

Beschneigung optimieren

Wilfried Däuber



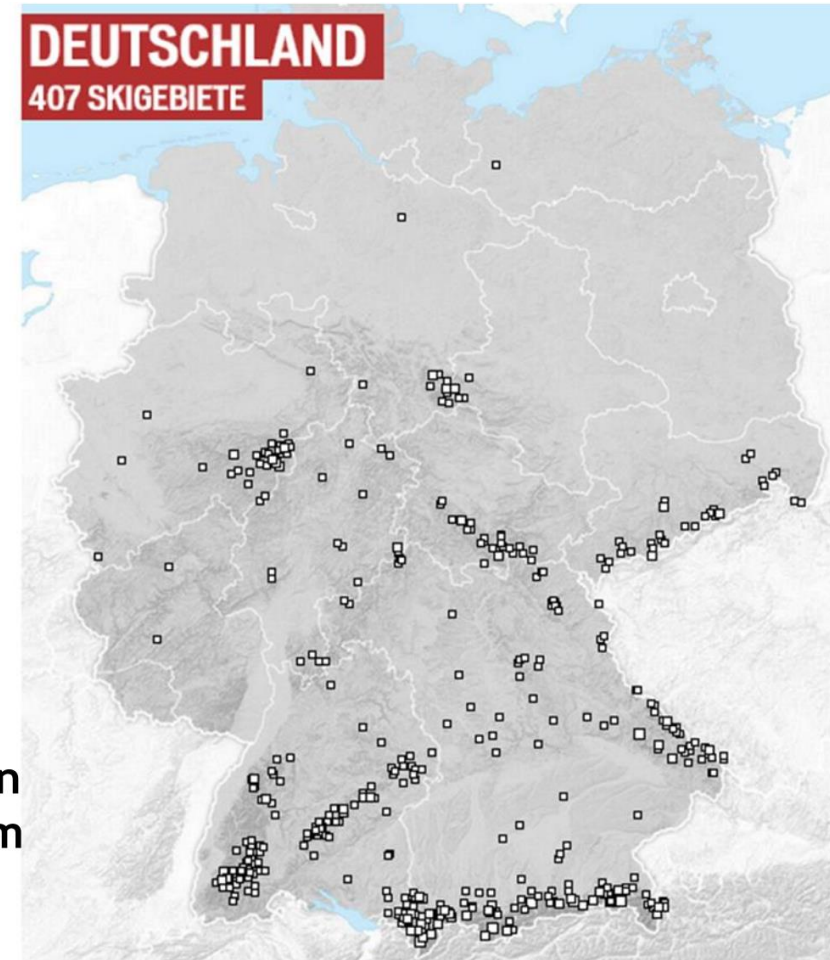
**Verband
Deutscher
Seilbahnen**

Skigebiete mit Beschneigung AUT - SUI - GER

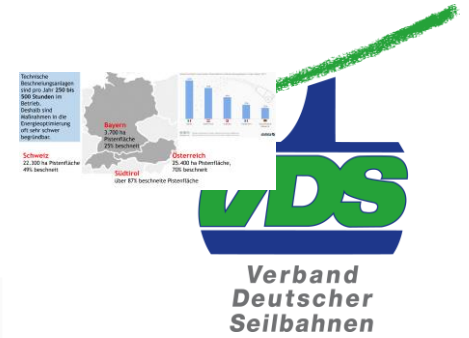


**SKIGEBIETE
DACH
1.058**

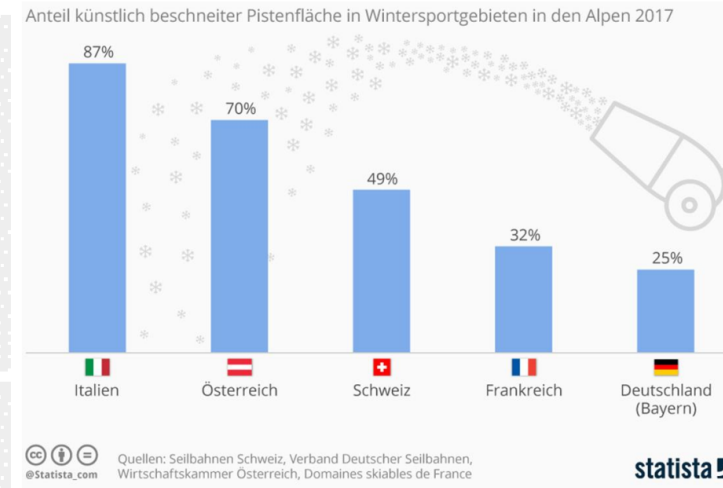
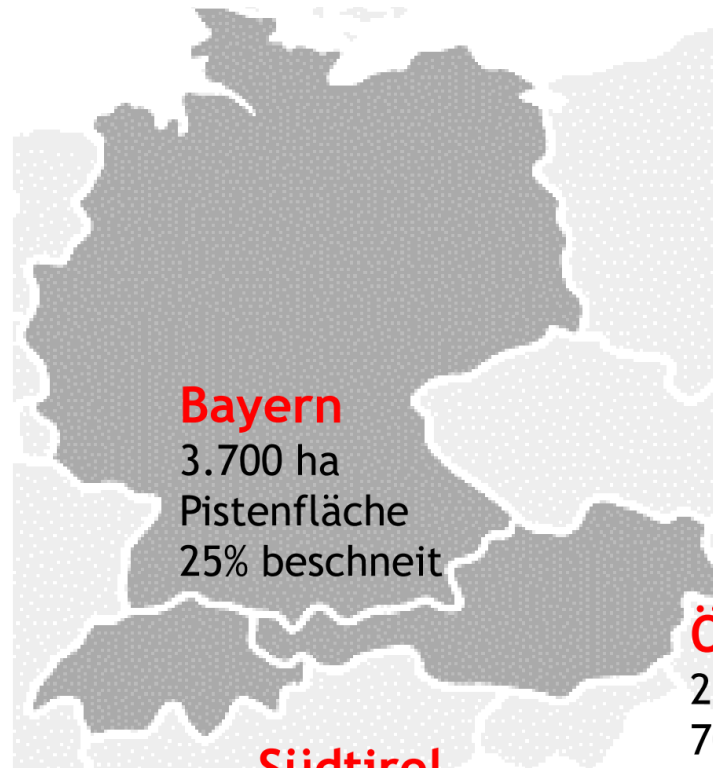
Skisport findet in
den Alpen zwischen
500 m und 3.800 m
statt.



