

SHIRO SHIMIZU

Prinzipien des Schwingens des Skis

1. Zusammenhang von Skiform und Richtungsänderung

Um den Einfluß der Skiform auf die Fahrtrichtung zu untersuchen, wurden Skier mit der Länge von ca. 30 cm konstruiert. Sie sind aus Aluminium, weil es leicht in beliebige Form geschnitten werden kann. Aluminium gleitet aber schlecht. Um bessere Gleitfähigkeit zu erzielen, wurde ein Teflon-Film mit einem kleinen Reibungskoeffizienten auf die Gleitseite und die beiden Seitenflächen geklebt. Durch diese Maßnahme ist es möglich, die Skier nicht nur auf Schnee, sondern auch auf Teppichen und Woldecken abfahren zu lassen. Abbildung 1 zeigt die konstruierten Skier in drei typischen Formen:

Rechteckige Form: Die Form ist weder konkav noch konvex.

Konkave Form: Der Ski ist normal tailliert.

Konvexe Form: Der Mittelteil des Skis ist breiter als der vordere und der hintere Teil.

Mit Hilfe eines Befestigers (Abb. 2) wurden die beiden Skier in gekanteter Stellung fixiert. Die Skier standen auf der linken Kante in Fahrtrichtung. Man ließ die gekanteten Mini-Skier in drei Richtungen abfahren (Abb. 3):
In Fallinie (0° zur Fallinie).

In Schrägfahrt auf der Bergkante (45° zur Fallinie).
In Schrägfahrt auf der Talkante (-45° zur Fallinie).

Aus diesem Versuch ergaben sich folgende Punkte:

1. Fahrt in der Fallinie (0°): Der Ski mit rechteckiger Form fuhr geradeaus (Abb. 8). Der Ski mit konkaver Form fuhr nach links. Der Ski mit konvexer Form fuhr nach rechts. Das heißt, Skier mit verschiedenen Formen führen in verschiedene Richtungen entsprechend ihrer Form, wenn sie auf der gleichen Kante abfahren.
2. Schrägfahrt auf der Bergkante (45° zur Fallinie) (Abb. 9): Der Ski mit rechteckiger Form fuhr schräg weiter in Anfangsrichtung. Der Ski mit konkaver Form drehte bergwärts entsprechend seiner Form. Der Ski mit konvexer Form drehte seltsamerweise talwärts. Dies ist sehr interessant. Skifahrer

wissen aus Erfahrung, daß der Ski mit normaler Form bergwärts dreht, wenn er die Bergseite der Skier kantet und schräg abfährt. Aber hier drehte der Ski mit konvexer Form, bergseitig gekantet, talwärts.

3. Schrägfahrt auf der Talkante (-45° zur Fallinie): (Abb. 10) Der Ski mit rechteckiger Form fuhr weder bergwärts noch talwärts. Er fuhr auf der Talkante schräg in die Richtung, in die er am Anfang gesetzt wurde. Der Ski mit konkaver Form drehte talwärts entsprechend seiner Form. Dies bedeutet, daß der normale Ski zum Tal dreht, wenn der Skifahrer ständig auf der Talkante schräg abfährt. Der Ski mit konvexer Form drehte bergwärts.

Zusammenfassend kann man folgendes sagen: Der Ski mit rechteckiger Form fährt in die Richtung, in die er zuerst gesetzt wurde, unabhängig in welche Richtung er startet (Abb. 4). Der Ski mit konkaver Form dreht bergwärts entsprechend der Form, wenn er auf der Bergkante in die schräge Richtung, d. h. in der normalen Schrägfahrt, abfährt (Abb. 5). Er dreht auch bergwärts, wenn sich die Startrichtung der Fallinie nähert. Er dreht über die Fallinie in die gleiche Richtung, wenn er beim Start auf der Talkante abfährt. Hingegen dreht der Ski mit konvexer Form talwärts entsprechend seiner Form, wenn er auf der Bergkante in die Schrägfahrt startet. Er dreht talwärts in die gleiche Richtung, wenn sich die Startrichtung der Fallinie nähert. Er dreht auch in die gleiche Richtung (d. h. also bergwärts), wenn er beim Start auf der Talkante abfährt (Abb. 6).

Der Versuch mit den Mini-Skiern ergibt, daß der Ski die Eigenschaft hat, entsprechend der Form der Kantenlinie zu drehen, d. h., wenn der Ski die konvexe Form hat, dreht er so, daß diese konvexe Linie die Fahrtrichtung bestimmt; wenn er konkav ist, fährt er eine Spur, die diese konkave Linie enthält; und wenn die Form geradlinig ist, fährt der Ski geradlinig. Die Ergebnisse mit dem Ski konvexer Form zeigen klar den Zusammenhang der Form des Skis mit der Fahrtrichtung. Diese Entdeckung hat wichtige Bedeutung für die Entwicklung des Skis.

2. Möglichkeiten für hintereinanderfolgende Schwünge

Der Versuch mit den Mini-Skiern zeigt, daß die Form des Skis und der Kanteneinsatz wichtige Rollen beim Schwingen spielen. Diese Mini-Skier können einen Bogen machen, aber keine hintereinanderfolgenden Schwünge ausführen. Nun entsteht die Frage, wie die hintereinanderfolgenden Schwünge zustande kommen. Dafür ist der Kantenwechsel in der Endphase eines Schwunges notwendig. Als Voraussetzung hierzu wird die Anwendung des Skis mit normaler Form genommen.

1. Modell der Adduktion und Abduktion im Hüftgelenk (des Öffnens und des Schließens der Beine).

Das obere Bild in Abbildung 7 zeigt die Körperhaltung beim Schußfahren als eine der Grundkörperhaltungen. Wenn man in dieser Körperhaltung auf dem Hang steht, berührt der Bergski den Hang, aber der Talski bleibt in der Luft.

