Kompression von Schlafsack-Isolationen

Daune (850–900 cuin), Climashield Apex, PrimaLoft Gold und weitere Kunstfasern · Erholzeit, Langzeitverlust, Komprimierbarkeit, Rechenbeispiel 0 °C-Schlafsack · Praxiswerte bei Wetter · Jacken · Stand 30.10.2026 (ergänzte Fassung)

Kennzeichnung in diesem Dokument
Messung unabhängige Messung, Studie oder Norm · Hersteller Hersteller- oder Händlerangabe, nicht unabhängig geprüft · Erfahrung Forenberichte, Einzelbeobachtungen · Schätzung meine Ableitung aus den Belegen (Rechenweg steht dabei)
„Wärme“ meint Wärmedämmung (Isolationswert), nicht Gefühl. Prozentangaben „Restwärme“ beziehen sich auf den Neuzustand.

1 · Kurzfazit

- **Daune nimmt Kompression kaum dauerhaft übel, braucht aber Zeit.** Der Großteil des Bauschs kommt in Minuten zurück, die letzten Prozent brauchen Stunden bis Tage. Nach 1–2 Wochen starker Kompression rechne ich nach 1 Stunde mit ca. 75–90 %, voll erst nach 2–3 Tagen oder kurzem Trockner. Schätzung gestützt auf Labor- und Normdaten (Abschnitt 2).
- **Kunstfasern springen schneller zurück, verlieren aber mit jedem Zyklus etwas bleibend** – vor allem in den ersten 10–30 Zyklen. Dieser Verlust lässt sich nicht zurückholen. Messung (kleine Testreihe)
- **Langzeit in deinem Szenario (2 Jahre, gepflegt, trocken gemessen, Daune bei Bedarf gewaschen):** Daune ca. 93–100 %, PrimaLoft Gold ca. 75–92 %, Apex ca. 65–88 % der Neuwärme. Schätzung
- **Komprimierbarkeit:** Daune ca. 30–50 : 1 (gebauscht → maximal), Apex und Gold ca. 9–15 : 1. Gold lässt sich mit weniger Kraft kleiner packen als Apex. Schätzung aus Hersteller- und Erfahrungsdaten
- **0 °C-Schlafsack:** Daune ≈ 0,8 kg · gebauscht ≈ 200 L · Packsack 7–13 L · maximal 5–7 L. Apex ≈ 1,0 kg · ≈ 110 L · 15–22 L · 8–11 L. Gold ≈ 1,0 kg · ≈ 85 L · 12–17 L · 6–8,5 L. Schätzung (Abschnitt 6)
- **Größte Unsicherheit:** Für Apex und Gold gibt es praktisch nur eine kleine, nicht begutachtete Messreihe (Backpacking Light). Sie widerspricht der verbreiteten Annahme, Endlosfaser (Apex) sei kompressionsfester; Erfahrungsberichte zeigen in beide Richtungen.

Nachtrag: Praxis bei Wetter – Kunstfaser bei Bedarf gewaschen, Daune 2 Jahre ungewaschen, Nächte bei 0–10 °C mit hoher Luftfeuchte (Abschnitt 4 und 7)

- **Der Haltbarkeitsvorsprung der Daune schrumpft weitgehend.** Schlafsack nach 2 Jahren, unterwegs nach einigen feuchten Nächten: Daune ca. 70–85 %, PrimaLoft Gold ca. 70–88 %, Apex ca. 62–86 % der Neuwärme. Das liegt innerhalb der Unsicherheit gleichauf. Schätzung
- **Warum:** Daune nimmt Luftfeuchte und Schweiß auf und verliert dabei Bausch; schon bei 50 % Luftfeuchte maß hochwertige Daune 8–20 % weniger Bauschkraft als trocken. Hautfett verklebt die Flocken. Polyester nimmt kaum Wasser auf; Waschen schadet Apex fast nicht, Gold leicht. Messung/ Erfahrung
- **Unterschied bleibt:** Der Daunenverlust ist großteils rückholbar (trocknen, waschen), der Kunstfaserverlust nicht. Gewicht und Packmaß bleiben klar bei der Daune.
- **Jacken** verlieren durch mehr Zyklen, Gurtdruck, Bewegung und Schweiß etwas mehr: feucht unterwegs nach 2 Jahren Daune ca. 70–85 %, Apex ca. 58–84 %, Gold ca. 56–83 %. Dein Erfahrungswert (80–85 % Bausch nach 3 Jahren) passt dazu; das dürften etwa 85–93 % der Wärme sein, weil Bausch- und Wärmeverlust nicht 1 : 1 laufen. Schätzung

2 · Frage 1: Wie lange bis zur vollen Wärmeleistung?

Material	Tageskompression (8–12 h im Packsack, abends Nutzung)	1–2 Wochen sehr stark komprimiert	Was beschleunigt	NEU – Praxis: feuchte Luft, 0–10 °C
Daune 850–900	ca. 85–95 % nach 30 min mit Aufschütteln; ca. 95 % nach 1–2 h; Rest über Nacht bzw. bis zum nächsten Tag Schätzung	ca. 75–90 % nach 1 h; ca. 85–95 % nach 12–16 h; ca. 100 % nach 2–3 Tagen Schätzung	Sofort auspacken, kräftig schütteln, Kammern abklopfen. Kurz in den Trockner ohne/mit wenig Wärme (die Norm nutzt 15 min bei unter 30 °C). Waschen und Trocknen stellt die Bauschkraft wieder her (IDFL) Messung	langsamer: nach 30 min eher 75–90 %; bei 80–100 % Luftfeuchte wird der volle Bausch über mehrere Nächte oft nicht mehr erreicht Schätzung / Erfahrung
Climashield Apex	ca. 90–95 % nach 5–15 min; Endwert nach ca. 30–60 min Schätzung	ca. 90 % nach 15–30 min; Rest in wenigen Stunden. Was nach ca. 1 Tag fehlt, bleibt fehlen Schätzung	Ausschütteln, flach auslegen; kurzer Trockner niedrig. Dauerhaften Verlust holt nichts zurück	praktisch unverändert Schätzung
PrimaLoft Gold	wie Apex; in Kurzzeit-Labortests erholte sich PrimaLoft eher besser Messung	wie Apex Schätzung	wie Apex	praktisch unverändert Schätzung