Beschneite Pistenflächen AUT – GER – SUI – ITA (Südtirol)



Technische Beschneiungsanlagen sind pro Jahr **250 bis 500 Stunden** im Betrieb. Deshalb sind Maßnahmen in die Energieoptimierung oft sehr schwer begründbar.



Schweiz

22.300 ha Pistenfläche
49% beschneit

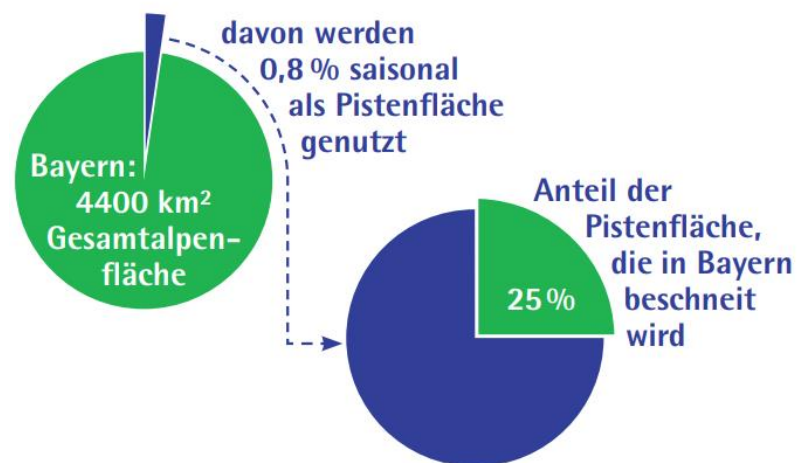
Österreich

25.400 ha Pistenfläche,
70% beschneit

Südtirol

über 87% beschneite Pistenfläche

Beschneite Pistenflächen Bayern

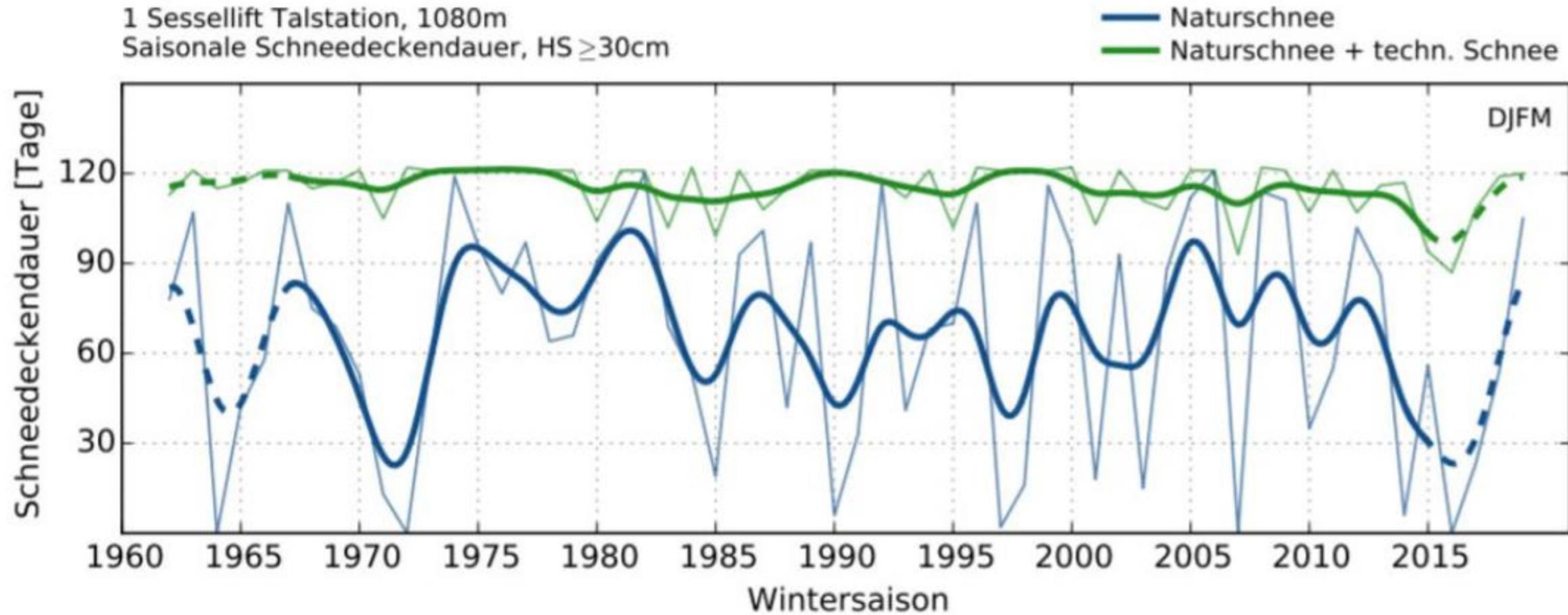


0,8 Prozent der Gesamtfläche des bayerischen Alpenraums werden saisonal als Skigebiet genutzt. Davon beträgt in Bayern der Anteil der beschneiten Pistenfläche zurzeit 25 Prozent.

Warum Beschneigung?

- **Schneesicherheit** in den Skigebieten stärken den Wintertourismus und sind zum überlebenswichtigen Faktor geworden.
- In den letzten Jahren sind die Skigebiete auf Beschneiungsanlagen angewiesen um die **natürliche Schneedecke zu ergänzen**.
- Maschinell beschneite Pistenflächen **schützen die Flora** bei der Benutzung der Pisten.
- Durch die Absicherung der Wintersaison entsteht in den einzelnen Skigebieten **regionale Wertschöpfung** (in Bayern ca. 4 € pro 1 € Umsatz bei der Bahn)

