

**Bewegungslehre / Biomechanik  
DES ALPINEN SKILAUFES  
Grundlagen**

**Lehrbehelf zum  
Ausbildungskurs Schneesportarten**



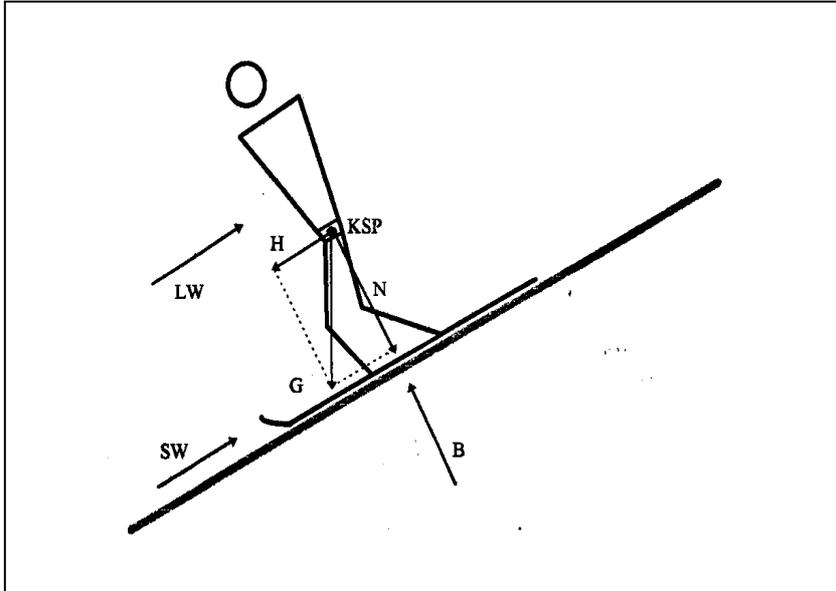
Peter MITMANNGRUBER

Kirchliche Pädagogische Hochschule Wien/Krems, Campus Krems-Mitterau 2009

# 1 Allgemeines

## 1.1 Äußere Kräfte bei gleichförmigen Bewegungen

Der Antrieb für die Bewegung im alpinen Schilauf kommt normalerweise nicht aus der Kraft der Muskelkontraktionen, sondern die Schwerkraft ist für ein Fortkommen talabwärts verantwortlich.



$$H = G \cdot \sin \alpha$$

$$N = G \cdot \cos \alpha$$

G....Gewichtskraft  
H....Hangabwärtstreibende  
N....Normalkraft  
B....Bodenreaktionskraft

LW....Luftwiderstand  
SW....Schneewiderstand

## 1.2 Alpine Grundhaltung



- Gedachte Achsen durch Sprung-, Knie-, Hüft- und Schultergelenke sind annähernd zueinander parallel.
- Die Arme werden leicht gebeugt, seitlich und vor dem Körper gehalten.
- Hüfte und Knie sind schwungeinwärts gebeugt.
- Der Oberkörper ist nach Vorne und talseitig gebeugt.
- Der Außenski ist mehr belastet.

## 2 Der Steuerprozess beim alpinen Skilauf

Bei genauer Betrachtung dieser Bewegungsvollzüge kommt man schnell zu der Einsicht, dass am Steuerprozess des Systems Skiläufer/Ausrüstung (Schuh/Bindung-Platte/Ski/Stock) nicht nur körperbezogene Maßnahmen alleine beteiligt sind, sondern eine fließende Mischung aus **"körperdynamischen Mitteln der Schwungausführung"** (Steuermechanismen des Körpers) und **"skimechanischen Mitteln der Schwungausführung"** (Steuermechanismen, welche sich aus der Funktion der Ausrüstung u. deren Wechselwirkung mit der Piste ergeben), stattfindet. Die Bewegungen und Haltungen des Skiläufers während des Skifahrens werden natürlich nicht nur durch dynamisches und mechanisches Steuerverhalten verursacht, sondern auch durch die Beschaffenheit der Pistenoberfläche, die Steilheit der Piste, durch wechselnde Geländeformen und die Fahrgeschwindigkeit beeinflusst. Ständig sich ändernde Variablen der Umwelt erfordern ein reaktives Verhalten des Skiläufers, ein ständiges Anpassen an neue Situationen, die nur bedingt vorhersehbar sind. Diese Tatsache macht aber auch ganz wesentlich den Reiz der Sportart alpiner Skilauf und die Herausforderung darin aus. Bewegungserfahrung hat hierbei einen sehr großen Anteil am Gelingen der Schwünge.

### 2.1 Steuern durch Skimechanik

Mechanische Mittel der Skisteuerung umfassen diejenigen Hilfen oder Vorzüge der Ausrüstung, die einen entscheidenden Einfluss auf präzises Steuern haben. Mit Ausrüstung ist hier primär der Ski selbst gemeint, der natürlich über verschiedene Systeme (Platte, Bindung, Schuh) mit dem Skifahrer verbunden ist, sekundär auch der Skistock. Der Einfluss der Skier auf das Steuern wird durch einige typische Konstruktionsmerkmale bedingt:

#### Einfluss der Ausrüstung:

Skiläufer und Ausrüstung bilden eine Bewegungseinheit. Der Skiläufer steht beim Skifahren in ständiger Auseinandersetzung mit der Umwelt: Piste, Gelände, Hangneigung, Sichtverhältnisse.