Belege

- **Norm ISO 23537-1** (internationale Prüfnorm für Schlafsack-Temperaturwerte), Abschnitt 4.4.6: Vor der Messung wird jeder Schlafsack 15 min bei unter 30 °C im Trockner getrommelt und dann mindestens 12 h konditioniert. Die offiziellen Komfort-/Limitwerte gelten also für einen *voll aufgelockerten* Sack. Messung
- **Kalev Kuklane** (Thermal Environment Laboratory, Universität Lund) und **Valter Dejke** (Swerea IVF, schwedisches Textilforschungsinstitut), 2010, Fachjournal International Journal of Occupational Safety and Ergonomics: Die Zeit zwischen Auspacken und Messung hatte einen signifikanten Einfluss auf die gemessene Isolation. In der Übersichtstabelle steht für 16 h bis 2 Wochen nach dem Auspacken ein Unterschied von bis zu ca. 15 %, mit dem Vermerk „großer Einfluss, besonders bei Daunenschlafsäcken“. Messung – Volltext für mich nicht abrufbar; Abstract geöffnet, die Tabellenwerte stammen aus Textauszügen. Gemessen wurde ein Sack ab dem Auspacken aus der Herstellerverpackung – wie lange er vorher gepresst war, weiß ich nicht.
- **IDFL** (International Down and Feather Laboratory, unabhängiges Prüflabor für Daune und Federn): Bauschkraft-Messungen erst nach 72 h Konditionierung; endgültige Werte meist nach 3–4 Tagen, Verbesserung kann noch 2–3 Nutzungsnächte anhalten. Messung
- **Mechanik:** Laut Jing Gao, Ning Pan und Weidong Yu (Textilforscher, Journal of the Textile Institute 2010) verhaken sich die verzweigten Daunenstrukturen beim Pressen und behindern die Rückstellung; Bewegen/Schütteln löst die Verhakung. Messung – nur das von einem Forennutzer zitierte Fazit gesehen, nicht das Original.
- **Western Mountaineering** (US-Hersteller hochwertiger Daunenschlafsäcke), sinngemäß über einen Forennutzer nach einem Telefonat: Starke Kompression sei weniger ein Schadens- als ein Loft-Problem; ein stark gepresster Sack könne „ein paar Tage“ bis zum vollen Bausch brauchen. Erfahrung, aus zweiter Hand
- **Stephen Seeber** (Autor der Testreihe „By the Numbers“ bei Backpacking Light, misst mit beheizter Messplatte nach Guarded-Hot-Plate-Prinzip; formale Qualifikation nicht angegeben): Apex und Gold gewannen nach 24 h Pressung ihren Bausch „sehr schnell“ zurück, teils schon beim Hantieren. Messung, Einzeltest
- **Viera Glombíková u. a.** (Textilforscherinnen und -forscher der Technischen Universität Liberec), Autex Research Journal 2020: Bei PrimaLoft- und Climashield-Vliesen hängt die verbleibende Stauchung von Belastungs- und Erholdauer ab (geprüft: 15 vs. 40 min Erholung); PrimaLoft erholte sich besser. Messung
- **Phillip W. Gibson** (Forschungszentrum der US-Armee in Natick), 1990: Das damalige PrimaLoft hatte die beste Rückstellung von vier Materialien inklusive Daune – gemessen ohne Aufschütteln, was Daune benachteiligt. Messung, ältere Materialgeneration

Wie ich zu den Schätzwerten komme: Daune hat einen schnellen Anfangsteil und einen langen Rest (Norm: 12 h, IDFL: 72 h, Kuklane: noch bis ~15 % Zuwachs nach 16 h). Kunstfaser federt elastisch zurück; was danach fehlt, ist überwiegend bleibende Verformung. Messkurven „Prozent nach Minuten" für ganze Schlafsäcke habe ich nicht gefunden – die Prozentwerte in der Tabelle sind deshalb Schätzungen.

3 · Frage 2: Dauerhafter Verlust in deinem Szenario (gepflegt, trocken gemessen)

> **Szenario (Annahme):** pro Jahr 3–6 Wochen im Tagesrhythmus komprimiert (≈ 20–40 Zyklen) plus 15 Tage sehr stark (als ein Block oder als 15 Einzeltage). Über 2 Jahre also ca. 40–110 Zyklen. Sonst locker gelagert, trocken, bei Bedarf gewaschen.