Klimatische Situation

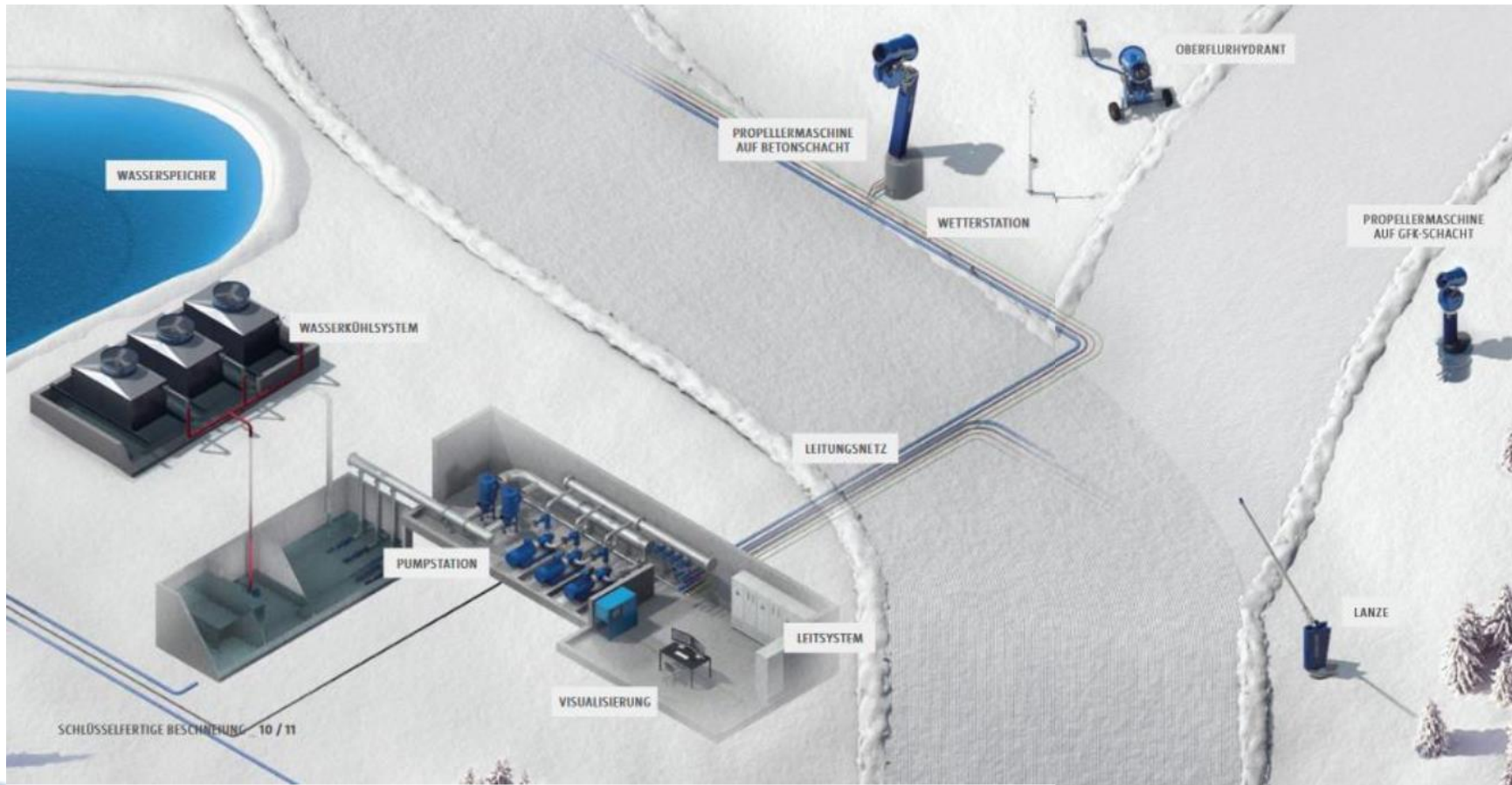


Welche Faktoren beeinflussen die maschinelle Schneeproduktion

- Schneenachfrage
- Umgebungsbedingungen
(Temperatur, Luftfeuchtigkeit,
Windgeschwindigkeit, ...)
- Infrastruktur der Skigebiete
(Anzahl und Effizienz der
Schneeerzeuger, ...)
- Verfügbarkeit von Ressourcen
(Wasser, Pumpleistung, ...)



Schneemanagement



Eine **wirtschaftliche Beschneigung** ist nur dann möglich, wenn **alle Komponenten** einer Anlage **intelligent miteinander Kommunizieren**.

Schneeerzeuger (Popellermaschinen, Lanzen), Pump- und Kompressorstationen, Zapfstellen, Wetterstationen, Feldleitungen und Kühlsysteme **gesteuert über eine zentrale Plattform** via Computer, Smartphone und Tablet tragen **zur Effizienzsteigerung** der Beschneiungsanlage bei.

Die **Schneehöhenmessung** zeigt Punktgenau an, wieviel Schnee sich in den einzelnen Pistenabschnitten befindet. Auf dieser Basis lässt sich die **noch benötigte** Schneemenge präzise ermitteln.

Ressource Wasser

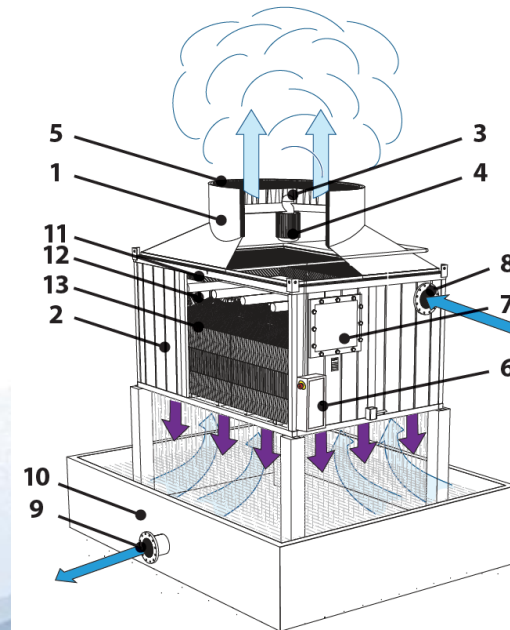
In der ganzheitlichen Betrachtungsweise spielt die zur Verfügung stehende **Wassermenge** eine wesentliche Rolle. Die Abstimmung Pumpenleistung und Wasservolumen ist ausschlaggebend.

Ein weiterer Punkt ist die **Wassertemperatur**. Für eine effiziente Beschneigung sollte Wassertemperatur am **Ausgang der Kühlanlage ca. $+1,5^{\circ}$** nicht überschreiten.

Erfahrungsgemäß erhöht sich die Temperatur in der Pumpstation um ca. 1° bei optimaler Leitungsverlegung.

Die **Ausgangstemperatur an der Pumpstation** sollte bei **ca. $2,5^{\circ}$** liegen.