Das mittlere Bild der gleichen Abbildung zeigt dieselbe Körperhaltung, aber mit Ad- und Abduktion in den Hüftgelenken. Auf dem Hang werden die beiden Skier gleichermaßen gekantet. Ein Skiroboter auf Alpinskiern (Abb. 11) wurde als ein konkretes Beispiel dieses Modells entwickelt. Er hat an den beiden Enden des Hüftteils Scharniere, die die Beine mit dem Hüftteil verbinden. Unter dem Bein ist der Ski befestigt. Ein Servomotor im Hüftteil dient durch die entsprechende Bewegung der Ad- und Abduktion im Hüftgelenk zum Bewegen der Beine und der Skier. Bei diesem Roboter bewegt sich der Ski, der am Bein befestigt ist, auf der Mantelfläche (Innenseite) eines Zylinders, der die Achse des Scharniers als Mittelachse hat. Das Ausmaß der Ad- bzw. Abduktion im Hüftgelenk bestimmt, wie stark der Kanteneinsatz ist. Der Roboter mit der Ad- und Abduktion im Hüftgelenk führte erfolgreich den Parallelbogen aus (Abb. 12).

2. Modell des Streckens und des Beugens der Beine.

Das untere Bild in Abbildung 7 zeigt den Grundgedanken des Modells des Streckens und des Beugens der Beine. Der Unterschied in der Höhe der beiden Skier entsteht durch Strecken des Talbeins und/oder Beugen des Bergbeins. Diese Körperhaltung führt auf dem Hang dazu, daß die beiden Skier in gleichem Ausmaß gekantet sind. Ein anderer Skiroboter auf Alpinskiern (Abb. 13) wurde entwickelt; die Beine bewegen sich getrennt nach oben und unten. Durch das Beugen eines Beins und das Strecken des anderen Beins wird das Ausmaß des Kanteneinsatzes geändert. Je stärker gebeugt bzw. gestreckt die Beine sind, desto stärker wird der Kanteneinsatz. Das Kanten durch Beugen und Strecken der Beine führt folglich zur Verlagerung des Schwerpunktes in Richtung zum Mittelpunkt des Schwungradradius. Abbildung 14 zeigt den Parallelschwung des Roboters mit Beugen und Strecken der Beine. In Wirklichkeit spielen im Skilauf natürlich die Hüft-, Knie- und Sprunggelenke beim Beugen und Strecken der Beine mit. Die oben gezeigten Skiroboter mit Bein Strecken und -beugen bzw. mit Ad- und Abduktion in den Hüftgelenken sind fähig, Parallelschwünge auszuführen, aber sie können keinen Pflugbogen oder Stemmschwung fahren.

3. Grundkörperhaltungen beim Schußfahren, Pflugbogen und Schrägfahren

Die beiden Modelle der Skiroboter können den geschnittenen Parallelschwung fahren. Die Spur auf dem Schnee stimmt fast mit dem Krümmungskreis der Skiform überein. Beim Skifahren in Wirklichkeit genügt es nicht, den Schwungradradius allein durch das schneidende Fahren zu dosieren. Es ist notwendig, den Schwung durch das Rutschen des Skis zu steuern. Das Rutschen gehört auch zu praktischem Pflugbogen und Stemmschwung. Diese Forderungen werden mit dem Skiroboter mit der Rotation im Hüftgelenk erfüllt. Über dieses Modell wurde schon berichtet (SHIMIZU 1987). Die Eigenschaften der Bewegungen des Modells werden wie folgt zusammengefaßt:

Wird aus der Schußfahrtstellung in beiden Hüftgelenken nach innen rotiert,

kommt man zur Pflugstellung. Wird aus der Schußfahrtstellung im rechten Hüftgelenk nach außen und im linken Hüftgelenk nach innen rotiert, bzw. im rechten Hüftgelenk nach innen und im linken Hüftgelenk nach außen rotiert, kommt man zur Schrägfahrtstellung. Mit dem Winkel von ca. 45° zwischen dem Ski und der Längsachse des Oberschenkels bei der Rotation in den Hüftgelenken können das Drehen (Steuern) des Skis und das Kanten gleichzeitig effektiv durchgeführt werden. Der Skiroboter des Modells „Rotation im Hüftgelenk“ zeigt, daß die Körperhaltungen beim Schußfahren, Pflugbogen und Schrägfahren, die als Grundkörperhaltungen im Skifahren bezeichnet werden, durch die Rotation im Hüftgelenk entstehen (Abb. 15).

4. Skiroboter des Modells „Rotation im Hüftgelenk“: vom Pflugbogen bis zum Parallelschwung

Das Modell der Rotation im Hüftgelenk ist anwendbar vom Pflugbogen bis zum Parallelschwung (Wedeln), und ein einziger Skiroboter führt die notwendigen Bewegungen aus. Mit anderen Worten:

1. Die Grundlage des Pflugbogens ist die Pflugstellung, wo die beiden Skier V-förmig geöffnet sind. Wird im äußeren Hüftgelenk im Schwung stärker nach innen rotiert, wird die Innenkante des äußeren Skis im Schwung stärker eingesetzt. Dann will der schwungäußere Ski entsprechend der Form des Skis drehen. Durch die Rotation im Hüftgelenk ändert der Ski seine Drehrichtung zur Bogenmitte. Dies erleichtert das Drehen des Skis (Abb. 16).
2. Der Stemmschwung ist eine Schwungtechnik, die aus dem Pflugbogen in der ersten Hälfte und dem Parallelschwung in der zweiten Hälfte besteht. Die Skistellung ändert sich von parallel zu V-förmig und wieder zu parallel. Die Körperhaltung ist die Kombination der Körperhaltungen bei Pflugbogen und Schrägfahren (Abb. 17).

3. Der Parallelschwung kann als eine Technik beschrieben werden, die den Schwung zum Hang nach rechts und nach links (Schrägfahrt und Seittrutschen) in einem Schwung verbindet. Die Kanten der beiden Skier werden zur gleichen Zeit gewechselt, indem die Rotation im talseitigen Hüftgelenk nach außen und die Rotation im bergseitigen Hüftgelenk nach innen gleichzeitig geschehen (Abb. 18). Der Parallelschwung kann nicht nur von diesem Roboter mit der Hüftgelenkrotation, sondern auch von den vorhergenannten Robotern mit Ad- und Abduktion im Hüftgelenk bzw. mit Bein Strecken und -beugen ausgeführt werden. Es hat aber große Bedeutung, daß fast alle Schwungstechniken, vom Pflugbogen angefangen bis zum Parallelschwung, durch ein einziges Robotermodell mit der Hüftgelenkrotation auszuführen sind.

