>
9. Falls sich unterhalb der untersten Werkreihe einer Verbauung unverbaute Lawinenanrissgebiete befinden, dürfen an der untersten Werkreihe keine Solarmodule befestigt werden.	<i>Das plötzliche Abrutschen des Schnees von Solarmodulen kann durch den Aufprall auf die Schneedecke zur Auslösung einer Lawine führen.</i>

<p>10. Die zusammenhängende Breite von Solarmodulen ist auf 10 m beschränkt. Danach muss bis zu den nächsten Solarmodulen ein freier Zwischenraum von mindestens 2 m folgen.</p>	<p><i>Durch die Einschränkung der Breite auf 10 m (entspricht typischerweise 2 Hauptwerken und 1 Zwischenwerk) wird bezweckt, dass die gleichzeitig von Modulen abrutschende Schneemasse eingeschränkt wird. Weiter kann angenommen werden, dass dadurch die Wahrscheinlichkeit für eine zusätzlich, durchgehende Schneeanhäufung auf dem Stützrost verkleinert wird. Eine durchgehende Modulwand wirkt wie ein Verwehungszaun und kann zu beträchtlichen zusätzlichen Schneeansammlungen führen. Ein freier Zwischenraum dürfte einen gewissen „Düsen- resp. Randeffect“ bewirken, der die durchgehende Schneeanhäufung verhindert.</i></p>
<p>11. Grabarbeiten entlang von Verankerungen und Fundamenten sind nicht erlaubt (Mindestabstand: 2 m).</p>	<p><i>Grabarbeiten im Ankerbereich führen zur Reduktion der Tragfähigkeit der Anker. Elektrische Anschlüsse sind seitlich an ein Stützwerk vorzusehen. Im Bereich von Ankern sind e Gräben mit Beton zu verfüllen, um Bodenerosion und eine Schwächung der Foundationen ausschliessen zu können.</i></p>
<p>12. Grabarbeiten in der Lawinenverbauung sind fachgerecht auszuführen.</p>	<p><i>Stützwerte stehen in Steilhängen, die sich meistens in einem labilen Gleichgewichtszustand befinden. Bodenerosion und Geländeinstabilitäten können bereits durch kleine Grabarbeiten verursacht werden. Beim Bau von Stützwerten werden deshalb heute mehrheitlich Mikropfähle und Bodenanker eingesetzt, deren Erstellung den Boden im Vergleich zu den früher verwendeten Beton- und Grundplattenfundamenten weniger stark verletzt.</i></p>