Beschneigungslagen verbrauchen kein Wasser sondern das Wasser wird nur genutzt und geht wieder in den Regelkreislauf
www.seilbahnen.de



- 1 Diffusor (Ventilatorbereich)
- 2 Kühlturmkörper
- 3 Ventilator
- 4 Motor Ventilator
- 5 Schutzgitter
- 6 Schaltschrank
- 7 Inspektionstür
- 8 Flansch für Wassereingang
- 9 Flansch für Wasserausgang
- 10 Wanne
- 11 Tropfenauffangpaneele
- 12 Rohr für Wasserverteiler mit Düsen
- 13 Wabenpaneele

Ressource Luft (zentrale Luftversorgung)

derzeitiger Standard:

Ausgang Kompressor nach der Verdichterstufe ca. 60°

Ausgang nach der Druckluftnachkühlung **ca. 10°**.

Tiefere Ausgangstemperaturen mit vertretbarem Aufwand sind nicht Standard.

Kompressor auf **Quadro Regelung** (Hersteller abhängig) stellen.

Der Motor läuft nicht im Leerlauf sondern schaltet direkt ab.

Solldruck kontrollieren, 7bar (aktuell meist 8 bar)

pro Bar - 7% Energieeinsparung

Huckepackkompressoren

Die Lufttemperatur bei Huckepackkompressoren auf mobilen Schneeerzeugern liegt bei **ca. 10 bis 12°** je nach Außentemperatur.

Teichbelüftung

Laufzeitenkontrolle; Erst einschalten wenn es **effektiv kalt** ist und den Betriebsmodus kontrollieren.



Pumpstationen / Pumpen

Durch das Wassermanagement sind die **Pumpen** in der Größe und Anzahl in der Form auszulegen, dass die Pumpen so weit wie mögliche im **optimalen Wirkungsbereich** arbeiten.

Die **Wartung der Pumpen** spielt für der Energieeffizienz eine wesentliche Rolle



Sauggehäuse mit Ablagerungen



Laufblad mit Blasenbildung,
Grauguss fängt zum
„blühen“ an

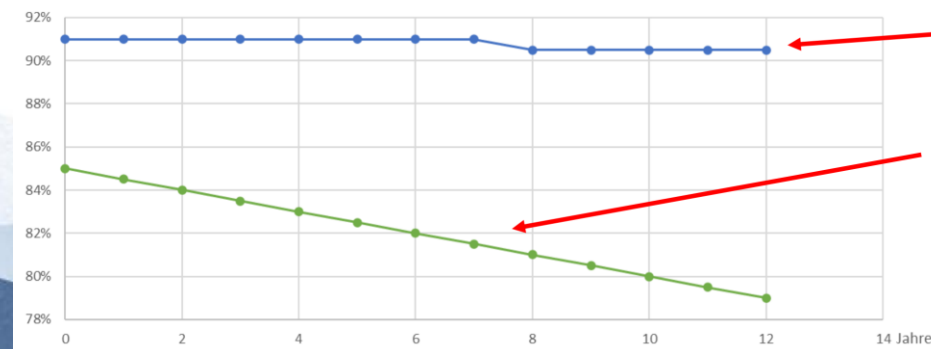


Laufblad nach dem
Sandstrahlen



Laufblätter beschichtet
und überdreht zur
Spaltmaß Korrektur

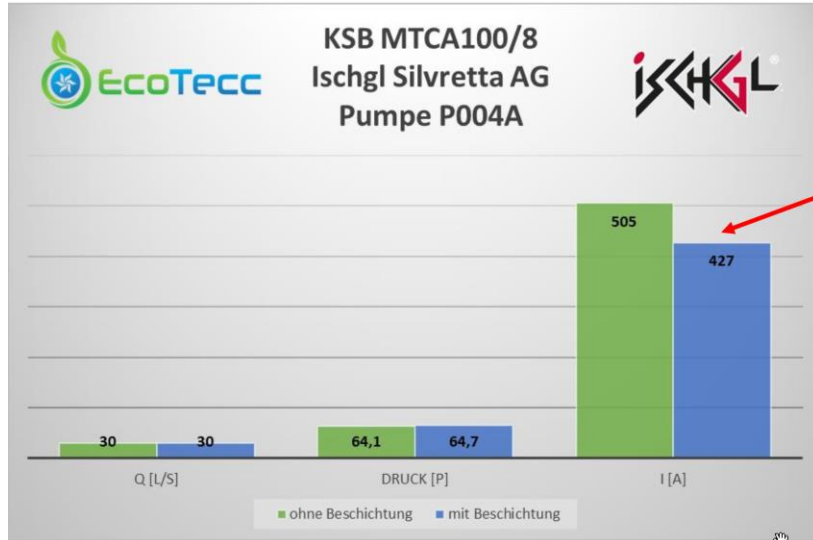
Durchschnittlicher Wirkungsgradverlust nach Betriebsjahren bei HD-Pumpen



mit Optimierung

ohne Optimierung ca. 0,5%
Wirkungsgradverlust/Jahr
Betrieb

Wertevergleich ohne/mit Beschichtung Ischgl

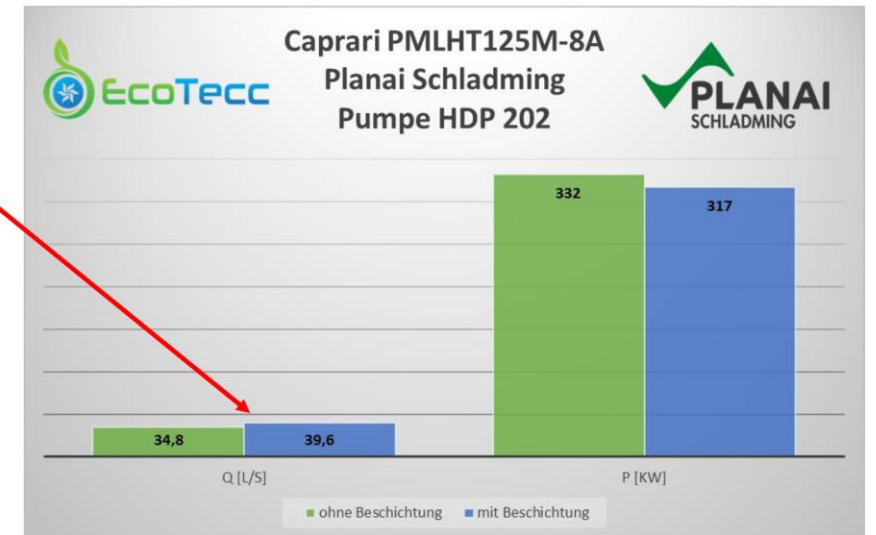


Deutlich verminderte Stromaufnahme

14% Energieeinsparung

Deutliche Erhöhung des Durchflusses - bei weniger Leistungsbedarf!!