Diese Tatsachen zeigen, daß der Pflugbogen, der Stemmschwung und der Parallelschwung keine Schwungstechniken sind, die keinen Zusammenhang zueinander haben. Sie haben dasselbe Prinzip der Rotation im Hüftgelenk als Bewegungselement. Dies fordert dazu auf, die Struktur der Schwungstechniken, die

bisher als kompliziert angesehen wird, zu vereinfachen. Man darf aber nicht vergessen, daß Skifahrer in Wirklichkeit ziemlich komplizierte Bewegungen ausführen, um den Ski beim Schwingen zu steuern. Es ist bedeutungsvoll, die gerätspezifischen Grundelemente beim Schwingen zu kennen.

5. Zusammenfassung

Das Geheimnis des Schwingens des Skis versteckt sich im Ski selber, besonders in seiner Form. Das heißt: Beim taillierten Ski entsteht der Schwung zum Hang, wenn die Bergkante während des Schrägfahrens eingesetzt wird; wird die Talkante eingesetzt, entsteht der Schwung zum Tal. Um Schwünge hintereinander auszuführen, ist der Kantenwechsel in der Endphase des Schwungs notwendig. Als Modelle der Bewegungen zum Kantenwechsel dienen die Roboter mit Ad- und Abduktion im Hüftgelenk und mit Beugen und Strecken der Beine. Diese Roboter sind fähig, geschnittene Schwünge zu fahren, aber unfähig zum Pflugfahren. Ein anderes Modell mit der Rotation im Hüftgelenk ermöglicht das Fahren vom Pflugbogen bis zum Parallelschwung. Die Prinzipien des Schwingens des Skis, die bisher als kompliziert angesehen werden, können durch die Entwicklung des Skiroboters auf Alpinskiern klargestellt werden.

Zum Schluß bedanke ich mich herzlich bei Herrn Prof. F. FETZ für seine Unterstützung meiner Arbeit.

Literaturnachweis

- SHIMIZU, S./MURAKAMI, T.: Entwicklung von Skirobotern. In: Leibesübungen – Leibeserziehung, 39 (1985) 3, 77–81.
 SHIMIZU, S.: Roboter-Schwung – Schwung mit fixiertem Kniegelenk. Leibesübungen – Leibeserziehung, 41 (1987) 10, 231–233.

Anhang

Abb. 1: Skiformen: rechteckig, konkav und konvex

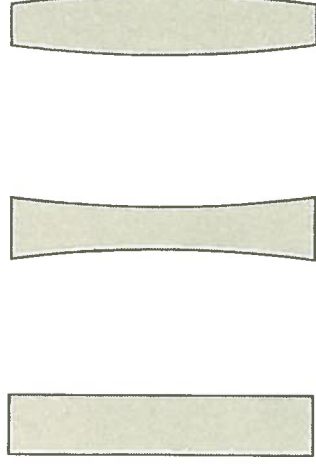


Abb. 2: Befestiger der Skier

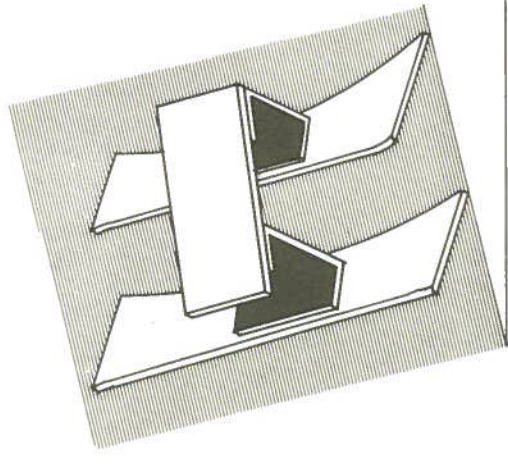


Abb. 3: Abfahrtsrichtung: -45° , 0° und 45°

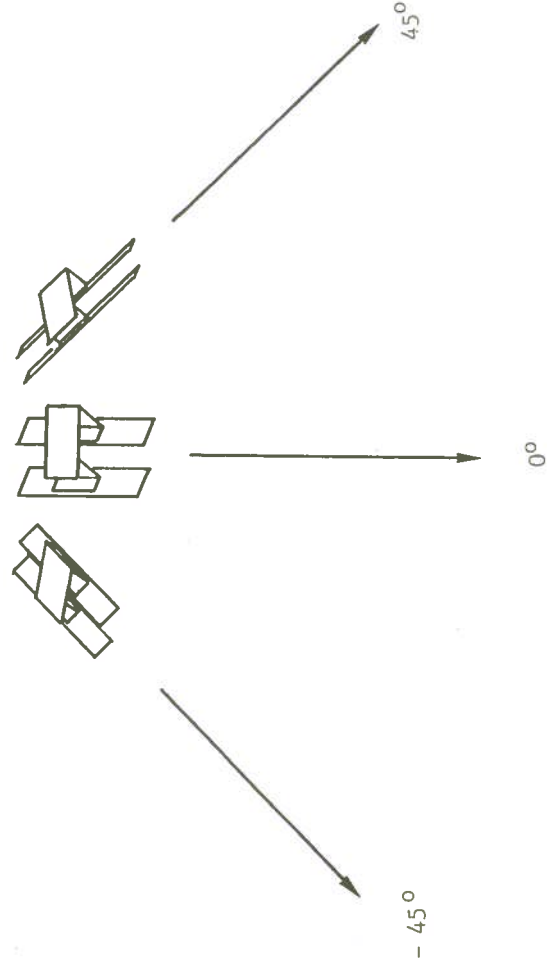


Abb. 4: Der Ski mit rechteckiger Form mit eingesetzten Kanten fährt geradeaus in die Richtung, in die er gesetzt ist

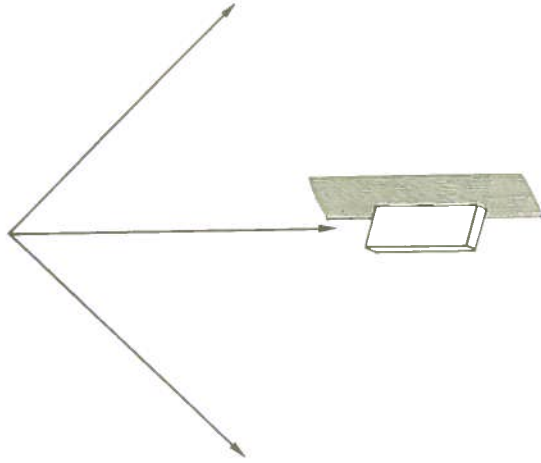


Abb. 5: Der Ski mit konkaver Form dreht nach links, wenn die linke Kante in Fahrtrichtung eingesetzt ist