Material	Kernbelege	Rest-wärme nach 1 Jahr	nach 2 Jahren	≈ Komfort-wert ver-schiebt sich um	Rückhol-bar?
Daune 850–900	IDFL: Kompression, Lagerung und Versand können die im Labor gemessene Bauschkraft der Daune aus Schlafsäcken und Jacken um 10–40 % senken (Laborwert, nicht Wärme des Schlafsacks), sie ist aber wiederherstellbar – im Labor per Dampf sogar nach 5 Jahren kalter, gepresster Lagerung, nach 1000 lb Pressdruck und nach wochenlangem Vakuum Messung. Beim Waschen ist Daune deutlich haltbarer als Kunstfasern (Gibson 1990; Crow u. a. 1982: Daunen-Federn-Mischung nach 40 Wäschen nahezu unverändert) Messung. Ein Forennutzer meint, enge Kompression schädige die Flocken mit der Zeit; ein anderer hält erst extreme Drücke für schädlich Erfahrung.	95–100 % Schätzung	93–100 % Schätzung	0 bis +1,5 °C	ja: Waschen, Trockner. Ohne Auffrischen evtl. zeitweise 85–95 %
Climashield Apex	Seeber, Teil 4: 30 Quetschzyklen im Packsack (12 h bzw. 5 h, 1,2 und 3,5 psi ≈ 8 und 24 kPa): Wärmewiderstand von R 2,9 auf 2,1–2,3 (−21 bis −28 %; Endwerte vom Autor, Startwert aus Leserauswertung im Forum); der Verlust flacht ab Messung. Flachpress-Test (erste 9 von 30 Zyklen, 0,22–0,88 psi): −9 % Wärme, −12 % Bausch; die Druckhöhe hatte keinen erkennbaren Einfluss Messung. Erfahrung: Climashield-XP-Quilt (Apex-Vorgänger) nach ~10 Jahren mit ~12 Einsätzen/Jahr ca. 90 % Wärme; Apex-Quilt nach 40 Nächten ohne merklichen Verlust Erfahrung.	72–90 % Schätzung	65–88 % Schätzung	+2 bis +7 °C (Mitte ≈ +4)	nein
PrimaLoft Gold	Seeber, Teil 4: R 2,6 → 2,4 (−8 %, Leserauswertung im Forum); Flachpress-Test (9 Zyklen): −7,5 % Wärme, −19 % Bausch Messung. Glombíková u. a.: PrimaLoft- und Climashield-Vliese (genaue Typen nicht genannt) −7 bis −18 % Wärmewiderstand nach 24.000 Lastwechseln mit 6 kPa (Rucksack-Simulation, ~2 Saisons) Messung. Erfahrung: Gold-Jacke „praktisch tot" nach intensiver Nutzung; ein Forennutzer: Gold „verliert viel Bausch, wenn man es komprimiert" Erfahrung.	80–95 % Schätzung	75–92 % Schätzung	+1,5 bis +5 °C (Mitte ≈ +3)	nein

Einordnung

- **Umrechnung in °C:** grob 1–3 °C wärmerer Komfortwert pro 10 % Isolationsverlust; ich rechne mit ~2 °C. Schätzung – physikalisch abgeleitet (ergibt 2–3 °C) und an Herstellerreihen geprüft (ergeben 1–1,6 °C): Cu-

mulus LiteLine 400 → Panyam 450 (+12,5 % Daune) senkt den Komfortwert um 2 °C; Carinthia G 180 → G 250 (+39 % Füllung) um 4,3 °C (beides Händlerangaben, Seiten nicht geöffnet, unterschiedliche Schnitte).

- **Qualität der Synthetik-Daten:** Seebers Reihe hat 1 Tester und 1–4 Proben pro Material und ist nicht begutachtet. Die Detailtabellen von Teil 4 sind hinter einer Bezahlschranke; die Endwerte (R 2,31 bzw. 2,1, „28 % Wärmeverlust“ für Apex) hat der Autor im öffentlichen Forum genannt.
- **Widerspruch:** Hersteller und Szene halten Endlosfaser (Apex) für kompressionsfester. Die einzige Messreihe zeigt das Gegenteil, Erfahrungsberichte gehen in beide Richtungen. Den Unterschied Apex vs. Gold halte ich deshalb für unsicher – beide liegen aber klar hinter Daune.
- **Stärke vs. Häufigkeit:** Bei Kunstfaser zählte in den Tests die Zahl der Zyklen, nicht die Druckstärke (bis 3,5 psi ≈ 24 kPa). Deine 15 „sehr starken“ Tage zählen also vor allem als Zyklen. Messung + Schätzung
- **Dauer:** Für 1–2 Wochen Dauerkompression von Kunstfaser fand ich keine Messung. Polyester verformt sich unter Dauerlast langsam weiter („Kriechen“), daher erwarte ich mehr bleibenden Verlust als nach einer Nacht – wie viel, ist offen. Schätzung
- **Bei Daune** sind Feuchte und Körperfett die größeren Langzeitrisiken als Kompression; feucht gepresst lagern ist das ungünstigste. Erfahrung/Messung (IDFL: Feuchte und Luftzirkulation beeinflussen die Bauschkraft)

4 · NEU: Praxis – Kunstfaser gewaschen, Daune ungewaschen, feuchte Luft

> **Annahmen:** Szenario wie in Abschnitt 3 (≈ 40–110 Kompressionszyklen in 2 Jahren). Kunstfaser-Schlafsack bei Bedarf schonend gewaschen (≈ 2–4× in 2 Jahren). Daunenschlafsack in 2 Jahren nicht gewaschen, Schweiß und Hautfett lagern sich ein, kein Inlett. Unterwegs mehrere Nächte am Stück bei 0–10 °C und 80–100 % Luftfeuchte ohne gründliches Trocknen. Daune ohne Hydrophob-Behandlung. Alle Werte: Restwärme in Prozent des Neuzustands.

Schlafsack, nach 2 Jahren	Alt: gepflegt, trocken (Abschnitt 3)	NEU: Praxis, zu Hause trocken	NEU: Praxis, unterwegs nach einigen feuchten Nächten	≈ Komfortwert verschiebt sich (feucht)	Wichtigste Treiber	Rückholbar?
Daune 850–900 (ungewaschen)	93–100 %	85–93 % Schätzung	**70–85 %** Schätzung	+3 bis +6 °C	Luftfeuchte, Schweiß, Hautfett; Kompression wenig	weitgehend: trocknen, waschen
Climashield Apex (gewaschen)	65–88 %	65–88 % Schätzung	**62–86 %** Schätzung	+3 bis +7,5 °C	Kompressionszyklen	nein
PrimaLoft Gold (gewaschen)	75–92 %	72–90 % Schätzung	**70–88 %** Schätzung	+2,5 bis +6 °C	Kompressionszyklen, etwas Waschverlust	nein
Zum Vergleich: Daune nach einer gelungenen Wäsche	–	93–100 % Schätzung	76–92 % Schätzung	+1,5 bis +5 °C	nur Luftfeuchte	–

Umrechnung in °C wie in Abschnitt 3: ~2 °C pro 10 % Verlust (Spanne 1–3 °C). Hydrophob behandelte Daune: Feuchte-Abschlag kleiner, unterwegs geschätzt 78–90 % statt 70–85 %; die Behandlung soll nach etwa 10 Wäschen nachlassen Erfahrung.