16% Energieeinsparung



Schneeerzeuger

Der **richtige Schneeerzeuger** am **richtigen Ort**.

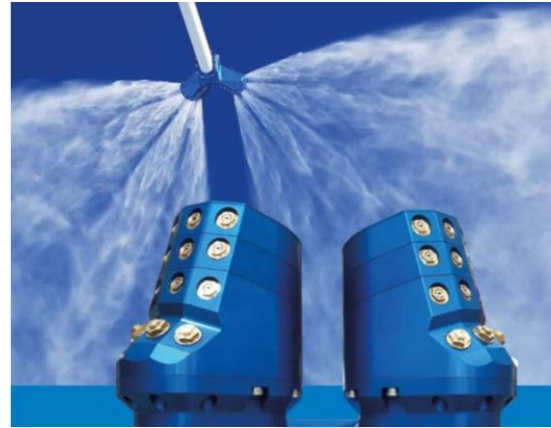
Ausschlaggebend sind:

- Pistenbreite
- Exposition
- Windsituation
- Erforderliche Schneemenge

Durch die ständige Verbesserung und Weiterentwicklung der Schneeerzeuger (Propeller und Lanzen) können durch den **Tausch der Schneeerzeuger bzw. durch den Tauch einiger Komponenten der Schneeerzeuger Leistungssteigerungen bzw. Energieeinsparungen bis zu 30%** erreicht werden.

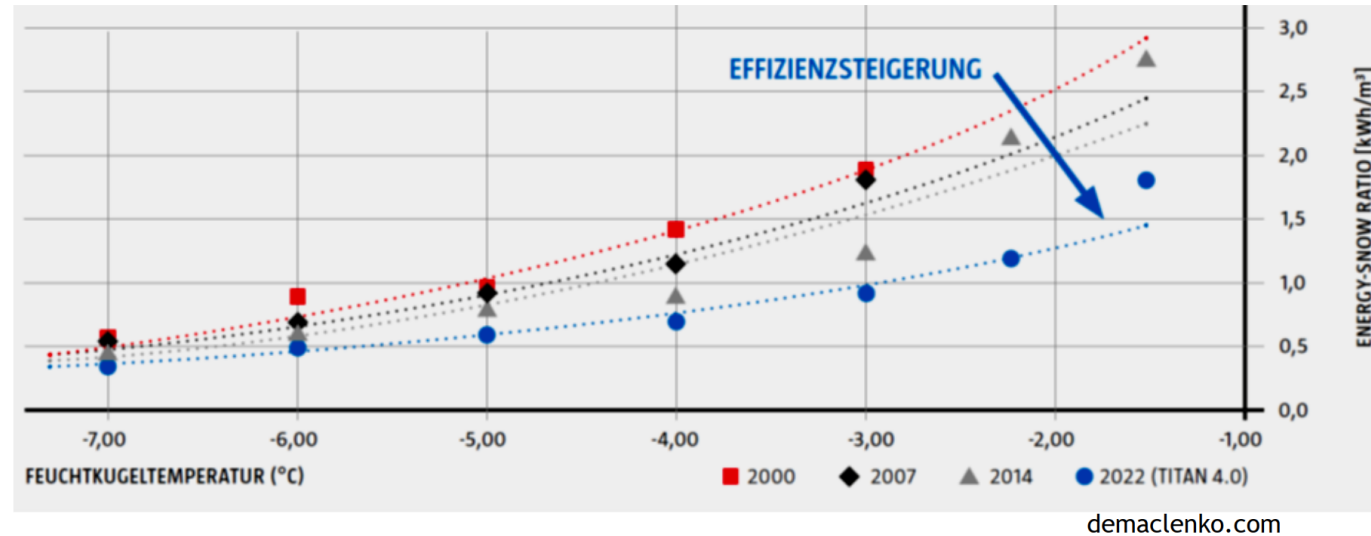
Wichtig ist auch die Positionierung des geeigneten Typus am richtigen Ort.

z.B. verlieren Lanzen an exponierten Stellen bis zu 80 % des produzierten Schnees. An geschützten Stellen kann man hingegen Schnee mit sehr niedrigen Kosten produzieren.



Schneeerzeuger

- Neueste Beschneiungsgeräte produzieren mit derselben Menge Energie heute 30% mehr Schnee als noch vor 15 Jahren.
- Dabei ist nicht nur die Energieeffizienz des Gerätes selbst von Bedeutung, sondern vielmehr der Miteinbezug aller Komponenten der Beschneiungsanlage (Anlagenplanung, Bau von Pumpstationen, ...).



Propellermaschine bei - 4° Feuchtkugeltemperatur von 1,45 kWh/m³, ist heute der Wert auf 0,7 kWh/m³ reduziert worden.

Die Energieeffizienz um 100% gesteigert.

Bei den **Lanzen** wurde sogar dreimal so viel eingespart wie vor 15 Jahren, was eine **Effizienzsteigerung von 200% bedeutet.**