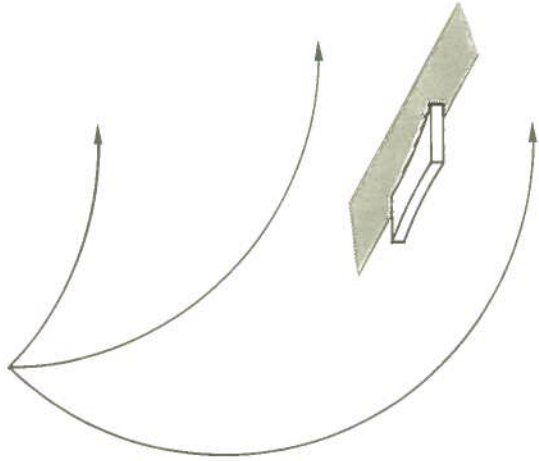


Abb. 6: Der Ski mit konvexer Form dreht nach rechts, wenn die linke Kante in Fahrtrichtung eingesetzt ist

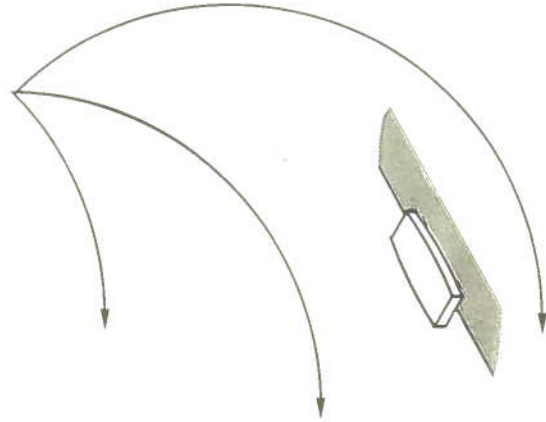


Abb. 7: Oben: Körperhaltung im Schußfahren
Mitte: Ad- und Abduktion im Hüftgelenk und Kanteneinsatz
Unten: Beugen und Strecken der Beine und Kanteneinsatz

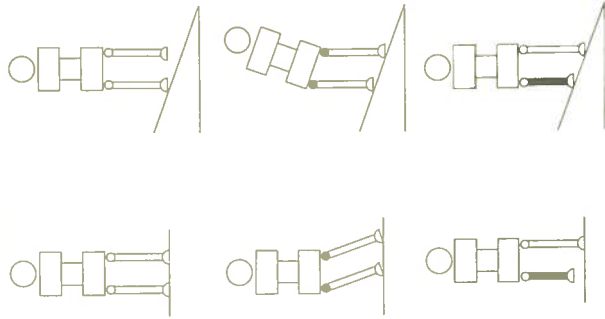


Abb. 8: Die linke Kante in Fahrtrichtung wird eingesetzt; der Ski fährt in der Falllinie ab. Der Ski mit rechteckiger Form fährt geradeaus; der Ski mit konkaver Form dreht bergwärts; der Ski mit konvexer Form dreht talwärts

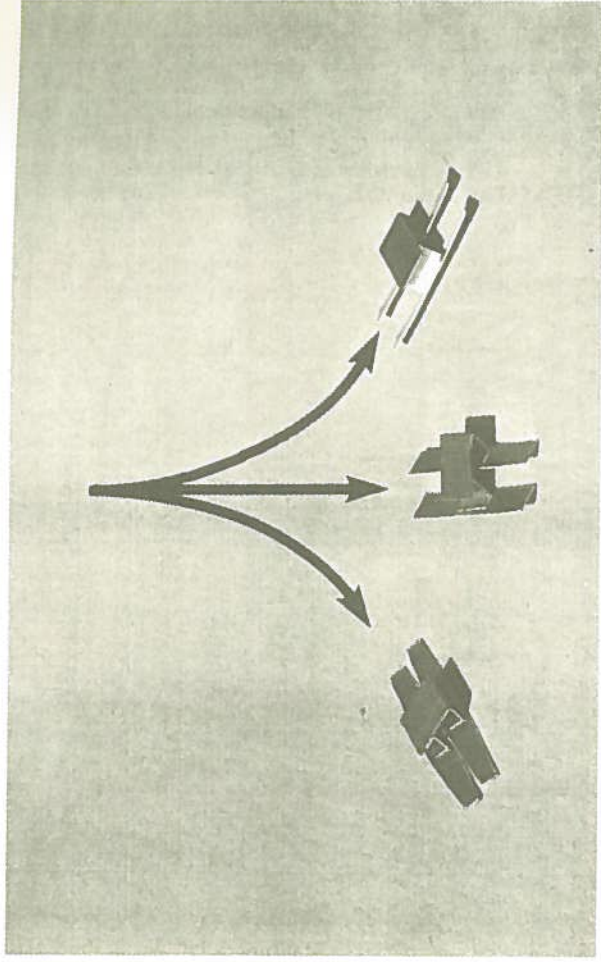


Abb. 9: Die linke Kante in Fahrtrichtung wird eingesetzt; der Ski fährt im Winkel von 45° ab. Der Ski mit rechteckiger Form macht Schrägfahrt; der Ski mit konkaver Form dreht bergwärts; der Ski mit konvexer Form dreht talwärts