#### Baumerkmale der Ski:

Skilänge  
Taillierung  
Pflugwinkel des Skiendes  
Einzugswinkel von der Skispitze  
Längselastizität und Dämpfung  
Torsionsverhalten  
Aufkantwinkel der Ski & Kurvenradius  
Erhöhungsplatten und Bindungen  
Skischuhe (Bauart, Härte)

### 2.2 Skisteuern durch Körperdynamik

Unter dynamischen Mitteln der Schwungausführung kann man alle Bewegungsvollzüge des Skiläufers selbst zusammenfassen- also die „klassischen“ Bewegungen im alpinen Skisport. Diese Bewegungsabläufe werden vorzugsweise in den verschiedenen Skilehrplänen der Länder beschrieben. Die von außen beobachtbaren Steuerungsmaßnahmen lassen sich vereinfacht auf folgende Tätigkeiten reduzieren:

- **Gleichgewicht halten / Gleiten (in Schussfahrt, Schrägfahrt, Kurvenfahrt)**
- **Drehen (Entlasten)**
- **Steuern / Kanten (Belasten)**

Eine Fülle von Bewegungen und Haltungen in alle Richtungen des Raumes („vor-rück“, „hoch-tief“, „links-rechts“) sind zur Erfüllung dieses Zieles der dynamischen Bewegungssteuerung notwendig.

### Gleichgewicht halten und Gleiten

Grundvoraussetzung hierzu ist eine bewegungsbereite Körperhaltung mit gebeugten "Skigelenken". Sprung-, Knie- und Hüftgelenk sind in Anpassung an Gelände und Tempo mehr oder weniger gebeugt. Balancieren ist die Grundfertigkeit und steht vor den anderen dynamischen Schwungmechanismen, es überlagert alle Tätigkeiten des Skiläufers. Der Körper pendelt in ständiger Anpassung an wechselndes Gelände. Obwohl das Gleichgewicht halten eine autonome Grundfertigkeit des Menschen darstellt (also automatisch funktioniert), wird erst nach Störmechanismen deutlich, dass es einigen Aufwand braucht, um auf einen so komplexen Einfluss wie z. B. die Veränderung der Geschwindigkeit rasch und richtig zu reagieren. Später, mit mehr Bewegungserfahrung, kommt der Automatismus zurück und drückt diese Grundtätigkeit auch beim Skilaufen wieder in das Unterbewusstsein.

### Drehen (Entlasten)

Bei einer Richtungsänderung folgt das System Skiläufer-Ski einer Bogenbahn. Je nach dem Radius dieser Kurve müssen die Skier langsamer oder schneller in die neue Richtung gedreht werden. Sofort nach Beherrschen des Gleitens ist das Drehen der Skier das Hauptproblem für den Lernenden. Das erste Drehen geschieht im methodischen Aufbau als Schwung zum Hang ohne Kantenwechsel. Es dient dem Erfühlen des Wechselspiels der inneren und äußeren Kräfte. Drehen der Skier mit Überfahren der Falllinie heißt immer Umkanten.

Zentrale Rolle für das Gelingen des Drehens nimmt der Vorgang des Belastungswechsels ein. Hilfestellung bieten Entlastungsbewegungen. Einfachste Möglichkeit für eine Entlastung der Skier ist eine deutliche Hochbewegung, an deren Umkehrpunkt eine kurze Entlastung der Skier zur Ausführung der Umkantbewegung genutzt werden kann.

Der Stockeinsatz ist eine Drehhilfe. Als einseitiger Kraftstoß liefert er einen Drehimpuls, der für die Richtungsänderung ausgenutzt werden kann. Außerdem vergrößert er in einer kritischen Gleichgewichtsphase die Unterstützungsfläche. Nach Steilheit des Geländes, Tempo und Rhythmus der Schwungfolge wird der Stockeinsatz unterschiedlich platziert (mehr Richtung Skispitze oder neben dem Schuh). Mit zunehmendem Tempo verliert der Stockeinsatz als Drehhilfe an Bedeutung. Im Rennlauf werden bei hohen Geschwindigkeiten keine Stockeinsätze mehr gemacht.

Drehen kann auch durch zeitversetztes Andrehen der Skier erfolgen (Umsteigbewegungen). Drehen der Skier nacheinander verringert den Drehwiderstand, benötigt jedoch mehr Zeit. Umsteigbewegungen verkürzen den Kurvenradius, Carvingskier lenken auch ohne Steigbewegungen willig über die Falllinie. Der Drehabstoß von einem gekanteten Ski erfordert viel Kraft in einem Bein. Die moderne Fahrweise tendiert zum Fahren auf zwei Skiern, welches im aktuellen methodischen Weg auch von Beginn an gefördert wird.

Moderne Carverski erleichtern das Drehen durch ihre Eigenschaft des Eigenlenkverhaltens. Wegen ihrer Taillierung und geringen Skilänge können sie leicht und nahezu ohne Hochbewegung umgkantet werden. Dieses Umkanten wird vom geübten Skiläufer durch ein Schwungeinwärtskippen des ganzen Körpers erzielt. Die Kunst bei dieser Fahrweise ist, nach dem Einlenken den Kontakt zum steuernden Außenski nicht zu verlieren.

### Steuern und Kanten (Belasten)

Der Steuervorgang beginnt nach dem Kantenwechsel, sobald die Ski in die vorgesehene Richtung fahren. Mit zunehmender Ablenkung aus der Falllinie erhöhen sich die Fliehkräfte, diese werden durch Kurvenlage ausgeglichen. Das Schneiden der Schwünge wird immer schwieriger, weil der "Hauptmotor" Schwerkraft in der Kurvenausfahrt zusätzlich von der Fliehkraft überlagert wird. Schneiden heißt Gleiten auf den Kanten in Kurvenfahrt, die Bahn des Skiendes folgt jener der Skispitze. Ein Ausscheren des Skiendes bedeutet rutschen oder driften, das Skiende fährt eine längere Kurvenbahn als die Skispitze. Präzises Schneiden erhöht die Sicherheit durch genaues Lenken. Die Aufkantbewegung wird aus Knie- und Hüftgelenk reguliert. Eine situationsgerechte alpine Grundhaltung ist unverzichtbar für präzises Schneiden! Der Außenski ist leichter zu lenken, deshalb übernimmt er die Hauptrolle der Skisteuerung in der Endphase des Schwunges. Geübte Skifahrer

schneiden mit der Innenkante des Innenskis mit, sie kantet effektiver, der Innenski verkantet (verschneidet) jedoch leichter.