Herleitung und Belege

- **Luftfeuchte und Daune:** Ryan Jordan (Gründer und Herausgeber von Backpacking Light) berichtete 2008 im Forum: Zwei als 900 cuin verkaufte Schlafsäcke maßen trocken (Dampfmethode) 830–870, bei nur 50 % Luftfeuchte 680 bzw. 770; Daune aus einem 750er-Sack kam bei 50 % auf 720 – mehr Federanteil hält den

Bausch bei Feuchte besser. Messung, nur als Zitat im Forum gesehen. Das Händler-Fachmagazin SNEWS (Artikel von David Clucas, 2013) nennt einen Test, in dem unbehandelte Daune nach einer Nacht in hoher Luftfeuchte 70 % ihres Bauschs behielt, hydrophob behandelte 98 %. Hersteller, Bedingungen nicht genannt. Feldtest von Canoe & Kayak (veröffentlicht bei Men's Journal 2019): Im nassen norwegischen Sommer bauschte ein unbehandelter Daunenschlafsack „deutlich" schlechter, auch im trockenen Zelt; einige Nächte brauchte es eine zusätzliche Kleidungsschicht. Kunstfaser und hydrophobe Daune blieben unbeeinflusst. Erfahrung

- **Rechnung:** „unterwegs feucht" = „zu Hause trocken" × 0,82–0,92 bei Daune (Feuchte-Abschlag 8–18 % Wärme) bzw. × 0,96–0,99 bei Kunstfaser. Hersteller- und Normwerte gelten für konditionierte, nicht feuchte Daune; der Abschlag beschreibt den Schritt zu sehr hoher Feuchte über mehrere Nächte. „Zu Hause trocken" bei Daune: kleiner Kompressionsrest plus Hautfett/Schweiß, verankert an deinem Erfahrungswert. Schätzung
- **Nässe zum Vergleich:** Nach 20 min Eintauchen behielt wasserabweisend behandelte Daune etwa 74 % ihres Bauschs, die Kunstfasern 86–92 % (Gibson, Natick 1990; Werte aus schlecht lesbarer Tabelle). Messung
- **Bausch ist nicht gleich Wärme:** Seeber maß bei Gold −19 % Bausch, aber nur −7,5 % Wärme, bei Apex −12 % Bausch und −9 % Wärme. Messung Ich rechne deshalb mit einem Wärmeverlust von etwa 50–90 % des Bauschverlusts; bei verklebter, ungleichmäßig verteilter Daune eher am oberen Ende. Schätzung
- **Schweiß und Hautfett:** IDFL: Eine gewaschene Jacke misst eine höhere Bauschkraft als dieselbe ungewaschene; Waschen stellt die Bauschkraft wieder her. Messung – ohne Zahlen. Eine Messung über Jahre fand ich nicht; Anker ist dein Erfahrungswert von 80–85 % Bausch bei einer 3 Jahre alten Daunenjacke. Erfahrung
- **Waschen von Kunstfaser:** Seeber, 10 Wäschen (Frontlader kalt, ohne Waschmittel, Trockner mittlere Hitze): Apex fast kein Verlust, Gold ca. −9 %. Messung Crow u. a. 1982, 40 Wäschen: Polarguard −20 %, Thinsulate −30 bis −37 %, Hollofil −35 %, Daunen-Federn-Mischung unverändert. Messung Gibson 1990, 10 Zyklen eines genormten Waschverfahrens (Prüfmethode 5556): damaliges PrimaLoft ~60 % Dickenverlust, Endlosfaser ~40 %, Daune deutlich weniger. Messung, alte Generation. Für 2–4 schonende Wäschen setze ich Apex ~0 %, Gold −2 bis −4 % an. Schätzung
- **Feuchte und Kunstfaser:** Polyester nimmt kaum Wasser auf; PrimaLoft gibt für Gold nass 0,90 statt 0,92 clo an (−2 %). Hersteller Kondensat bei Mehrtagestouren trifft beide Materialien, Kunstfaser verliert dabei weniger. Ich setze −1 bis −4 % an. Schätzung
- **Unter 0 °C:** Bei −18/−20 °C kondensierten in einer Nacht 20–100 g Feuchte im Schlafsack; der Sack mit dem meisten Kondensat isolierte am schlechtesten (M. Camenzind und M. Weder, EMPA – Schweizer Materialprüfanstalt –, E. den Hartog, TNO – niederländisches Forschungsinstitut –, 2001). Messung Daune schnitt dort nicht erkennbar schlechter ab. Bei 0–10 °C kondensiert weniger, dafür wirkt die hohe Außenfeuchte direkt auf die Daune.

Einordnung: Im Praxis-Szenario liegen die drei Materialien nach 2 Jahren innerhalb der Unsicherheit gleichauf. Die Daune bleibt bei gleicher Nennwärme leichter und kleiner (Abschnitt 6) und holt ihren Verlust nach Trocknen oder Waschen großteils zurück; die Kunstfaser hält ihren Wert bei Feuchte stabiler, verliert aber bleibend. Schätzung

5 · Frage 3: Wie stark lässt sich jedes Material komprimieren?