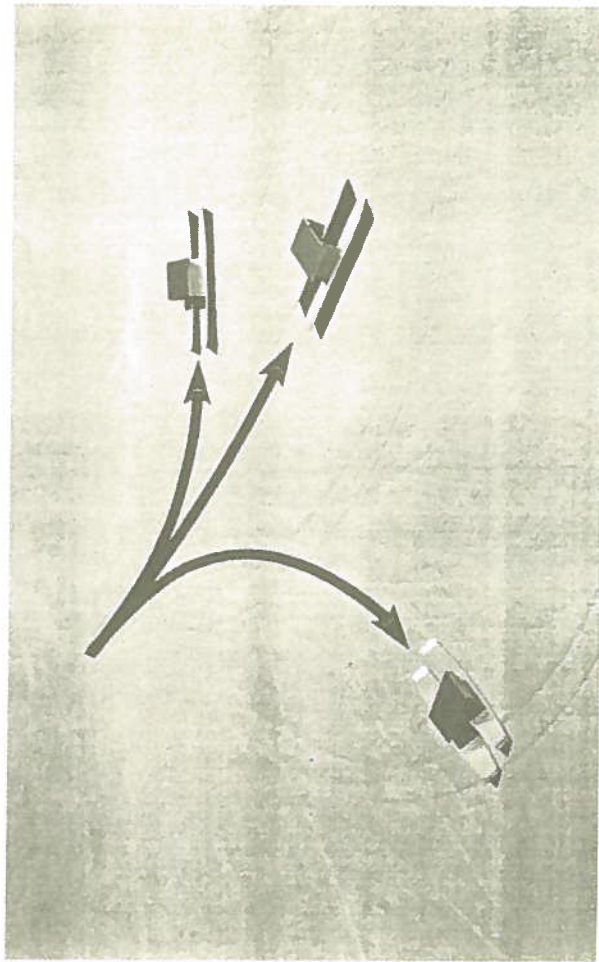


Abb. 10: Die linke Kante in Fahrtrichtung wird eingesetzt; der Ski fährt im Winkel von -45° ab. Der Ski mit rechteckiger Form macht Schrägfahrt auf der Talkante; der Ski mit konkaver Form dreht talwärts; der Ski mit konvexer Form dreht bergwärts