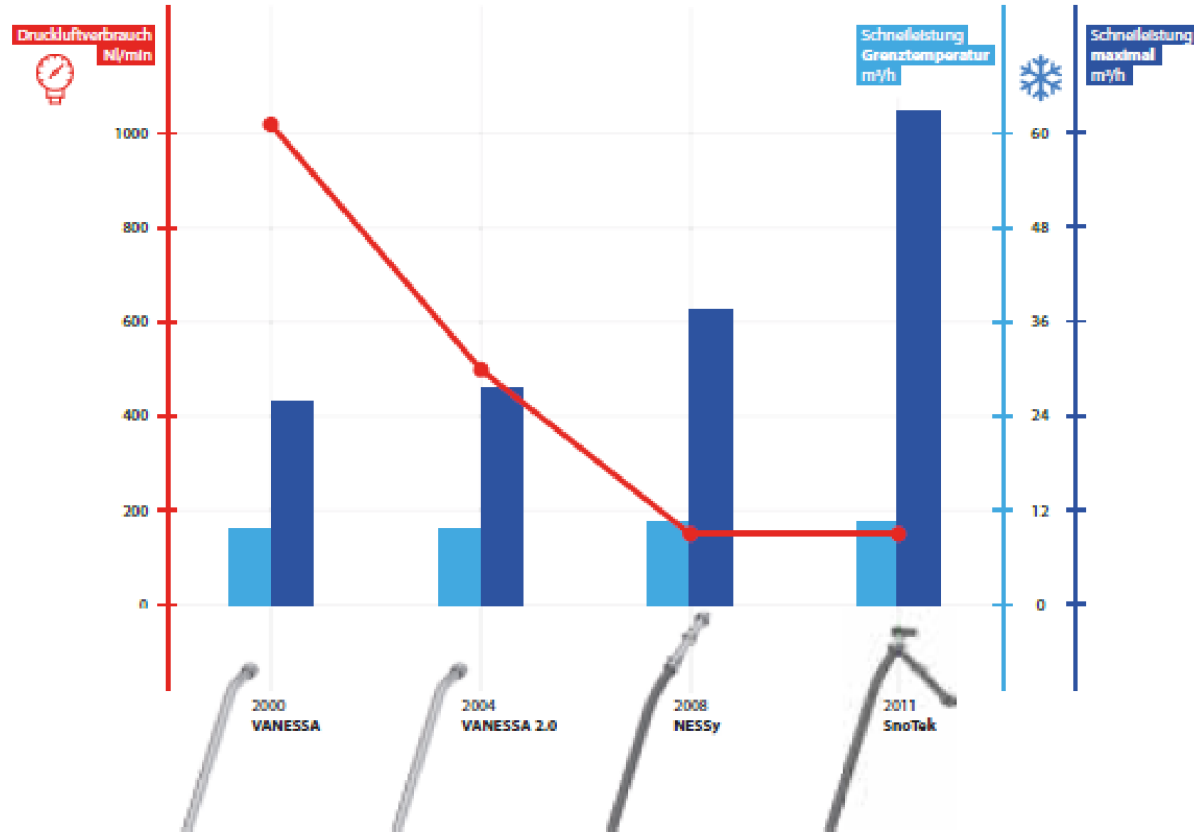
Steigerung der Effizienz - Propellermaschinen

- **Effizienzsteigerung** der Schneeproduktion TR10 (2019) gegenüber T60 (2007).
- Durch die **Optimierung der Turbine** und die potenzierte Druckluftkühlung im Wasserkreislauf, wurde die **Schneileistung** der TR10, im Vergleich zur T60, **um mehr als 15% gesteigert** - bei gleichem Stromverbrauch.



Diese Effizienzsteigerungen wurden z. B. unter anderem durch Modernisierung im Bereich der **Turbine und des Windflügels**, der **Düsenventiltechnik** und durch neuartige **Wasserfilter und Druckluftkühler** erreicht.

Steigerung der Effizienz - Lanzen



Im **Grenztemperaturbereich** wurden die Lanzen ebenfalls weiterentwickelt. Die Lanze SnoTek TRIDUSA produziert im **Grenztemperaturbereich bis zu 21m³** Schnee pro Stunde.

Die Leistungsaufnahme am Beispiel der Lanze EOS liegt je nach Ausführung bei **0,25 bis 1,8 kW** bei einem Wasserdurchsatz von 7 l/s und einer Produktionsmenge bis zu 61 m³/h.

Ölfrei betriebene Kompressoren haben eine Leistungsaufnahme von **1,5 kW**.

Schneemanagement mit Vollautomatik

Eine wirtschaftliche Beschneieung ist nur dann möglich, wenn alle Komponenten einer Anlage intelligent miteinander Kommunizieren.



Wesentliche Anlagenteile eines **Leitsystems** sind:

Individuelle Systemübersicht mit entsprechender Konfiguration

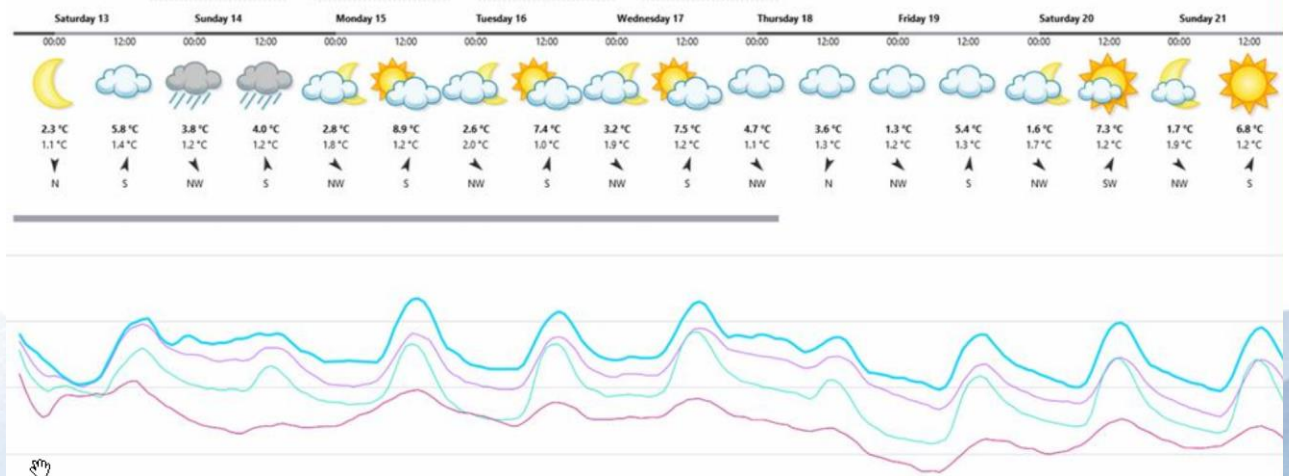
Benachrichtigung auf Handy / Mobile App

Wetterbericht – Beschneigungsplanung

Wie sind die Temperaturen (kältere Schneifenster Nutzen)?