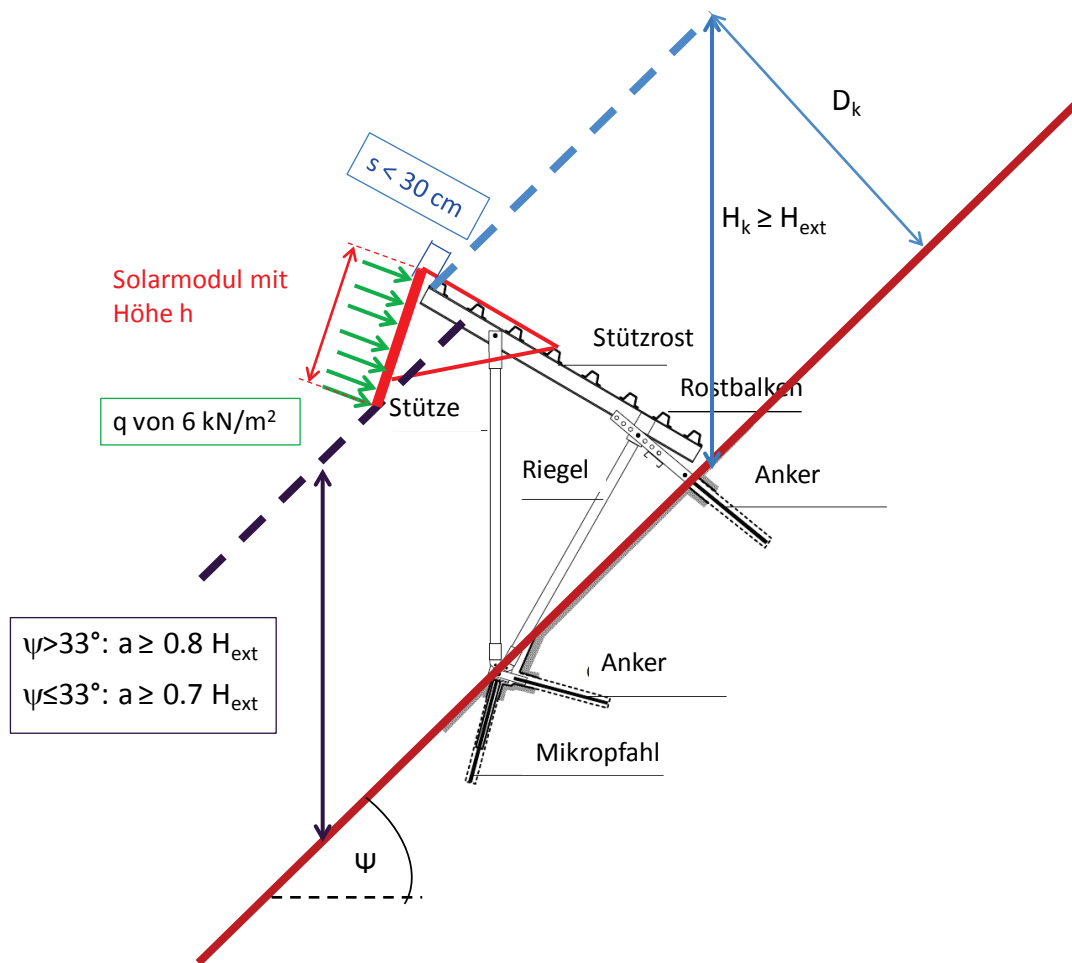


Abb. 1: Technische Vorgaben und Kriterien zur Montage von Solarmodulen auf Lawinverbauungen

Finanzielle und organisatorische Vorgaben sowie Kriterien zur Montage von Solaranlagen an Lawinenverbauungen

Kriterien für die Bewilligung von Solaranlagen	Begründung
<p>Der Eigentümer der Lawinenverbauung muss mit dem Betreiber bzw. Eigentümer der Solaranlage mit Vertrag / Dienstbarkeit regeln, wie mit Mehrkosten, unerwartet eintretenden Risiken und allenfalls auftretenden Schäden umzugehen ist. Insbesondere dürfen für den Eigentümer der Lawinenverbauung, sowie für die subventionierenden Kantone und den Bund keine Mehrkosten beim Schutzbautenmanagement (Werkskontrolle, Unterhalt und allfällige Instandstellungen) entstehen.</p>	<p><i>Der Bau und die Instandhaltung der Lawinenverbauungen wird mit öffentlichen Mitteln subventioniert mit dem Ziel, Menschenleben und erhebliche Sachwerte vor Lawinen zu schützen. Nur mit dieser Zweckbestimmung werden die Subventionen ausbezahlt.</i></p> <p><i>Die Montage von Solaranlagen verfolgt ein privatwirtschaftliches Ziel, nämlich mittels Stromerzeugung eine maximale Rendite bei geringstmöglichem Aufwand zu erzielen. Es ist damit zu rechnen, dass der Betrieb der Solaranlage Schadenskosten, und Folgekosten durch unerwartet aufredende Risiken verursacht. Die daraus entstehenden Kosten müssen durch den Eigentümer der Solaranlage getragen werden und dürfen nicht der Allgemeinheit überwält werden. Es müssen deshalb vor der Bewilligung der Anlage entsprechende Garantien vorliegen.</i></p>
<p>Die finanziellen Mittel für einen allenfalls notwendigen Rückbau sind im Vertrag zu sichern (Versicherung, Rückstellungen auf einem Sperrkonto)</p>	<p><i>Die Lebensdauer der Solaranlagen ist wesentlich kürzer als jene der Lawinenverbauungen. Der Betrieb der Anlagen ist mit technischen und unternehmerischen Risiken behaftet. Es ist damit zu rechnen, dass während der Nutzungsphase der Lawinenverbauung die Solaranlage ersetzt oder abgebrochen werden muss. Die daraus entstehenden Kosten müssen durch den Eigentümer der Solaranlage getragen werden und dürfen nicht der Allgemeinheit überwält werden. Es müssen deshalb vor der Bewilligung der Anlage entsprechende Garantien vorliegen.</i></p>