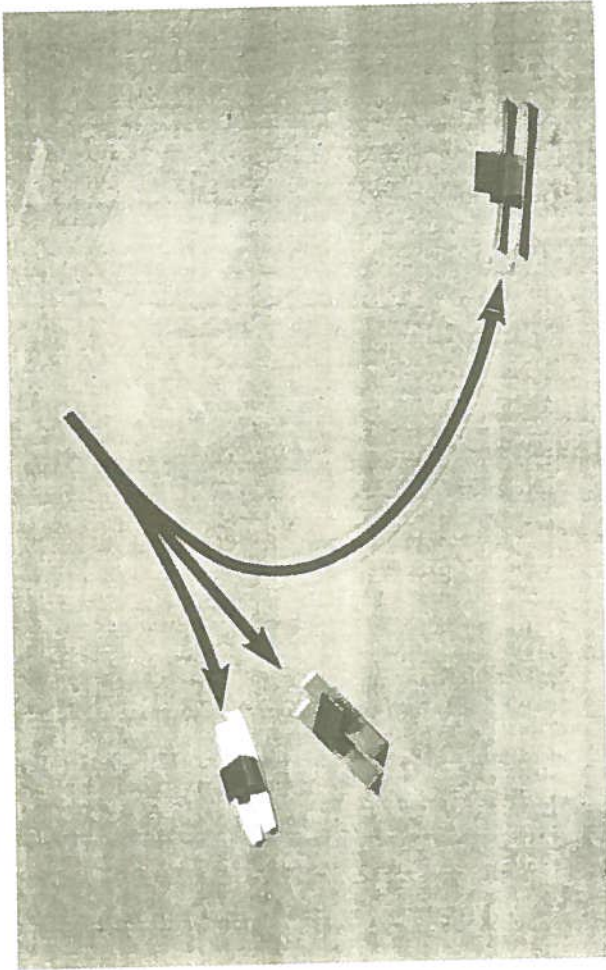


Abb. 11: Skiroboter auf Alpinskiern: Modell der Ad- und Abduktion im Hüftgelenk

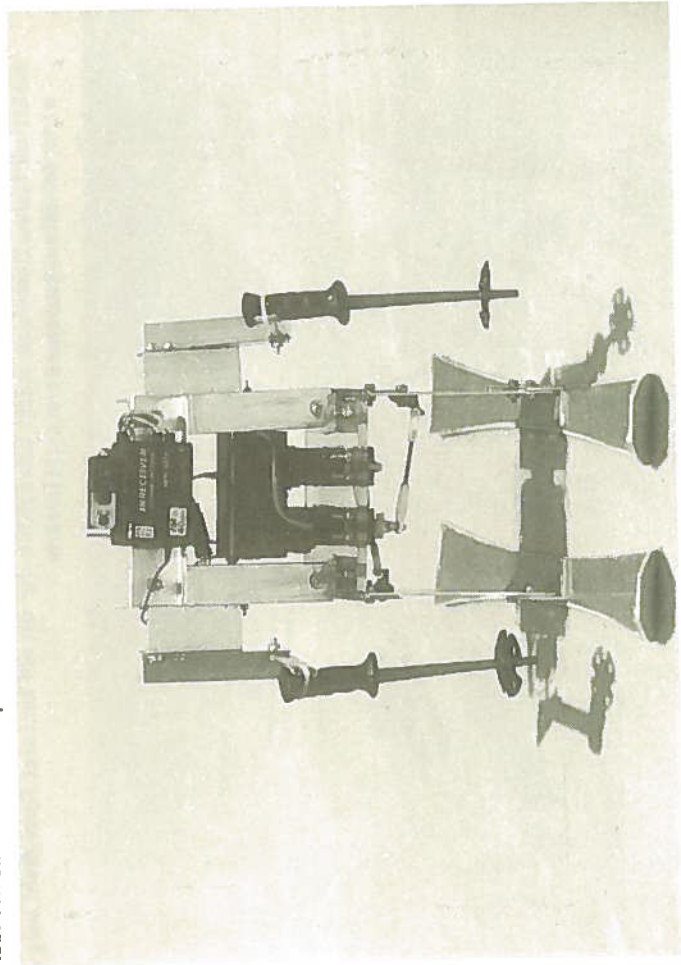
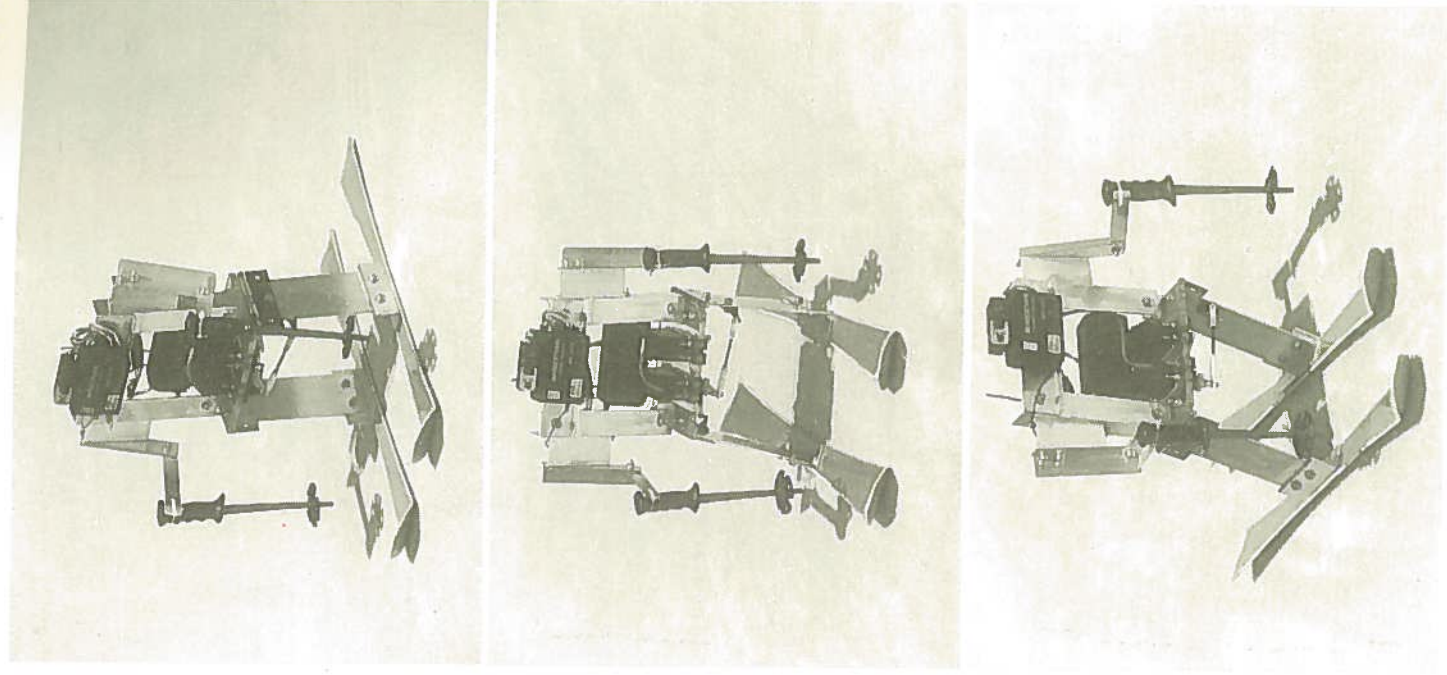


Abb. 12: Parallelschwung des Skiroboters vom Modell der Ad- und Abduktion im Hüftgelenk



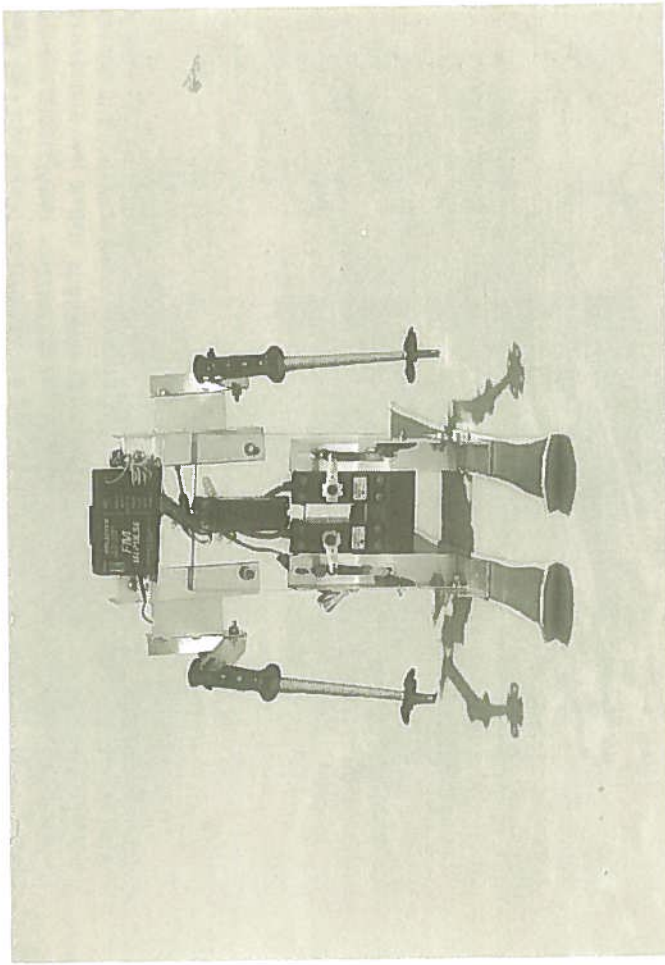


Abb. 13: Skiroboter auf Alpinskiern: Modell des Beugens und Streckens der Beine

Abb. 14: Parallelschwung des Skiroboters vom Modell des Beugens und Streckens der Beine