Material	Volumen locker (cm³ pro g)	Packdichte Packsack normal (g/cm³)	Packdichte sehr stark (g/cm³)	Verhältnis locker : sehr stark	Kraftbedarf
Daune 850–900	460–520 (Bauschkraft umgerechnet: 850 cuin/oz = 491; 850 in³/30 g = 464) Messung	0,06–0,12 (Sea to Summit 13-L-Packsack ≈ 0,06; Cumulus 6,6-L-Packsack ≈ 0,12) Hersteller	0,10–0,15 laut Sea-to-Summit-Kompressionsangaben; mit Vakuum ~0,2 Hersteller/ Schätzung	≈ 30–50 : 1	gering
Climashield Apex	150–190 (Seeber: 149 unter ~10 Pa; Händler: 200 g/m² = 38 mm) Messung/ Hersteller	0,045–0,065 (EE-Packsack ≈ 0,06; Apex-Quilt „mühelos" in 13 L ≈ 0,045) Hersteller/ Erfahrung	0,09–0,13 Schätzung – keine harte Messung gefunden	≈ 9–15 : 1	hoch, federt stark

PrimaLoft Gold	120–150 (Seeber: 122; Forenangabe 3 oz = 0,6″ ≈ 150) Messung/Erfahrung	0,06–0,08 (Gold/Black-Quilt 801 g in 9,6 L ≈ 0,08) Erfahrung	0,12–0,17 Schätzung	≈ 9–15 : 1	mittel
Referenz: G-Loft (Carinthia G 250)	–	–	0,19 (1.470 g in 19 × 27 cm ≈ 7,7 L) Hersteller – Obergrenze für Kunstfaser	–	–

- **Warum Daune so viel kleiner wird:** Unter flachem Labordruck stauchen Daune und Kunstfaser prozentual ähnlich (R. M. Crow u. a., Defence Research Establishment Ottawa, 1982: bei 7,76 kPa Daune/Federn 80,5 %, Polarguard 68,8 %, Hollofil 81,7 % Dickenabnahme). Messung Im Packsack entscheidet das Falten: Lose Daune fließt in den Sack, ein Vlies muss gebogen werden. Gibson (Natick) schreibt ausdrücklich, dass Dickentests die „Stopfbarkeit“ nicht abbilden.
- **Schaden durch die Stärke selbst:** Für Daune nicht belegt (IDFL: im Labor auch nach 1000 lb Pressdruck wiederherstellbar). Für Apex/Gold in den Tests bis 24 kPa kein Unterschied zwischen stark und schwach. Darüber hinaus (z. B. Vakuum) gibt es keine Daten.

6 · Rechenbeispiel: 0 °C-Schlafsack in drei Materialien

Annahmen: Mumienschlafsack für ca. 185–190 cm Körpergröße · Komfort ≈ 0 °C, Limit ≈ −6 °C (ISO-23537-Logik) · 10D-Hüllstoff · isolierte Fläche ≈ 2,8 m² (Ober- und Unterseite plus Kapuze, aus den Maßen der Cumulus Panyam 450 abgeleitet) Schätzung

Größe	Daune 850+	Climashield Apex	PrimaLoft Gold
Isolationsmenge	450 g (wie Cumulus Panyam 450) Hersteller	≈ 650 g (230 g/m², Spanne 200–270) Schätzung	≈ 630 g (225 g/m², Spanne 200–250) Schätzung
Gesamtgewicht	≈ 810 g Hersteller	≈ 1,0 kg (0,9–1,15) Schätzung	≈ 1,0 kg (0,9–1,1) Schätzung
Bausch je Lage	≈ 6–8 cm Schätzung	≈ 3,5–4,5 cm Schätzung	≈ 2,7–3,7 cm Schätzung
Unkomprimiert (voll gebauscht, flach liegend)	**≈ 200 L** (170–220)	**≈ 110 L** (95–125)	**≈ 85 L** (75–95)
Packsack normal (mitgelieferter Packsack, normal gestopft)	**≈ 7–13 L**	**≈ 15–22 L**	**≈ 12–17 L**
Sehr stark komprimiert (Kompressionssack maximal angezogen)	**≈ 5–7 L**; mit Vakuum ~4 L	**≈ 8–11 L**	**≈ 6–8,5 L**
Restwärme nach 2 Jahren, gepflegt (Abschnitt 3)	93–100 % Schätzung	65–88 % Schätzung	75–92 % Schätzung
NEU: Restwärme nach 2 Jahren Praxis (zu Hause trocken / unterwegs feucht)	85–93 % / 70–85 % (ungewaschen) Schätzung	65–88 % / 62–86 % (gewaschen) Schätzung	72–90 % / 70–88 % (gewaschen) Schätzung

Alle Volumenwerte in dieser Tabelle: Schätzung (Rechenweg folgt).

Rechenweg

- **Daune unkomprimiert:** 450 g × 464–491 cm³/g = 209–221 L; in der Hülle (Kammerhöhen, Eigengewicht) etwas weniger. Schätzung

- **Kunstfaser-Menge:** Anker sind reale Produkte. Carinthia G 250 (G-Loft, 250 g/m²): Komfort-Limit −7,5 °C Hersteller, Komfort −1,4 °C laut Händlern (nicht geöffnet). Liteway-Apex-Quilt mit 203 g/m²: Komfort −2 °C, aber nicht nach ISO und mit warmer Unterwäsche Hersteller. Enlightened Equipment nutzt für seinen 20 °F-Quilt (Limit ≈ −6 °C) laut einem Kunden 8 oz/yd² ≈ 270 g/m² Apex Erfahrung. Gold: Herstellerwert 0,92 vs. 0,82 clo pro oz/yd² ergäbe ~11 % weniger Masse als Apex; Seebers Messung ergab ~7 % *weniger* Wärme pro Gramm als Apex. Daher setze ich beide etwa gleich an.
- **Volumen:** Isolationsmasse × lockeres Volumen (Abschnitt 5) bzw. Gesamtgewicht ÷ Packdichte (Abschnitt 5). Gold muss laut Hersteller gesteppt werden (in Foren: alle ~15 cm), Apex kaum (Empfehlung ~30 cm) – dafür sind in Gold-Säcken eher zwei versetzte Lagen nötig, was etwas Gewicht kostet.
- **Gewicht realistisch:** Die ~1,0 kg gelten für 10D-Stoffe. Reale Kunstfaser-Schlafsäcke dieser Klasse sind wegen robusterer Stoffe meist schwerer (Carinthia G 250, Größe L: 1,47 kg) und packen entsprechend größer.