Abschliessende Einschätzung und Empfehlung der EKLS

Die langjährigen Erfahrungen mit der Entwicklung und dem Bau von Lawinenverbauungen im alpinen Gelände haben die Expertenkommission Lawinen und Steinschlag - EKLS sensibel für mögliche und wahrscheinliche Schwierigkeiten bei der Montage von Solaranlagen an Lawinenverbauungen gemacht. Eine (evtl. nur in Extremsituationen) nicht abwendbare Beeinträchtigung der Funktionsweise von Lawinenverbauungen und damit eine Beeinträchtigung der Sicherheit von Personen und Sachwerten erachtet die Kommission als möglich. Die formulierten technischen und finanziellen Kriterien bzw. Vorgaben sollen diese Beeinträchtigung auf ein vertretbares Mass reduzieren.

Die EKLS empfiehlt, diese Kriterien und Vorgaben als Auflagen im Planungs- und Bewilligungsverfahren für Solaranlagen zu verwenden.

Weil es weder wissenschaftliche Studien noch Experimente dazu gibt und mangels konkreten Erfahrungen mit grossflächig realisierten Solaranlagen an Lawinenverbauungen, steht die Kommission der grossflächigen Bestückung von Lawinenverbauungen mit Solaranlagen kritisch gegenüber. Als Alternative wird empfohlen, vorerst Testanlagen, welche nur einen Teil des Verbauungsperimeters belegen, mit den oben erwähnten technischen und finanziellen Vorgaben und Kriterien zu erstellen. Diese Testanlagen sollten wissenschaftlich begleitet werden, um die Erfahrungen mit den Auswirkungen auswerten zu können.

Bau von Solaranlagen in Lawinenverbauungen

Ergänzung zum EKLS-Kurzbericht vom 6. September 2012 ¹

Einleitung

Die Expertenkommission Lawinen und Steinschlag (EKLS) gab 2012 eine Beurteilung und Empfehlung zur Montage von Solaranlagen auf Lawinenverbauungen heraus. Damals stand die Idee im Vordergrund, bestehende Stützwerke in einer Lawinenverbauung als Tragstruktur für Solarmodule zu verwenden. **Diese Empfehlungen der EKLS sind nach wie vor gültig.**

Im Rahmen der erleichterten Bewilligung von Photovoltaik-Grossanlagen im alpinen Raum entstand auch der Wunsch, nicht nur Solaranlagen auf sondern auch in Lawinenverbauungen, d.h. zwischen Stützwerkreihen, erstellen zu können. Projektideen sehen vor, zwischen Stützwerkreihen die Solaranlagen «aufgeständert» auf Stahlkonstruktionen (Variante 1; Abb. 1) oder auf Stützkonstruktionen an «Seilen befestigt» (Variante 2; Abb. 2) zu installieren. In der vorliegenden Ergänzung nimmt die EKLS zur Thematik Stellung. **Die EKLS empfiehlt, die im Folgenden genannten ergänzenden Kriterien und Vorgaben zusätzlich als Auflagen im Planungs- und Bewilligungsverfahren für Solaranlagen innerhalb von Lawinenverbauungen, die Siedlungen und Verkehrsträger schützen, zu verwenden.**