#### Weitere im Kurvenverlauf eingesetzte körperdynamische Maßnahmen

- Hochbewegung des Körperschwerpunktes (KSP) = Hochbelastung / Hochentlastung
- Tiefbewegung des KSP = Tiefentlastung / Tiefbelastung
- Schubbewegungen des Unterkörpers = Fersendreh Schub
- Rotation = Miträumen des Beckens/Oberkörpers in Schwungrichtung
- Gegenrotation (Verwindung) = Oberkörper dreht gegen den Unterkörper
- Antizipation (Vorausdrehen des Körpers in die neue Schwungrichtung).

#### **Für eine sichere Fahrt entlang einer vorgewählten Kurvenlinie können verschiedene körperdynamische Bewegungsvollzüge zielführend sein:**

- Nach dem Auslösen des Schwunges Einnehmen einer situationsgerechten Kurvenlage in Abhängigkeit von Steilheit, Kurvenradius und Fahrgeschwindigkeit. In der Folge Belasten der Ski zum Steuern über die Skitaillierung und Aufbau eines gesicherten alpinen Fahrverhaltens.
- Betontes Steuern der Schwünge aus der Falllinie fördert die Tempokontrolle, führt aber auch zu einem leichten Abdriften der Skienden bezogen auf die Bahn der Skispitze (Rutschen). Beim Schneiden der Schwünge folgt das Skiende mehr oder weniger der Bahn der Skispitze, es entstehen "geschnittene" Fahrspuren. Die Tempokontrolle ist bei geschnittenen Kurvenfolgen schwieriger und setzt Erfahrung und vorausschauendes Fahren voraus. Beide Fahrweisen finden im Carven ihre Anwendung und werden durch modern konstruierte Ski unterstützt. Naturgemäß findet geschnittenes Fahren seine Verbreitung vorwiegend im Rennlauf, zur Tempokontrolle gesteuerte Schwünge werden im sportlichen Freizeitskilauf eingesetzt.
- Streckendes Drehen der Beine unter dem Körper (gegen die Masse des Oberkörpers) zum bürstenden Drehen (driften) des Systems. Vorwiegend im Massenskilauf angewendet, aber auch im Genussskilauf des Könners wie etwa beim Tiefschneefahren oder Firnfahren. Driftendes Drehen ermöglicht feine Dosierung der Fahrgeschwindigkeit und laufende Anpassung des Radius. Es wird in der Grundschule verwendet, aber auch vom Könnern und Rennläufer in bestimmten Fahrsituationen.
- Für jede Art der Schwungsteuerung, ob rutschen oder schneiden, ist immer ein feinkoordiniertes Verschieben des Körperschwerpunktes entlang der Skilängsachse hilfreich. Hierbei hat die Biegesteifigkeit der Skier einen großen Einfluss. Diese Tatsache wird im "Zeitalter der Skitaillierungen und Radiusangaben" gerne vergessen.

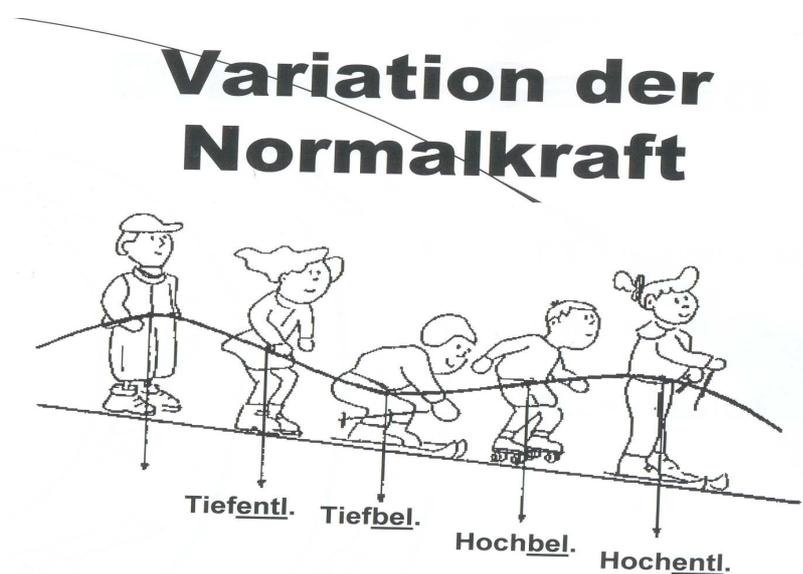
### 3 Entlastungsformen

#### Hochentlastung:

- Längere Entlastungsphase
- Einfachere Bewegung
- Erhöhter Druck am Schwungende
- Dosierte Andriften

#### Tiefentlastung:

- Schnellere Entlastung
- Schneller Belastung bei nächstem Schwung
- Kompaktere Position (Luftwiderstand)

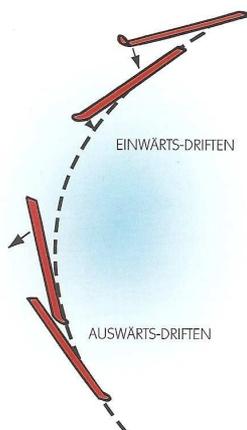


## 4 Carven

- 1868 in der Region Telemark "Telemarschweifung"
- 1977 Reinhard Fischer stärker taillierte Ski stärker beschleunigen.
- alpine Skisport Ende der 80er Jahre Krise -> Snowboarden
- Kneissl -> Big Foot, Ergo
- 1992 Elan Parabolic
- 90er Jahre USA shaped skis
- Carving-Trend erreichte im Jahr 2001 mit über 900.000 verkauften Ski seinen Höhepunkt.