Reale Vergleichsprodukte

Produkt	Isolation	Komfort / Limit	Gewicht	Packsack	komprimiert
Cumulus Panyam 450 (bis 188 cm)	450 g Daune 850+	0 / −6 °C (Hersteller; ob nach ISO geprüft, ist unklar)	810 g	6,6 L (26 × Ø18 cm)	–
Sea to Summit Spark 15F Long (bis 198 cm)	539 g Daune 850+	−1,7 / −9,4 °C (ISO)	787 g	13 L	7,6 L
Carinthia G 250, Größe L (ab 185 cm)	G-Loft 250 g/m²	Limit −7,5 °C (Hersteller)	1.470 g	–	19 × 27 cm ≈ 7,7 L
Enlightened Equipment Revelation Apex 40 °F (Quilt)	Apex	Limit 5 °C	471–568 g	8,5 L	6,5–8 L (Händler)

Alle Werte Hersteller/Händler. Volumen eines zylindrischen Packsacks = π × (Ø/2)² × Länge.

7 · NEU: Jacken

Vergleichbarkeit: Alle Werte sind Prozent des Neuzustands derselben Jacke. Schnitt, Länge und Füllmenge bestimmen die absolute Wärme, ändern aber wenig am relativen Verlust – deshalb lassen sich die Prozentwerte zwischen Jacken und mit dem Schlafsack vergleichen. Schätzung

Was bei Jacken anders ist als beim Schlafsack

- **Dünnere Isolation:** Leichtere Vliese stauchen stärker, dickere erholen sich besser (Glombíková u. a. 2020). Messung
- **Mehr und andere Belastung:** häufiger gestopft, unter Rucksackgurten gedrückt, beim Gehen ständig gebogen. Die Rucksack-Simulation von Glombíková u. a. (6 kPa, ~2 Saisons) kostete −7 bis −18 % Wärme. Messung Seeber vermutet, dass Biegen die Fasern stärker schädigt als reines Pressen. Erfahrung /Hypothese
- **Mehr Schweiß und Hautfett** direkt am Körper, bei Aktivität mehr Feuchte in der Isolation; Kunstfaserjacken werden dafür öfter gewaschen.

Annahmen Jacke, 2 Jahre: ca. 100–200 Tragetage und 100–200 Mal in den Rucksack gestopft · Kunstfaser 4–8× schonend gewaschen · Daune ungewaschen · unterwegs feucht wie oben. Wegen der höheren Zyklenzahl liegen die Kunstfaserwerte unter denen des Schlafsacks. Schätzung

Jacke, nach 2 Jahren	gepflegt, trocken (nur Kompression; Daune gewaschen)	Praxis, zu Hause trocken	Praxis, unterwegs feucht	Erfahrungsberichte

Daune (ungewaschen)	93–100 % Schätzung	84–93 % Schätzung	**70–85 %** Schätzung	Dein Wert: 80–85 % Bausch nach 3 Jahren ≈ 85–93 % Wärme Erfahrung/Schätzung
Climashield Apex (gewaschen)	60–85 % Schätzung	60–85 % Schätzung	**58–84 %** Schätzung	Polarguard-Jacke (Apex-ähnlich) nach einer Antarktis-Saison ca. 70 % Wärme; Apex-Weste nach ~100 Tagen „läuft noch“; Apex-Jacke nach ~3.000 Meilen weniger Bausch, aber noch warm (aus zweiter Hand) Erfahrung
PrimaLoft Gold (gewaschen)	62–88 % Schätzung	58–85 % Schätzung	**56–83 %** Schätzung	Nano-Puff-Jacke (Gold) „praktisch tot“ nach intensiver Nutzung; PrimaLoft-Jacke „hält kaum eine Saison“ Erfahrung. Seebers Messung spricht eher für Gold – daher die große Spanne.

Dein Erfahrungswert (Daunenjacke nach 3 Jahren ca. 80–85 % Bausch) ist plausibel und passt zu den Annahmen. Ich vermute als Ursachen vor allem Hautfett und Schweiß plus Restfeuchte; dieser Teil lässt sich durch eine gelungene Wäsche größtenteils zurückholen (IDFL). Schätzung

8 · Weitere Kunstfasern im Überblick

Material	Bauart	Wärme pro Gewicht (clo pro oz/yd²)	Belege zu Kompression und Haltbarkeit
Climashield Apex	Endlosfaser-Vlies; Steppung alle ~30 cm empfohlen, in Schlafsäcken oft nur Randnähte	0,82 Hersteller	siehe Abschnitt 3; beim Waschen fast kein Verlust (Seeber, Teil 1) Messung
PrimaLoft Gold (auch Eco, Cross Core mit Aerogel)	feine Stapelfasern, muss gesteppt werden	0,92 Hersteller	siehe Abschnitt 3; nach 10 Wäschen ca. −9 % (Seeber, Teil 1) Messung
PrimaLoft Gold Hi-Loft Ultra Cross Core	senkrecht gelegte Fasern plus Aerogel, für Schlafsäcke gedacht	–	nur Herstelleraussage „schnelle Kompressionserholung“ Hersteller; keine Messung gefunden
PrimaLoft Silver / Black	Stapelfaser	0,79 / 0,65 Hersteller	keine Kompressionsdaten gefunden; weniger Wärme pro Gramm
G-Loft (Carinthia)	Polyester-Vlies, zweilagig verbaut	–	sehr kleines Packmaß laut Hersteller (Tabelle oben) Hersteller; keine unabhängigen Daten
Polarguard (ältere Endlosfaser)	Endlosfaser	–	Crow u. a. 1982: bester Daunenersatz der Studie; nach 40 Wäschen −20 % Wärmewiderstand Messung. Jacke nach einer Antarktis-Saison ca. 70 % Wärme Erfahrung
Hollofil	hohle Stapelfaser	–	Crow u. a. 1982: −35 % nach 40 Wäschen, nicht für Wäsche geeignet Messung
3M Thinsulate	dichte Mikrofaser	–	Crow u. a. 1982: am wenigsten komprimierbar, −30 bis −37 % nach 40 Wäschen Messung → packt schlecht klein Schätzung
Weitere (Climashield HL/Prism, Coreloft, PlumaFill, Polartec Alpha)	überwiegend Bekleidung	–	keine verwertbaren Kompressionsdaten für Schlafsäcke gefunden