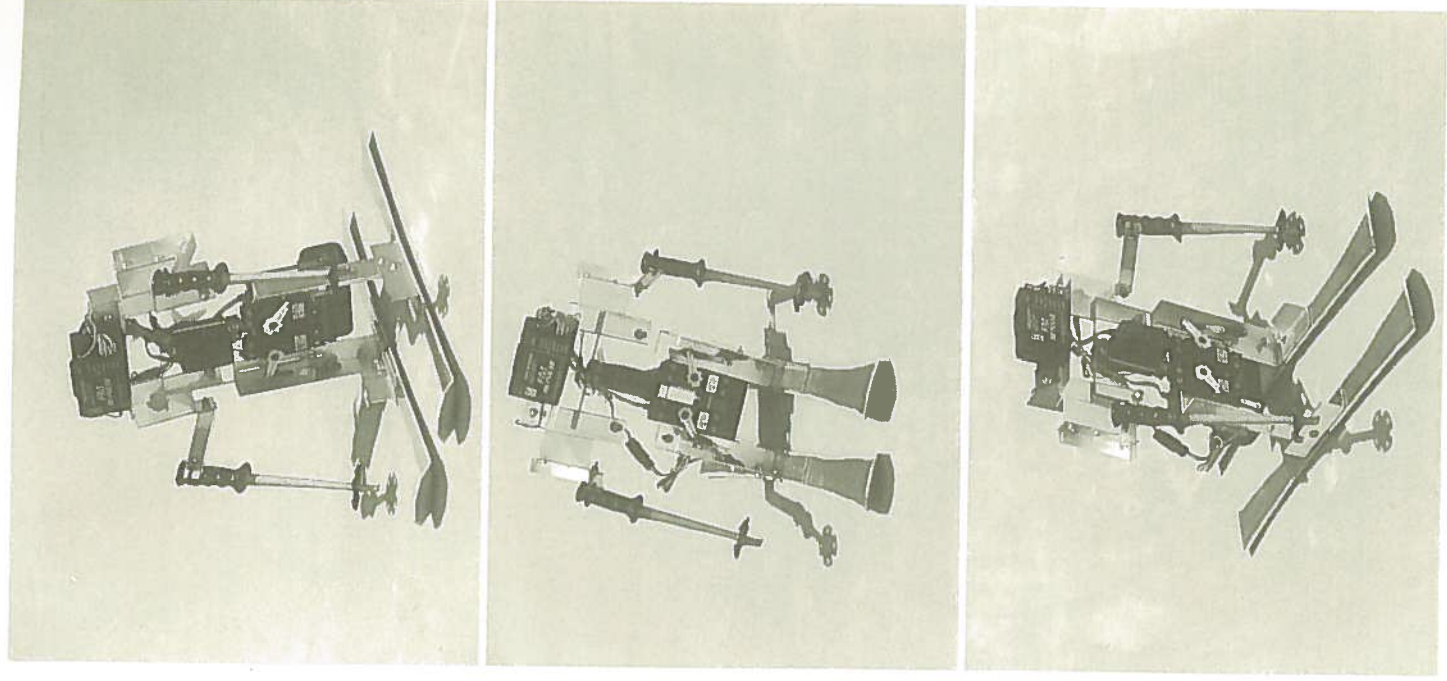


Abb. 15:
Körperhaltungen beim
Schußfahren, Pflugbogen
und Schrägfahren

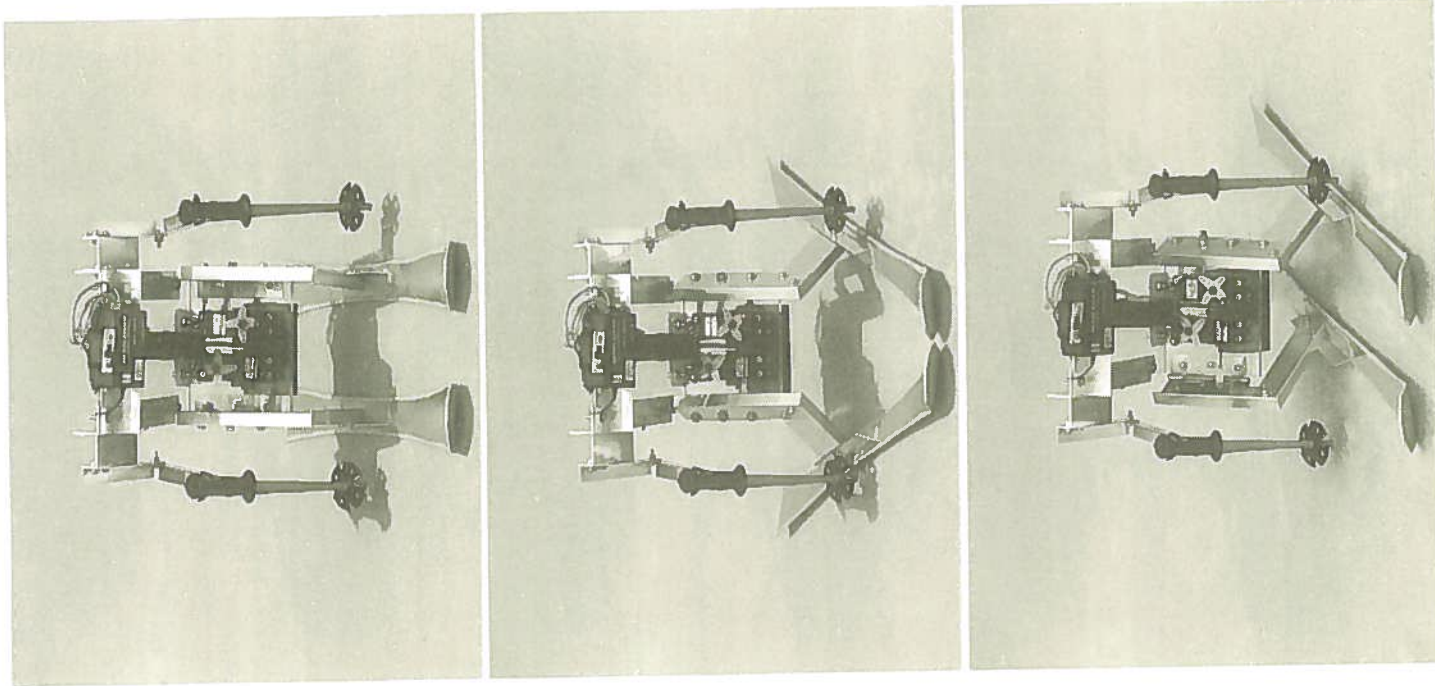


Abb. 16:
Pflugbogen des
Skiroboters vom Modell
„Rotation im Hüftgelenk“