### 4.1 Bewegung der Ski

- **Gleiten:** Der Ski bewegt sich in Längsrichtung auf der Unterlage
- **Rutschen:** Der Ski bewegt sich abweichend von seiner Längsrichtung auf der Unterlage. Es gibt immer eine Gleit- und eine Rutschkomponente.
- **Seitrutschen:** Seitrutschen ist Rutschen ohne Richtungsänderung (= Querrutschen od. Schrägrutschen).
- **Driften:** Driften ist Kurvenfahren mit Rutschkomponente. Je geringer die Rutschkomponente desto geringer die Bremswirkung (Reibung).
- **Kurve:** Ein Schwung ist ein Driften der Ski auf gleichen Kanten oder ein Driften eines Ski.
- **Einwärts-Driften:** Der Ski driftet vorwiegend mit seinem Vorderteil nach der Kurveninnenseite.
- **Auswärts-Driften:** Der Ski driftet vorwiegend mit seinem hinteren Teil nach der Kurvenaußenseite. Bei einem Schwung driften in der Steuerphase meistens beide Ski auswärts.



Beim Kurvenfahren in Pflugstellung driftet der Innenski einwärts, der Außenski auswärts. Im Allgemeinen werden die Ski durch Muskelkraft in die für die Erzeugung der nötigen Führungskräfte richtige Stellung gebracht. Die Führungskräfte bewirken dann den angestrebten Ablauf, z.B. eine bestimmte Kurve.

### 4.2 Unterschied Carvingski und herkömmlichen Ski

Der Unterschied zu einem konventionellen Ski fällt dem Betrachter sofort ins Auge: Während der Carving-Ski in der Mitte ähnlich schmal wie ein herkömmlicher Alpinski ist, sind Schaufel und Ski-Ende erheblich verbreitert. Somit ergibt sich eine deutlichere "Taillierung" des Carving-Skis. Zusätzlich ist der Ski deutlich kürzer als ein konventioneller Ski.



Abbildung 4: Formvergleich zwischen Carving- und konventionellem Ski

Die geringere Länge und die aus der neuen Schaufel- und Endbreite resultierende stärkere Ausprägung der Taillierung sind maßgeblich für das neue Fahrgefühl mit Carving-Skiern. Der Ski dreht leichter und erlaubt schon bei niedrigen Geschwindigkeiten auf den Kanten gefahrene Schwünge.

### 4.3 Taillierung und Taillierungsradius

Die Taillierung eines Skis ist definiert als der geometrische Linienzug von der breitesten Stelle an der Schaufel über die Skimitte zur breitesten Stelle am Ski-Ende. Die Skikante beschreibt zwischen den maximalen Breiten an der Schaufel und am Ski-Ende einen Kreisbogen. Dieser Kreisbogen lässt sich zu einem Kreis vervollständigen.

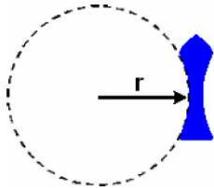


Abbildung 5: Taillierungsradius

Der Radius des Kreises ist der Taillierungsradius des Skis.

Wegen seiner Tailenform liegt ein gekanteter und belasteter Ski in einem Bogen auf der Unterlage. Beim Gleiten bewegt er sich daher entlang einer Kurve, man spricht von Carven.

### 4.4 Anstellwinkel

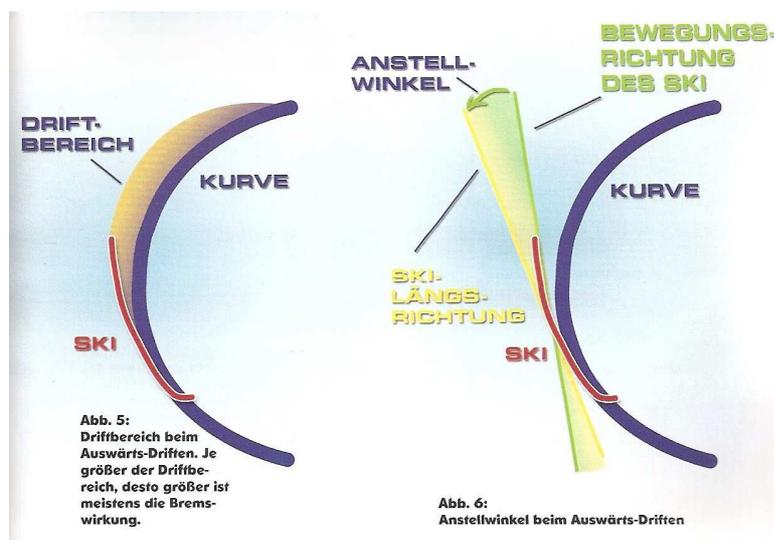
Der Anstellwinkel gibt an, wie weit die Längsrichtung eines Skis von dessen Fahrtrichtung abweicht. Wenn beim Kurvenfahren der Kantendruck nicht ausreicht oder die Ski für die Kurve nicht stark genug durchgebogen werden können, kommt es zu einer Rutschkomponente, also zum Driften.

Die Skilängsrichtung der Ski weicht von deren Fahrtrichtung ab (Abb.5).

Weil die Ski durchgebogen sind, hat ihre Laufsohle nicht an allen Stellen die gleiche Längsrichtung. Daher gilt als Skilängsrichtung eines Skis die Längsrichtung der Laufsohle unter der Schuhmitte.

Weil sich die Ski beim Kurvenfahren um den Kurvenmittelpunkt drehen, bewegen sich nicht alle ihre Punkte gleichzeitig in die gleiche Richtung. Daher bezieht man sich auch bei der Bestimmung der Fortbewegungsrichtung eines Skis auf den Punkt unter der Schuhmitte.

Der Anstellwinkel ist der Winkel zwischen der Fortbewegungsrichtung und der Längsrichtung des Skis, gegen die Fortbewegungsrichtung gesehen.