Problematik von Solaranlagen zwischen Stützwerkreihen

- Stützwerke werden in Anrissgebieten von Lawinen erstellt, die zwischen 30° und 50° steil sind. Die Schneedruckkräfte auf die Tragkonstruktionen von Solaranlagen zwischen bestehenden Werkreihen sind wegen der grossen Hangneigung bedeutend grösser als in Hanglagen, die flacher als 25° sind. Die Schneedruckkräfte werden durch die bestehenden Stützwerkreihen nur unwesentlich reduziert.
- Werden mehrere Reihen Solarmodule gemäss Variante 1 (Abb. 1) zwischen die Stützwerkreihen gebaut, ist damit zu rechnen, dass sich mehr Schnee ablagert und sich in der Verbauung grössere Schneehöhen ergeben. Dadurch kann die Wirkung der Stützwerke abnehmen, obwohl die Solarmodule eine unregelmässige Schneedecke und dadurch allenfalls eine Reduktion von grossflächigen Schwachschichten bewirken. Stahlschneebrücken oder Schneenetze weisen eine nicht geschlossene Stützfläche auf, um solche Schneeanstimmungen möglichst zu verhindern.
- Nach einem Schneefall bleibt Schnee auf den Solarmodulen liegen, der bei nachfolgender Erwärmung plötzlich abrutschen kann. Der abrutschende Schnee kann Lawinen auslösen, die die Stützwerke auffüllen und überfließen können. Je grösser die Fallhöhe (insb. Variante 2; Abb. 2) und das Volumen des abrutschenden Schnees ist, desto wahrscheinlicher ist die Auslösung einer Lawine. Solaranlagen zwischen Stützwerkreihen können die Funktionstüchtigkeit einer Verbauung reduzieren.
- Wenn immer möglich wird zwischen den Stützwerkreihen aufgeforstet, damit langfristig Wald die Schutzfunktion übernehmen kann. Solarmodule können das Aufkommen einer Aufforstung infolge Schattenwurfs oder mechanischer Beeinträchtigung der Jungpflanzen verunmöglichen.
- Stützverbauungen werden jährlich kontrolliert und falls erforderlich unterhalten. Dazu sind auch Helikoptertransporte erforderlich. Solaranlagen im Bereich der Stützwerkreihen können den Unterhalt erschweren. Die Deckung des Mehraufwands am Unterhalt muss zwischen der Bauherrschaft der PV-Anlage und dem Eigentümer der Lawinenverbauung geregelt werden.

¹ EKLS 2012. Montage von Solaranlagen auf Lawinenverbauungen. Beurteilung und Empfehlung der Expertenkommission für Lawinen und Steinschlag – EKLS. Kurzbericht vom 6. September 2012. 10 S.

Technische Vorgaben und Kriterien zum Bau von Solaranlagen zwischen Stützwerkreihen
(siehe auch Abb. 1 und 2)