Wie werden sich die Temperaturen entwickeln

Wie ist die Situation auf unterschiedlichen Höhen



Vergleich Effizienz/Kosten/Energiebedarf



Propelleranlage

Feuchtkugel- temperatur	Propeller (Ø) [l/s]	elektr. Leist. [kW]	aliq. Pump. Leist [kW]	prod. Schnee [m³/h]	prod. Schnee pro 24h [m³]	KWh/m³ Schnee	Anteil Energieaufwand Pumpstation [%]
-2,0	1,95	21,50	12,30	17,55	421,20	1,93	36%
-4,0	2,80	21,50	17,66	25,20	604,80	1,55	45%
-6,0	3,85	21,50	24,28	34,65	831,60	1,32	53%
-8,0	4,90	21,50	30,90	44,10	1058,40	1,19	59%
-10,0	5,95	21,50	37,52	53,55	1285,20	1,10	64%

Lanzenanlage

Feuchtkugel- temperatur §7	Lanze regelb. (Ø) [l/s]	elektr. Leist. [kW]	aliq. Pump.leist [kW]	prod. Schnee [m³/h]	prod. Schnee pro 24h [m³]	KWh/m³ Schnee	Anteil Energieaufwand Pumpstation [%]	zeitlicher Mehraufwand Pistenpräparierung pro 24h (h)	equiv. Mehraufw. Pistenpräparierung [kW]
-2,0	0,50	4,00	3,15	4,50	108,00	1,59	44%	0,50	4,49
-4,0	1,29	4,00	8,14	11,61	278,64	1,05	67%	0,66	5,93
-6,0	1,48	4,00	9,33	13,32	319,68	1,00	70%	0,70	6,28
-8,0	2,17	4,00	13,68	19,53	468,72	0,91	77%	0,84	7,54
-10,0	2,96	4,00	18,67	26,64	639,36	0,85	82%	1,00	8,98

Energieverbrauch



Eine mittlere Beschneiungsanlage, mit der eine Fläche von **20 Hektar** beschneit werden kann, benötigt im Jahr durchschnittlich **250.000 kWh**.

Der Energieverbrauch aller deutschen maschinell beschneiten Skigebiete liegt bei 0,425% vom Energieverlust aus Stand-by-Betrieb deutscher Elektronikgeräte.

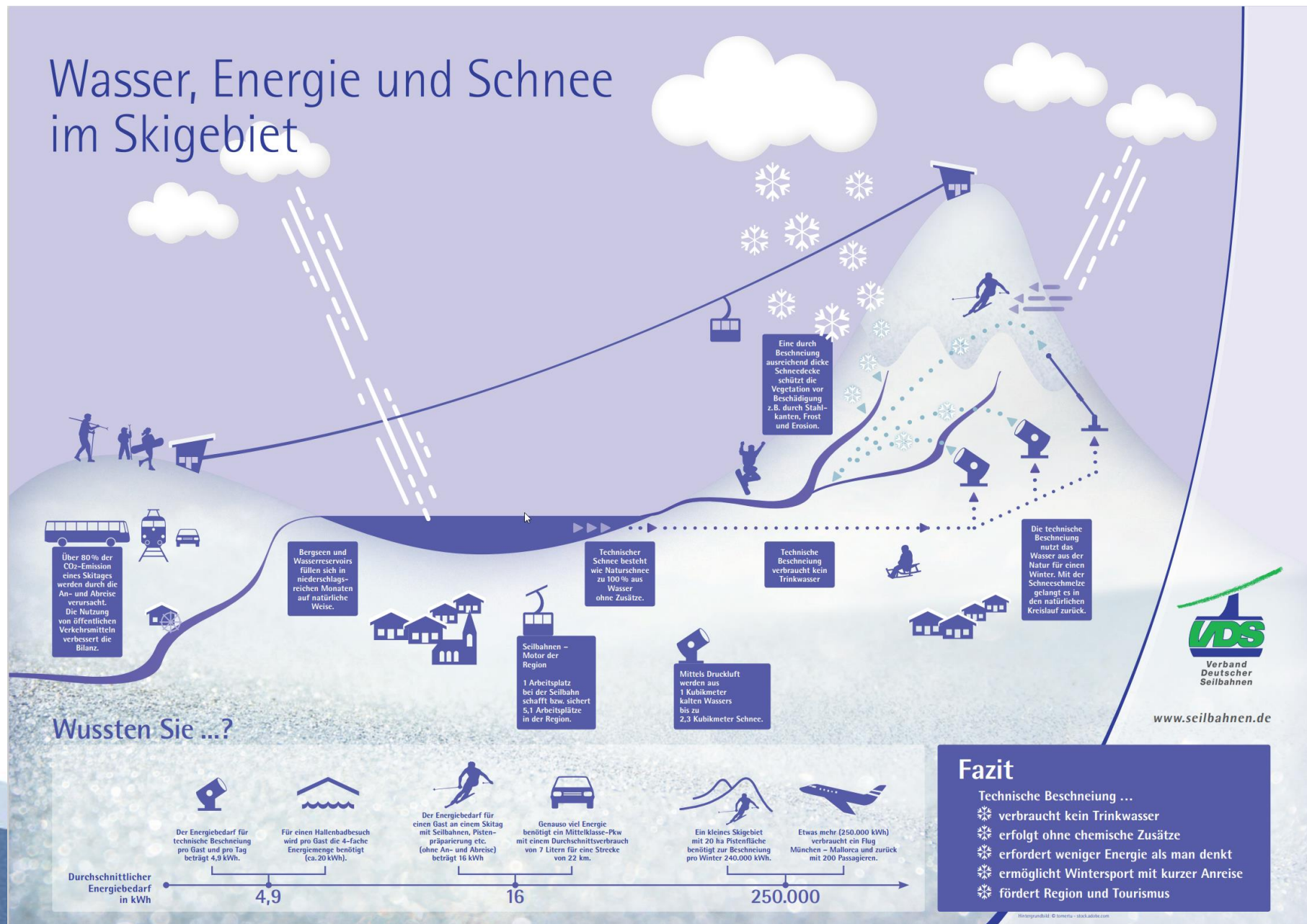
Durchschnittswerte in Abhängigkeit von Beschneiungssystem, klimatischen Bedingungen und Standort:

1 m ³ technischer Schnee	> 1,5 bis 9 kWh
1 ha Pistenfläche (30 cm Schneehöhe)	> 5.000 – 25.000 kWh

1 m ³ technischer Schnee	> 0,2 – 05 m ³ Wasser
1 ha Pistenfläche (30 cm Schneehöhe)	> 600 – 1.500 m ³ Wasser

Wasser, Energie und Schnee im Skigebiet

Energieverbrauch



Energieverbrauch



Energiemanagement

Auf Grund der **extrem angestiegenen Energiekosten**, als Folge des Ukrainekrieges, wird es für die Skigebiete immer wichtiger Energiemanagement zu betreiben.