Er gilt als positiv, wenn die Skilängsrichtung gegenüber der Fortbewegungsrichtung nach der Kurvenaußenseite abweicht. Wenn die Skilängsrichtung gegenüber der Fortbewegungsrichtung nach der Kurveninnenseite abweicht, gilt er als negativ. Er ist also beim Auswärts-Driften positiv, beim reinen Carven praktisch null und beim Einwärts-Driften negativ (Abb.6).

### 4.5 Aufkantwinkel

Der Aufkantwinkel ist der Winkel zwischen Schneeoberfläche und Belagfläche des Skis.



Erhöhungsplatten:  
 30 mm Erhöhung erlauben einen 20 Grad größeren Aufkantwinkel

Skirennlauf:  
 max. 55mm Gesamthöhe

Eine stärkere Durchbiegung des Skis auf der Kante resultiert in einem kleineren Schwungradradius.

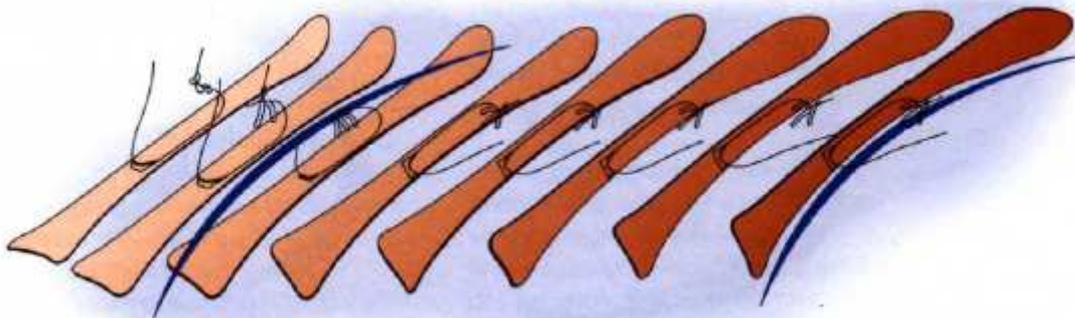


Abbildung 7: Verstärkter Kanteneinsatz: Kurvenfahren mit Hilfe der Skitailierung

### 4.6 Bewegungsmerkmale des Carvens

Theoretisch gibt es zwei Möglichkeiten mit einem Alpinski zu schwingen:

- a) den gedrifteten Schwung
- b) den geschnittenen Schwung

SW =  
 Schneewiderstandskraft  
 FT = Trägheitskräfte  
 N = Normalabstand



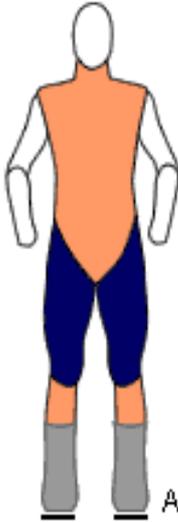
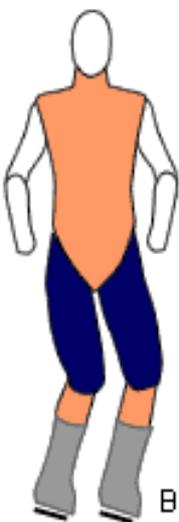
Abbildung 8:  
 a) gedrifteter Schwung  
 und  
 b) geschnittener Schwung

Bei einem gedrifteten Schwung (Abb. 8a) wird der Richtungswechsel durch aktives Drehen der Ski herbeigeführt. Während der Kurvenfahrt rutschen die Kanten über den Schnee. (SW = FT; je größer N desto mehr Rutschanteil)

Bei einem geschnittenen Schwung (Abb. 8b) wird der Schwung durch das seitliche Aufkanten der Ski eingeleitet. Der Ski gleitet entlang seiner Kante und beschreibt aufgrund seiner Taillierung eine Kurve. Der Schwung wird vollständig auf der Kante gefahren und enthält keinen Rutschanteil. (SW = FT)  
 In der Praxis kommen der gedriftete und der geschnittene Schwung so gut wie nie in Reinform vor. Je nach Schneebeschaffenheit und Fahrkönnen treten die verschiedensten Mischformen auf.

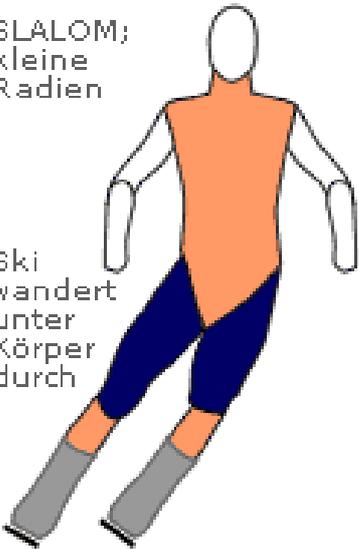
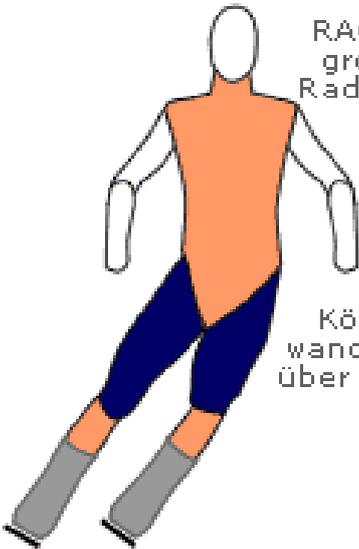
**Möglichkeiten und Formen des Aufkantens**

**KANTEN: KNIE / HÜFTKNICK / SCHRÄGLAGE**

Neutrale, schulterbreite Position: Die Ski liegen plan auf	Knie nach der Seite bewegen; bewirkt leichtes Aufkanten der Ski	"Hüftknick"; großer Aufkantwinkel der Beine mit "Balanceausgleich" durch Oberkörper	Schräglage des ganzen Körpers soweit es die Fliehkraft zulässt
 <p>A</p>	 <p>B</p>	 <p>C</p>	 <p>D</p>