Einordnung: Unter den Kunstfasern spricht die einzige Messreihe leicht für PrimaLoft Gold, die verbreitete Erfahrung eher für Endlosfasern wie Apex; G-Loft wirbt mit dem kleinsten Packmaß, ohne unabhängige Belege. Keine Kunstfaser kommt bei Packmaß und Kompressionsfestigkeit an hochwertige Daune heran. Schätzung

9 · Was die Belege nicht hergeben

- Es gibt keine begutachtete Langzeitstudie, die Apex oder PrimaLoft Gold im realen Packsack-Gebrauch über Jahre misst. Die Synthetik-Zahlen stützen sich im Kern auf eine kleine Testreihe plus Erfahrungsberichte.
- Auch für Daune fehlt eine Langzeitmessung echter Kompressionszyklen. Die hohe Einschätzung stützt sich auf die Wiederherstellbarkeit im Labor (IDFL) und auf Waschtests.
- Für Daune gibt es keine Messkurve „Prozent Wärme nach x Minuten“ für ganze Schlafsäcke; belegt sind nur die langen Endzeiten (12 h Norm, 72 h Labor, Effekt bis 2 Wochen).
- Die Praxiswerte (Abschnitte 4 und 7) beruhen auf wenig Daten: einem zitierten Forentest bei 50 % Luftfeuchte, einem Herstellertest ohne genannte Bedingungen, einem Feldbericht und deinem eigenen Erfahrungswert. Eine Messung ungewaschener Daune über Jahre fand ich nicht.
- Quilt-Temperaturwerte sind nicht nach ISO gemessen; Packvolumen hängen stark von Schnitt, Stoff und Kraft beim Packen ab. Die Volumenangaben sind daher als Bandbreiten zu lesen.
- Seebers Messwerte zur Wärme pro Gewicht liegen 30 % (Apex) bzw. 42 % (Gold) unter den Hersteller-clo-Werten – unterschiedliche Messverfahren. Für den Vergleich der Materialien untereinander habe ich deshalb reale Produkte statt clo-Werten als Anker genommen.

10 · Quellen (alle selbst geöffnet)

1. ISO 23537-1:2016, Leseprobe – cdn.standards.iteh.ai/samples/67105/95312389da7d452ea16946940c0c30f2/ISO-23537-1-2016.pdf – Abschnitt 4.4.6: 15 min Trommeln bei unter 30 °C, dann ≥ 12 h Konditionieren vor der Messung.
2. Kuklane & Dejke 2010, Eintrag der Universität Lund – lup.lub.lu.se/record/1496408 – Abstract: Zeit zwischen Auspacken und Messung signifikant, bis 5–15 % Isolationsunterschied. Die Tabellenwerte (16 h bis 2 Wochen, ~15 %, „besonders Daune“) stammen aus Auszügen des Volltexts bei tandfonline.com, der sich nicht öffnen ließ.
3. IDFL, Fill Power Questions and Answers – idfl.com/info/fill-power-questions-and-answers/ – Bauschkraft von Schlafsäcken/Jacken sinkt durch Kompression, Lagerung, Versand um 10–40 %, ist wiederherstellbar; Originalwert nach 5 Jahren kalter, gepresster Lagerung per Dampf.
4. IDFL, Evaluation of Fill Power Conditioning Methods (PDF) – idfl.com/wp-content/uploads/2021/05/IDFL_Fill_Power_-_Conditioning_Methods_Evaluation.pdf – Tests mit 1000 lb Druck und wochenlangem Vakuum; 72 h Konditionierung; Werte steigen noch 2–3 Nutzungsnächte.
5. Seeber, „By the Numbers: Crushing It“ (Backpacking Light) – backpackinglight.com/by-the-numbers-crushing-it-how-bad-is-thermal-degradation-in-synthetic-insulation/ – Methode, Druck 0,22–0,88 psi, Tabellen: Apex R 2,88 → 2,61, Gold R 2,41 → 2,23 nach 9 Pressungen.
6. Seeber, „Synthetic Insulation Degradation Part 2“ (Backpacking Light) – backpackinglight.com/synthetic-insulation-degradation-thermal-compression-part-2/ – Verlust ~2 %/Zyklus Apex, ~1 % Gold; Bausch ~0,2 %/Zyklus; schnelle Rückkehr des Bauschs.
7. Seeber, „Compression Resistance of PrimaLoft Gold vs. Climashield Apex (Part 4)“ (Backpacking Light, öffentliche Vorschau) – backpackinglight.com/compression-resistance-primaloft-gold-vs-climashield-apex-part-4/ – Methode: Packsack, 1,2/3,5 psi, 30 Zyklen; Gold verlor weniger als Apex.
8. Forum zu Teil 4 (Backpacking Light) – backpackinglight.com/forums/topic/by-the-numbers-compression-resistance-of-primaloft-gold-vs-climashield-apex-part-4/ – Autor nennt Apex-Endwert R 2,31 bzw. 2,1, „28 % Wärmeverlust“; Leseangaben: Start Apex 2,9, Gold 2,6 → 2,4; Gold/Black-Quilt 801 g, 9,6 L.
9. Forum „How bad is hard stuffing synthetic insulation on lifespan?“ – backpackinglight.com/forums/topic/how-bad-is-forcefully-stuffing-synthetic-insulation-on-its-lifespan/ – Autor: Gold verliert etwa ein Drittel so schnell wie Apex; Apex-Quilt nach 40 Nächten ohne merklichen Verlust.
10. Forum „Durability of the insulation in Apex jackets?“ – backpackinglight.com/forums/topic/durability-of-the-insulation-in-apex-jackets/ – Polarguard-Jacke ~70 % Wärme nach Antarktis-Saison; Gold-Jacke „praktisch tot“; XP-Quilt nach ~10 Jahren ~90 % Wärme.
11. Forum „Down Sleeping Bag Question“ – backpackinglight.com/forums/topic/76236/ – zitiertes Fazit von Gao, Pan & Yu (Verhakung, Schütteln hilft); Western-Mountaineering-Aussage aus zweiter Hand: „ein paar Tage“ bis zum vollen Bausch.
12. Forum „PrimaLoft Gold questions“ – backpackinglight.com/forums/topic/primaloft-gold-questions-dutchware-up-synthetic/ – Apex 3,6 oz = 0,9″, Gold 3,0 oz = 0,6″ Bausch; Gold komprimiert besser; Steppung ~6″.
13. Forum „Is EE’s 20 degree Apex quilt closer to 0?“ – backpackinglight.com/forums/topic/is-ees-20-degree-apex-quilt-closer-to-0/ – EE nutzt laut Kunde 8 oz Apex für 20 °F; Apex-Gewicht-zu-Temperatur-Angaben anderer Hersteller.
14. Glombíková u. a. 2020, Autex Research Journal – degruyterbrill.com/document/doi/10.2478/aut-2019-0015/html – statische und dynamische Belastung (6 kPa, 24.000 Zyklen), −7 bis −18 % Wärmewiderstand.