Kriterien für Solaranlagen zwischen Stützwerkreihen	Begründung
1. Die Werkhöhe H_K der bestehenden Stützwerke hat mindestens der 1.2-fachen für den Werkstandort zu erwartenden extremen Schneehöhe H_{ext} (Wiederkehrperiode 100 Jahre) zu entsprechen.	<i>Aufgeständerte Solaranlagen führen zu zusätzlichen Triebsschneeansammlungen zwischen den Werkreihen. Von den Solarmodulen abrutschender Schnee wird von den Stützwerken gestoppt. Dadurch wird die Wirkungshöhe der Stützwerke reduziert.</i>
2. Die zusammenhängende Breite von Solarmodulen ist auf 6 m zu beschränken, wenn der Anstellwinkel der Module nicht verstellbar ist (z.B. vertikale Position während Schneefall, um Schneeansammlungen auf den Modulen zu minimieren). Zwischen den Solarmodulen ist ein freier Zwischenraum von mindestens 2 m vorzusehen.	<i>Ein gleichzeitiges Abrutschen von angesammeltem Schnee von den Solarmodulen kann eine Lawine auslösen. Die Begrenzung der Modullänge auf 6 m oder die vertikale Position während des Schneefalls schränkt das gleichzeitig abrutschende Schneevolumen ein. Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit für eine Lawinenauslösung reduziert.</i>
3. Bestehen zwischen den Stützwerkreihen Aufforstungen oder sind solche geplant, können zwischen den Stützwerkreihen keine Solaranlagen gebaut werden.	<i>Durch die Beschattung und die mechanische Beeinträchtigung der Jungpflanzen wird das Aufkommen von Aufforstungen verunmöglicht.</i>
4. Entlang der Werkreihen ist ein 15 m breiter Freiraum (vom oberen Ende des Stützrostes 5 m in Talrichtung und 10 m in Bergrichtung) ohne Solaranlagen vorzusehen (Abb. 1 und 2).	<i>Der jährliche Unterhalt und der allfällige Ersatz von Stützwerken sowie deren Verankerungen darf durch die Solaranlagen nicht verhindert werden (z.B. Ein- und Ausfliegen von Stützwerken oder Ersetzen von gebohrten Ankern).</i>
5. Falls sich unterhalb der untersten Werkreihe einer Verbauung unverbaute Lawinenanrissgebiete befinden, dürfen dort nur Solaranlagen gebaut werden, wenn der Anstellwinkel der Module verstellbar ist (z.B. vertikale Position während Schneefall, um Schneeansammlungen auf den Modulen zu minimieren).	<i>Das plötzliche Abrutschen des Schnees von einem Solarmodul kann durch den Aufprall auf die Schneedecke zur Auslösung einer Lawine führen. Da unterhalb der Verbauung keine Stützwerke mehr bestehen, wird die Lawine nicht gestoppt.</i>

6. Grab- und Bohrarbeiten entlang von bestehenden Verankerungen und Fundamenten von Stützwerken sind nicht erlaubt (Mindestabstand: 3 m + Grabtiefe).	<i>Wird parallel z.B. zu einem Zuganker ein Graben ausgehoben, muss mit einer Reduktion der Tragfähigkeit des Ankers gerechnet werden.</i>
7. Grabarbeiten in der Lawinenverbauung sind fachgerecht auszuführen.	<i>Stützwerke stehen in Steilhängen, die sich meistens in einem labilen Gleichgewichtszustand befinden. Bodenerosion und Geländeinstabilitäten können bereits durch kleine Grabarbeiten verursacht werden.</i>

10. Januar 2024,

Expertenkommission Lawinen und Steinschlag (EKLS)