© www.carving-ski.de, Uwe Hanss

**KANTEN- / SCHWUNG-WECHSEL** © www.carving-ski.de

SLALOM; kleine Radien	Ski wandert unter Körper durch	RACE; große Radien	Körper wandert über Ski
			



## 4.7 Bewegungsphasen

Die Bewegungsphasen eines Einzelschwunges im österreichischen Skilehrweg:

- Vorbereitungsphase
- Hauptphase
- Endphase

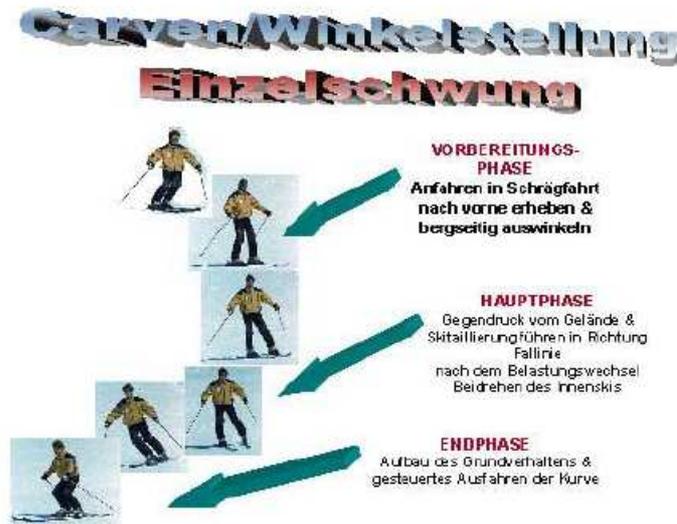


Abb.: Schematische Darstellung der Bewegungsphasen - Carven/Winkelstellung Einzelschwung

## 4.8 Schwungfolge



Abb.: Schematische Darstellung Carven - Schwungfolge

## 4.9 Carving und körperliche Belastung

Die Carvingstechnik erlaubt engere Kurvenradien, wobei schon bei niedrigen Geschwindigkeiten erhöhte Fliehkräfte (Zentrifugalkräfte) auf den Skifahrer wirken. Die Zentrifugalkraft ist nach physikalischen Gesetzmäßigkeiten abhängig vom Kurvenradius (R), der Masse (M) des Skiläufers und seiner Geschwindigkeit (v):

$$Z = \frac{(mv^2)}{r}$$

Dementsprechend erhöht sich die zentrifugal einwirkende Kraft mit steigender Masse und Geschwindigkeit des Skifahrers, während ein größerer Kurvenradius eine Verringerung der Zentrifugalkraft bewirkt. Der Skifahrer muss beim Durchfahren von Kurven diesen Zentrifugalkräften durch Einnehmen einer Kurvenlage und Einsatz entsprechender Muskelkraft entsprechende Gegenkräfte (Zentripetalkräfte) entgegensetzen, um auf der gewählten Bahn zu bleiben und nicht aus der Kurve getragen zu werden. Beim ideal geschnittenen Schwung bilden Zentrifugalkraft ( $F_z'$ ) und Zentripetalkraft ( $F_z$ ) ein Kräftegleichgewicht und heben sich damit gegenseitig auf.

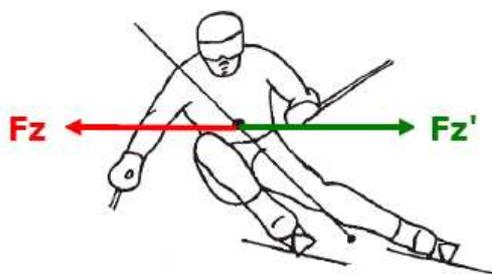


Abbildung 10: Kräftegleichgewicht von Zentripetalkraft  $F_z$  und Zentrifugalkraft  $F_z'$

Aufgrund der Abhängigkeit der Zentrifugalkräfte von der Fahrgeschwindigkeit, der Masse des Skiläufers und dem Kurvenradius lässt ein vereinfachtes Rechenmodell eine näherungsweise Einschätzung der Belastung auf den Skifahrer zu.

Unter der Annahme, dass ein Skifahrer Kurven mit einem Radius fährt, die dem Taillierungsradius des Carving-Skis entsprechen, lassen sich für die Geschwindigkeitsbereiche 10 km/h, 20 km/h und 40 km/h folgende Belastungen durch Zentrifugalkräfte ( $F_z$ ) ermitteln:

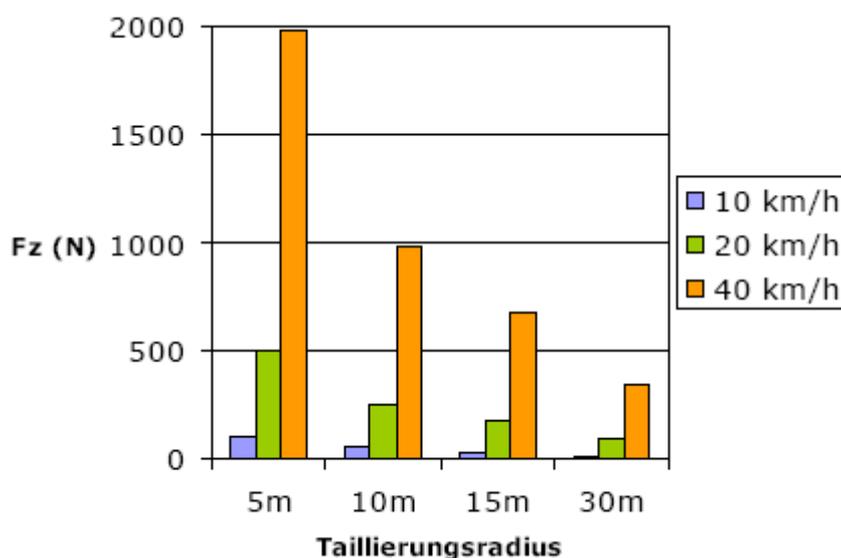


Abbildung 11: Zentrifugalkräfte in Abhängigkeit von Radius und Geschwindigkeit. Bezugsgewicht des Skifahrers 80 kg

Wie die Grafik erkennen lässt, steigt die Zentrifugalkraft mit zunehmender Geschwindigkeit und abnehmendem Taillierungsradius überproportional an.