15. Gibson 1990, US Army Natick (DTIC ADA222291) – apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA222291.pdf – Kompression bis 5 psi, PrimaLoft beste Rückstellung, Daune beim Waschen haltbarer; Dickentests bilden „Stopfbarkeit“ nicht ab.
16. Crow u. a. 1982, Defence Research Establishment Ottawa (DTIC ADA128944) – apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA128944.pdf – Kompression bei 7,76 kPa, Waschtests bis 40 Wäschen für Daune/Federn, Polarguard, Hollofil, Thinsulate.
17. Cumulus Panyam 450 (Hersteller) – cumulus.equipment/eu_en/down-sleeping-bag-panyam-450.html – 0/−6 °C, 810 g, 450 g Daune 850 FP.
18. Panyam 450 beim Händler Pod7kilo – pod7kilo.cz/en/p/spaci-pytel-cumulus-panyam-450 – Packsack 6,6 L (26 × Ø18 cm), Größen bis 178/188/198 cm.
19. Sea to Summit Spark 15F bei REI – rei.com/product/231207 – ISO 29 °F/15 °F, Regular 6,8 L / Long 7,6 L komprimiert, 13-L-Packsack, Füllgewichte.
20. Sea to Summit Spark-Serie (Hersteller) – seatosummit.com/pages/spark-down-sleeping-bag – komprimiert 2,4–9,9 L bei 363–1.113 g.
21. Carinthia G 250 (Hersteller) – carinthia.eu/en/g-250-p2771/ – G-Loft 250 g/m², Komfort-Limit −7,5 °C, 1.377/1.470 g, komprimiert 19 × 25/27 cm.
22. Liteway Apex Sleeper Quilt – backpackinglight.com.au/products/liteway-apex-sleeper-quilt-6oz – Apex 136/170/203 g/m² mit Komfort +4/+1/−2 °C (nicht ISO), Gewichte.
23. EE Revelation Apex 40 °F beim Händler – backpackinglight.com.au/products/enlightened-equipment-revelation-apex-quilt-40-f-5-c – 471–568 g, Packsack 8,5 L, komprimiert 6,5–8 L.
24. Ripstop by the Roll, Climashield Apex 5 oz – ripstopbytheroll.com/products/climashield-apex-5-oz-sq-yd – 0,82 clo pro oz/yd², Bausch 1,2″ (3 cm).
25. Extremtextil, Climashield Apex 200 g/m² – extremtextil.de/en/climashield-apex-continuous-filament-insulation-200g-sqm-6oz-sqyd.html – 38 mm, 0,024 clo pro g/m², Steppung alle 30 cm empfohlen.
26. Spyder, PrimaLoft-Erklärseite – eu.spyder.com/blogs/technology/primaloft – clo 0,92 (Gold), 0,79 (Silver), 0,65 (Black).
27. Performance Days, PrimaLoft Gold Hi-Loft Ultra Cross Core – performancedays.com/product-detail/11624.html – 120 g/m², für Schlafsäcke, Herstelleraussage „quick compression recovery“.
28. Forum „Could high FP-down benefit from an anti-humidity treatment?“ (Backpacking Light) – backpackinglight.com/forums/topic/98577/ – zitierter Beitrag von Ryan Jordan (2008): 900er-Daune trocken 830–870, bei 50 % Luftfeuchte 680/770; 750er-Daune 720.
29. SNEWS Retail College 2013, „Water-resistant down“ (David Clucas), PDF-Kopie – kovrik-super.ru/sleeping/Water-resistant-down.pdf – unbehandelte Daune 70 %, behandelte 98 % Bausch nach einer Nacht in hoher Luftfeuchte; Herstellerangaben.
30. Men’s Journal / Canoe & Kayak 2019, Feldtest – mensjournal.com/travel/field-tested-3-sleeping-bag-insulation-types – nasser Sommer in Norwegen: unbehandelte Daune deutlich weniger Bausch; Kunstfaser und hydrophobe Daune unbeeinflusst; Beschichtung nach ~10 Wäschen weg.
31. Camenzind, Weder, den Hartog 2001/2002 – researchgate.net/publication/235099635_Influence_of_Body_Moisture_on_the_Thermal_Insulation_of_Sleeping_Bags – Tests bei −18/−20 °C, 20–100 g Kondensat pro Nacht, mehr Kondensat = weniger Isolation.
32. Seeber, „How Bad is Thermal Degradation in Synthetic Insulation?“ (Teil 1, öffentliche Vorschau) – backpackinglight.com/by-the-numbers-synthetic-insulation-degredation/ – Waschmethode: 10 Zyklen, Frontlader kalt, Trockner mittlere Hitze.
33. Seeber, „Is Synthetic Insulation Warm When Wet?“ (öffentliche Vorschau) – backpackinglight.com/by-the-numbers-is-synthetic-insulation-warm-when-wet/ – PrimaLoft-Herstellerwerte trocken/nass, z. B. Gold 0,92/0,90 clo.