Variante 1: «aufgeständerte» Solaranlagen zwischen Stützwerkreihen

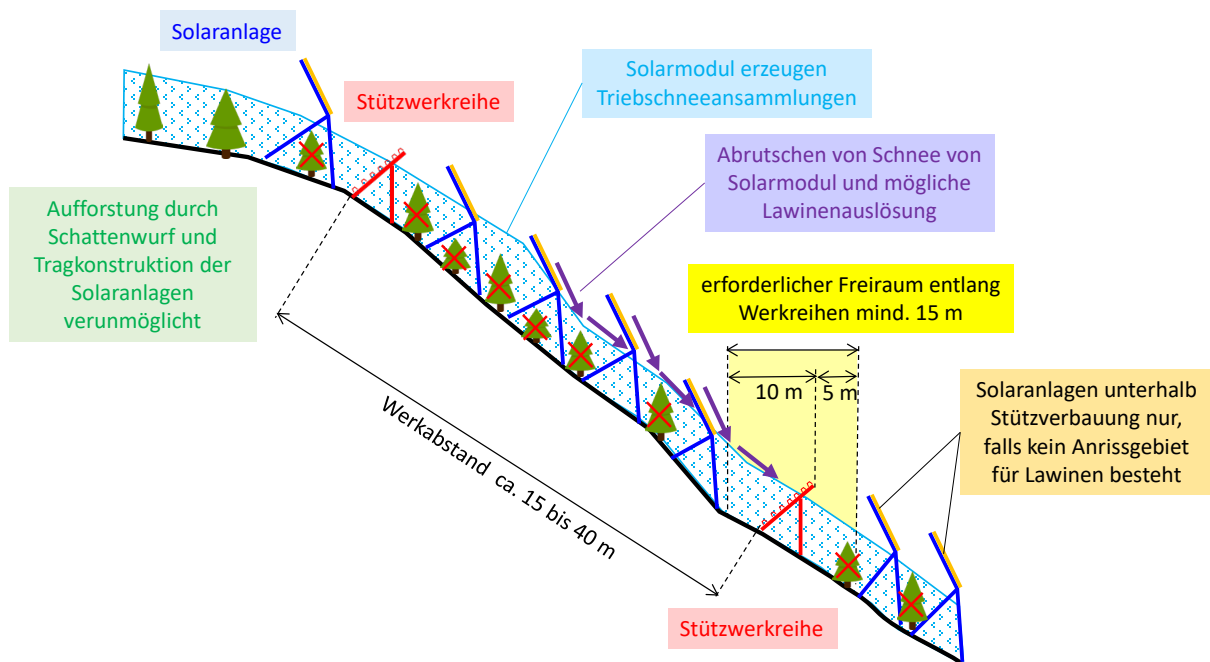


Abb. 1: «Aufgeständerte» Solaranlagen zwischen Reihen von Stützwerken.

Variante 2: Solarmodule an «Seilen befestigt» zwischen Stützwerkreihen

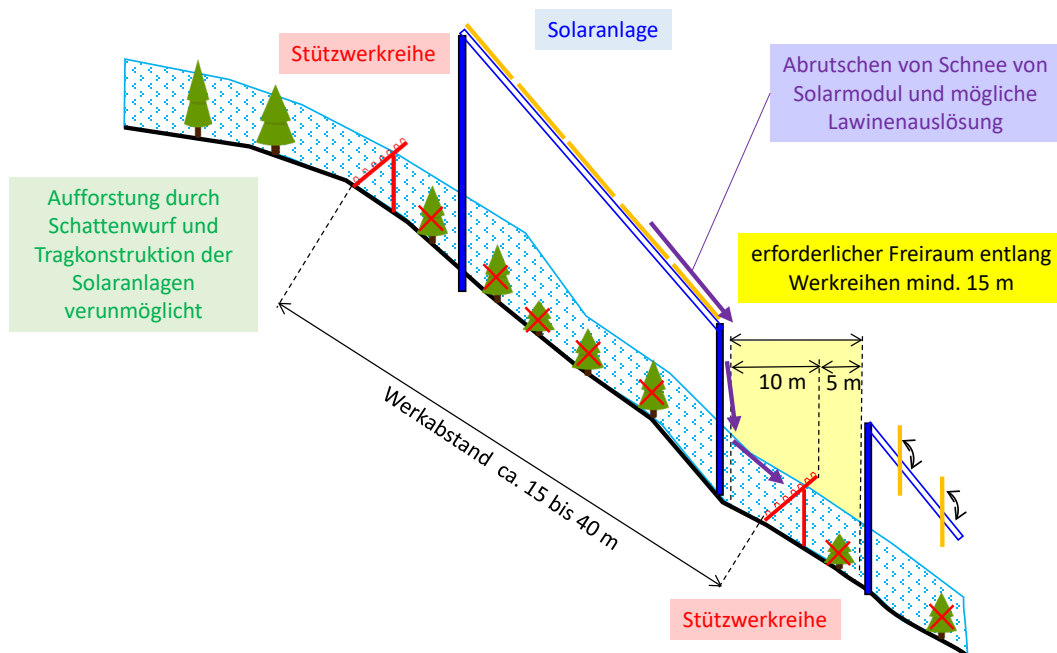


Abb. 2: Solarmodule, die an Seilen befestigt sind. Die Solaranlagen befinden sich zwischen Reihen von Stützwerken.