Die Zentrifugalkraft wirkt zusätzlich zur eigenen Gewichtskraft auf den Skifahrer ein. Fährt ein Skifahrer beispielsweise mit einer Geschwindigkeit von 40 km/h einen geschnittenen Schwung mit einem Radius von 15 m, muss er zusätzlich zu den 800 N zur Kompensation seines Körpergewichts weitere 600 N zur Kompensation der Fliehkraft aufbringen. Kommen in dieser Fahrsituation weitere vertikale Beschleunigungen (z.B. Unebenheiten der Skipiste) hinzu, so muss der Skifahrer während des Schwungverlaufs das Doppelte seines Körpergewichts muskulär gegenhalten, und dies bei in der Regel gebeugten Kniegelenken.

#### 4.10 Erhöhung des Drucks

- Stärkeres Aufkanten -> stärkere Durchbiegung der Ski -> engerer Kurvenradius
- Erhöhen der Fahrtgeschwindigkeit
- Verspannen der Beinmuskulatur
- Ausnutzen von Geländegegebenheiten
- Größeres Körpergewicht
- Zusätzliche Vertikalbewegungen

#### 4.11 Schanzenwirkung

Mit dem Wechsel der Kurvenlage ist auch immer ein Hub, vor allem der Unterschenkel verbunden. Wenn die Unterschenkel von einer Seite auf die andere geneigt werden, so richte sie sich zunächst auf und neigen sich dann nach der anderen Seite. In dem Aufrichten ist eine Hubkomponente enthalten, die zu einer Entlastung führt. Man bezeichnet diese Wirkung, die sich aus der Radiusverkürzung gegen Kurven-Ende zu ergibt, als Schanzenwirkung. Je größer die Geschwindigkeit und je ausgeprägter der Fish-Hook, desto schneller erfolgt das Kippen von einer Kurvenlage in die entgegengesetzte, desto ausgeprägter ist die Entlastung durch die Schanzenwirkung. Der Läufer wird beim Schwungwechsel hochgeschleudert, er springt nicht aktiv, „er wird gesprungen“.

## 5 Mechanismen

### 5.1. Vorseitbeuge



Die Vorseitbeuge ist keine „Haltung“, sondern ein Vorgang. Es ist ein kontinuierlicher Vorgang, der im Laufe eine Kurve zu wachsender Ausprägung der Vorseitbeuge führt: Zu Kurvenbeginn ist sie am geringsten und meistens knapp vor Kurven-Ende am stärksten.

Die Vorseitbeuge erfüllt vor allem 3 Aufgaben:

- Vergrößerung des Kantwinkels
- Korrektur bei Verlust des Kantengriffs
- Korrektur bei überraschendem Widerstand beim Auswärtsdriften

**Vergrößerung des Kantwinkels:**

Will man den Kantwinkel vergrößern, also die Beine stärker nach der Kurveninnenseite neigen, so muss man zum Ausgleich den Oberkörper nach außen neigen. Weil man sich aus anatomischen Gründen nicht ungehindert rein seitlich neigen kann, dreht man das Becken so, dass seine Vorderseite mehr oder weniger nach der Kurvenaußenseite weist und vorbeugt sich. Bei diesem Vorbeugen sind Schulter- und Beckenachse annähernd parallel. Der Kantgriff muss während einer Kurve gegen Ende zu kontinuierlich verstärkt werden, damit man nicht hangabwärts wegrutscht. Es handelt sich also nicht um eine „Haltung“ während einer Kurve, sondern um eine Bewegung.

**Verlust des Kantengriffs:**

Wenn man aus einer Vorseitbeuge den Oberkörper abrupt aufrichtet, werden die Ski als Reaktion gegen den Hang gedrückt und der Kantengriff kurzzeitig erhöht. Das genügt meistens, um z.B. eine überraschend glatte Stelle zu überwinden. Auch deshalb wird gegen Kurven-Ende die Vorseitbeuge verstärkt.

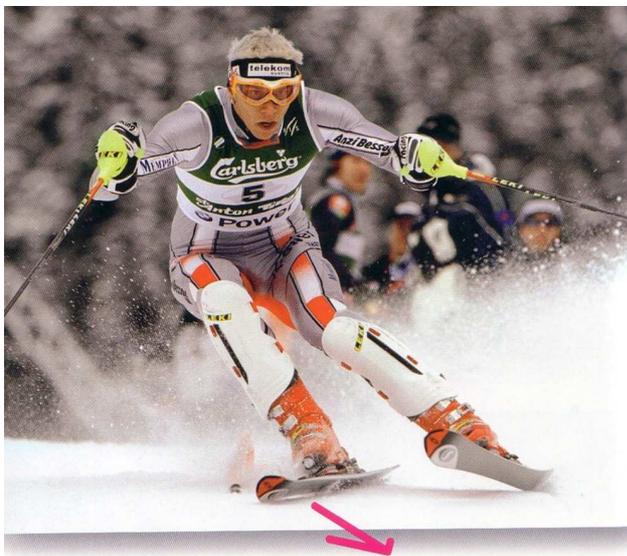
**Widerstand beim Auswärts-Driften:**

Wenn während des Auswärts-Driftens die Ski überraschend hängen bleiben (Rillen,...) ergibt das einen Bremsstoß an den Füßen. Der Läufer kippt nach der Kurvenaußenseite. Auch gegen diese Gefahr ist die Vorseitbeuge eine günstige Bereitschaftsstellung.