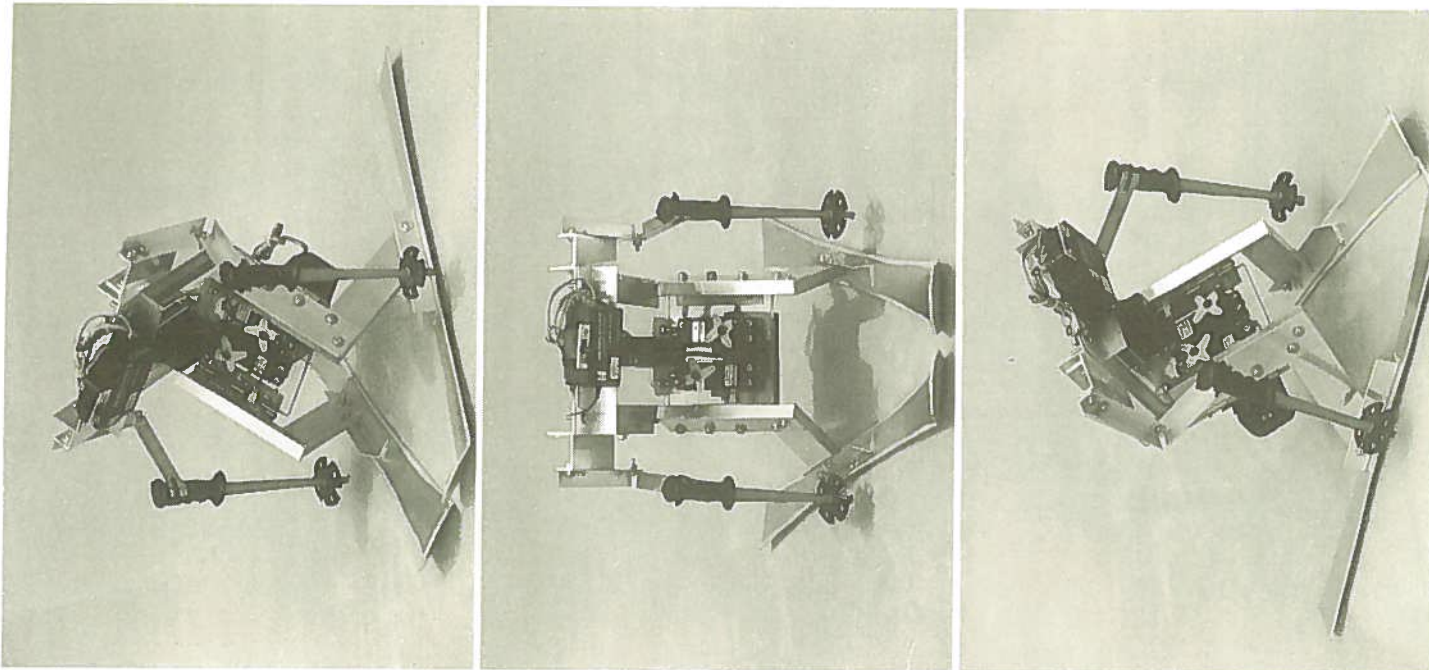


Abb. 17:
Stemmbogen des
Skiroboters vom Modell
„Rotation im Hüftgelenk“

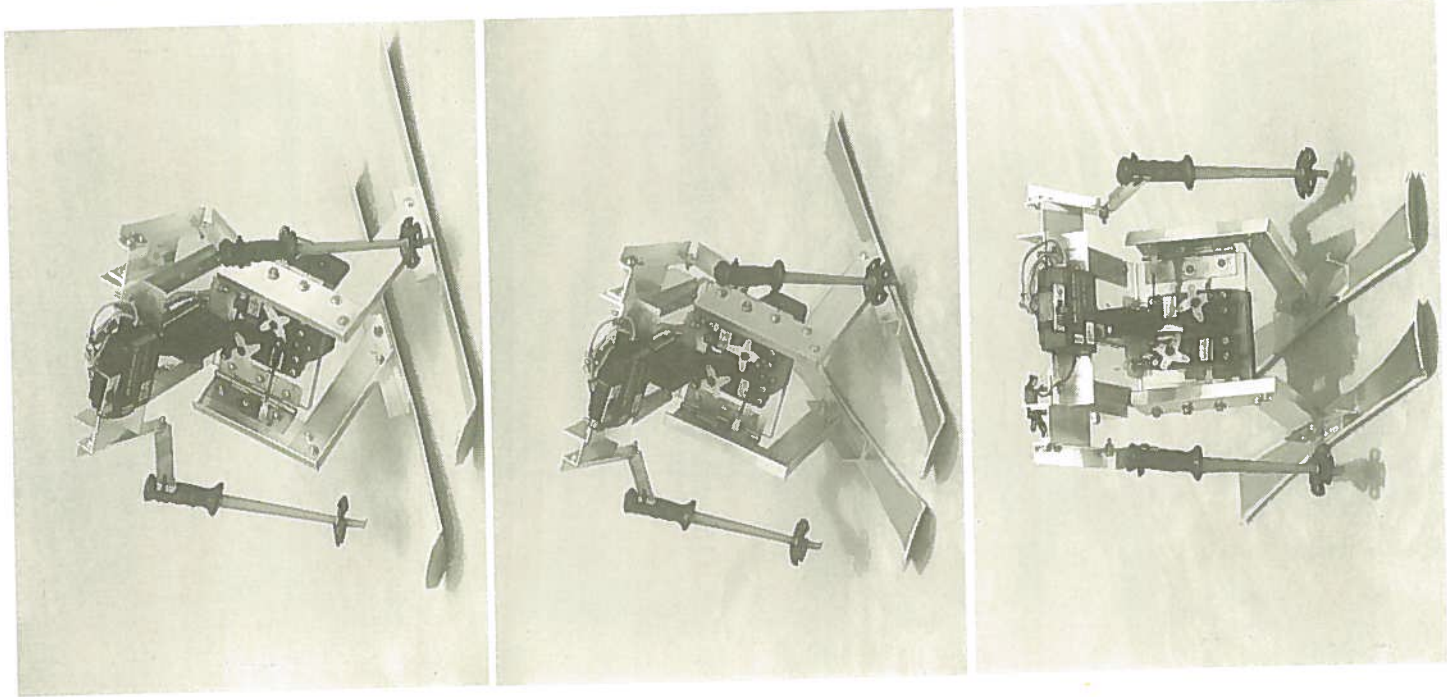


Abb. 18:
„Parallelschwung“ des
Skiroboters vom Modell
„Rotation im Hüftgelenk“