Was bedeutet das für ein Skigebiet ?

In **energieintensiven Zeiten** tages- und nachtaktuell über den Strompreis / Marktgebietszuschläge informiert zu sein.

Skigebiete ohne Stromverträge (Einkauf Spotmarkt) müssen mit einem Vorlauf (24 Stunden je nach Anbieter) wissen, wieviel **Strom sie zu welcher Zeit** benötigen. Für den bestellten Strom sind die Preise festgeschrieben. Bei Überschreitung der angeforderten Menge erhöhen sich die Preise.



Energiemanagement - Automatisierung der Trafostation



Schneeanlagen mit **hohen Leitungsanschlüssen arbeiten ca. 250 bis 500 h/a.**

Die Trafos laufen die ganze Wintersaison und teilweise die Sommersaison durch.

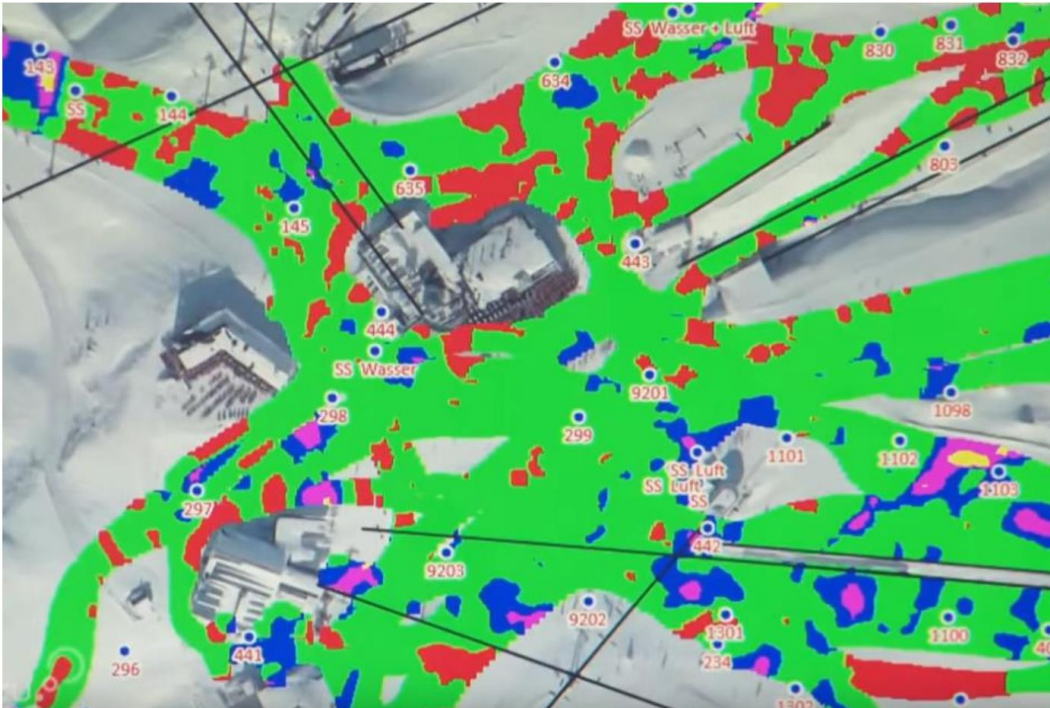
Durch das Wegschalten von einzelnen Trafos oder der kpl. Trafostation in den Sommermonaten kann **Energie eingespart** werden.

Beispiel:

- 2 x 1.600 kVA Trafos parallel
- 1 Trafo hat ca. 2,2 kW Leerlaufleistung
- In der Saison werden 2 Trafos max. 500 Stunden gebraucht
- man spart ca. 8.400 kW/h wenn die restlichen 3820 h nur 1 Trafo läuft.

Schneehöhenmessung

Große Potentiale stecken im Schneemanagement.



Liefert dem Fahrer Echtzeitdaten über die Schneehöhe bis zu 50 m vor und neben dem Fahrzeug.

Schneehöhenmessung



- Durch eine digitale Schneehöhenmessung mittels GPS in den Pistengeräten wird Schnee dort erzeugen, wo er gebraucht wird.
- Somit verbraucht man weniger Wasser und reduziert für die Präparierung notwendige Pistenmaschinenstunden.
- Für die Präparierung an sich benötigt man weniger Schnee, darüber hinaus können Flurschäden durch die exakte Schneetiefeninformation vermieden werden.

Nur so viel Schnee produzieren, wie man braucht.

Handlungsfelder des Energiemanagements



Handlungsfelder des Energiemanagements

Schneeproduktion

Durch **optimierte Instandhaltung und Wartung der Beschneigungsgeräte** kann man das Verhältnis zwischen Schneemenge und Energieverbrauch optimieren.

Lastmanagement

Dank einem **Lastmanagement** können - speziell in der Vorsaison - **Leistungsspitzen** vermieden werden.

Schneehöhen- messung

Die Schneehöhenmessung hilft dabei, effektive **Produktionskosten zu reduzieren**, da der Wasserbedarf für die Schneeproduktion gesenkt wird.
Nur so viel Schnee produzieren, wie man braucht.

Stützung auf verlässliche Wettervorhersagen

Unter Berücksichtigung **präziser Prognosen** ist es möglich, die effektiv benötigte Schneemenge auch zum idealen Zeitpunkt zu produzieren. Die **punktgenauen Vorhersagen** ermöglichen ebenso eine **bessere Planung der Betriebszeiten** und der **Mitarbeiter**.

Pistenfahrzeug- fahrer

Diese haben **indirekt Einfluss auf die techn. Beschneigung** und den optimalen Energieeinsatz. Da die Verarbeitung von techn. Schnee Kenntnisse bezüglich Ruhezeiten, Zeit Sinterungsprozess, Umgang mit feuchtem Schnee usw. erfordert, werden die **Pistenfahrzeugfahrer** entsprechend **geschult**.

Daten und Fakten wurden von Wilhelm Mareiler und Christian Felber mit Unterstützung der Firmen/Verbände

- Techno Alpin Austria GmbH
- EcoTecc Pumpentschnik GmbH
- Bächler Toptrack AG
- DemacLenko
- Kässbohrer Transporttechnik GmbH
- ZAMG
- WKÖ
- VDS

zur Verfügung gestellt.



Danke für Ihre
Aufmerksamkeit