Vorseitbeugen und damit zwangsläufig verbunden die richtige Beckenstellung sind also wichtige Bausteine des alpinen Skilaufs.

**5.2. Druckgeben – Talskiende**

Damit Einwärts-Driften und nicht Schräggrutschen zu Beginn einer Kurve talwärts entsteht, muss man beim Flachstellen der Ski dafür sorgen, dass nur die Schaufeln und nicht auch die Ski-Enden abrutschen. Dazu gibt es mehrere Möglichkeiten, wobei sich das Druckgeben mit dem Talskiende sich am besten eignet.



Enge Kurven, hohes Tempo:

- Anstellwinkel nötig
- Druckgeben mit dem Talskiende
- Beginn des Einwärtsdriftens

### 5.3. Standfläche



Breite Skiführung ergibt nicht immer breite Standfläche:

Außenbein fast gestreckt -  
Innenbein stark gebeugt -  
Innenski knapp beim Knie des  
Außenbeins

### 5.4. Hocke beim Kurvenwechsel

Infolge der Schanzenwirkung entsteht beim Kurvenwechsel häufig eine kurzzeitige deutliche Hocke, nicht als statische Stellung, sondern als Durchgangsphase. Meistens befindet sich der Läufer dabei in der Luft, also handelt es sich eher um eine Entspannungsphase. Bei dieser Hocke bilden Unterschenkel und Ski zu Unterschenkel und Oberschenkel einen rechten Winkel. Die Skifahrer streben diese Hocke an. Sie sperren bei der Schanzenwirkung die Beine nicht und vermeiden so, dass sie insgesamt hochgeschleudert werden, daher werden nur die Knie hochgestoßen. In dieser Hocke sind sie nämlich besonders wendig.



## 5.5. Nachrotieren



### Beschleunigungsmechanismus:

Im Laufe der Steuerphase wird ein Rotationsimpuls (Rumpf bzw. Schultergürtel bzw. Außenarm) aufgebaut und gegen Ende des Schwungs auf den ganzen Skifahrer übertragen.

Wenn die Ski beim Fish-Hook rattern, ist das meistens ein Zeichen dafür, dass der Kantengriff nicht ausreicht- deutlicheres Nachrotieren wäre eine Lösung. Im Torlauf erkennt man das Nachrotieren am „runden“ seitlichen vorschwingen des Außenarms zu Abwehr der Torstangen- die Beckenstellung bleibt trotzdem richtig.

## 6.1 Vorlage – Rücklage

Vorlage (Schaufeldruck) während einer Kurve erhöht die Bremsung am Skivorderteil. Dauerrücklage behindert das Steuern und ist daher ein Unsicherheitsfaktor. Der gekonnte Wechsel zwischen Mittellage und beherrschter (dosierter) Rücklage gegen Kurven-Ende zu ist ein Kennzeichen des guten Skifahrers. Es handelt sich dabei um einen dynamischen Prozess.

### **Wodurch entsteht diese „Rücklage“ am Kurven-Ende?**

Im Allgemeinen sorgt die Vertikalbewegung während einer Kurve für die nötige Rücklage gegen Kurven-Ende.

Wenn man während einer Kurve z.B. in die Hocke geht, also den Rumpf näher an die Ski heranbringt, so entsteht eine Rücklage. Bei einer Kurve (=Drehung um den Kurvenmittelpunkt) bewegt sich nämlich der Rumpf wegen der Kurvenlage auf einer inneren Bahn, die Ski auf einer äußeren. Man muss die Rücklage also nicht aktiv etwa durch „Rückwärts-neigen“ erzeugen. Sie entsteht am Kurven-Ende von selbst durch eine angepasste Tiefbewegung und den Beginn des Wechsels der Kurvenlage.

## 6.2 Knievorlage

Im Verlauf einer Kurve ändert sich der Winkel zwischen Ski und Unterschenkel. Die Bewegung erfolgt im oberen Sprunggelenk. Durch die Skischuhe ist der Bewegungsumfang sehr eingeschränkt, nach hinten durch den Heckspoiler, nach vorne durch den Frontspoiler. Der Heckspoiler gibt Sicherheit gegen einen Sturz nach hinten. Die Einschränkung nach vorne verhindert ein zu starkes Vorneigen der Unterschenkel.

## 6.3 Federn

### **Federn über die Unterschenkel:**

Die oberen Sprunggelenke dienen nur unwesentlich dem Federn; denn beim Vorneigen der Unterschenkel und wieder aufrichten, also beim Einsatz der Unterschenkel als Schwingarme (=

Federn über die Unterschenkel), bewegen sich die Knie vor allem vor und zurück und nur wenig auf und ab. Es ergeben sich nur etwa 5 cm vertikaler Federweg.

***Federn über die Oberschenkel:***

Bei größeren Bodenwellen federt man über die Oberschenkel. Die Oberschenkel sind dabei die Schwingarme. Erwachsene können damit bis zu 70 cm hohe Bodenwellen ausgleichen.

**Literatur:**

Fetz Friedrich, Müller Erich (1991): Biomechanik der Sportarten, Bd.2, Biomechanik des alpinen Skilaufs. Stuttgart

Mitmannsgruber Peter (2007): Skilauf in der Volks- & Sonderschule. Unveröffentlichtes Skriptum an der Kirchlichen Pädagogischen Hochschule Wien/Krems. Krems

Wallner Hermann (2002<sup>2</sup>): Carven. Skilauf perfekt. Purkersdorf.

Wallner Hermann, Wörndle Werner (2003): Carven. Der Österreichische Skilehrweg. St. Christoph

[http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=977823776&dok\\_var=d1&dok\\_ext=pdf&filename=977823776.pdf](http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=977823776&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=977823776.pdf) [Zugriff am 29.11.2007]

Wallner Hermann (2008): richtig Carven. Die Deutsche Bibliothek