

MASTERARBEIT | MASTER'S THESIS

Titel | Title

Biomechanische Analyse des Skateboardtricks "Ollie"

verfasst von | submitted by
Georg Köstler BEd

angestrebter akademischer Grad | in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Education (MEd)

Wien | Vienna, 2025

Studienkennzahl lt. Studienblatt | Degree
programme code as it appears on the
student record sheet:

UA 199 500 511 02

Studienrichtung lt. Studienblatt | Degree
programme as it appears on the student
record sheet:

Masterstudium Lehramt Sek (AB) Unterrichtsfach
Bewegung und Sport Unterrichtsfach Geschichte
und Politische Bildung

Betreut von | Supervisor:

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Arnold Baca

Danksagung

Einen besonderen Dank möchte ich Paul Kaufmann aussprechen, der mich stets unterstützt und motiviert hat und mir zu jeder Zeit beratend zur Verfügung stand. Danken möchte ich auch Prof. Baca für seine Geduld, sein Vertrauen und seine professionelle Unterstützung.

Weiterer Dank gebührt den Studienteilnehmern, die diese Arbeit durch ihre Bereitschaft und selbstlose Hilfe möglich gemacht haben.

Zu guter Letzt möchte ich meinen Eltern danken, die es mir ermöglicht haben, meinen Weg zu gehen, ohne jemals an mir zu zweifeln, und mich in allen Lebenslagen immer unterstützt haben. Und ich möchte meinen Großeltern danken, die mir durch ihr Interesse an meinem akademischen Treiben immer wieder Motivation schenkten, die Masterarbeit weiter voranzutreiben und schließlich zu vollenden.

Abstract

The aim of this study was to find physical and technical factors associated with the jump height of the skateboard trick Ollie. Therefore, a total of 200 jumps of eight male subjects (26.8 ± 0.9 years; 178.1 ± 7.2 cm height; 70.9 ± 8.7 kg body weight) were recorded and analyzed using force plates and the Vicon motion capture system. The test battery included countermovement jumps (=CMJ), single leg jumps (=SLJ), Ollies and switch Ollies. The heights of each jump as well as the maximum deload and the take-off time of the Ollies and switch Ollies were calculated from the kinematic data and statistically analyzed. The results show that there is a strong correlation between the CMJ and SLJ heights of the subjects and the Ollie jump heights achieved. The best predictor of Ollie jump height is the SLJ of the front foot ($r = 0.836$, $p = 0.0098$), with the CMJ ($r = 0.744$, $p = 0.0343$) and SLJ of the rear leg ($r = 0.735$, $p = 0.0376$) also showing strong positive, significant correlations. The one-legged jump heights of the test subjects show a mean difference of 3.95 cm in favor of the rear leg ($t = 4.522$; $p = 0.0027$; Cohens $d = 0.588$), which indicates an asymmetry of the one-legged jumping power of skateboarders. In addition to the jumping power of the test subjects, technical factors were also found to be relevant for the height of the Ollie. Particularly, the quality of the countermovement before the jump showed a strong correlation with the height of the Ollie ($r = 0.679$, $p = 0.000$) and switch Ollie ($r = 0.681$, $p = 0.000$). High deload values lead to higher Ollie and switch Ollie jumps. The take-off time of the Ollie also shows a moderate, negative correlation with the achieved jump height of the Ollie ($r = 0.508$, $p = 0.001$) and switch Ollie ($r = -0.436$, $p = 0.004$). Shorter take-off times tend to be associated with greater Ollie jump heights. The results of the study define performance-determining characteristics of the Ollie jump height and can be used as a basis for the training practice of skateboarders as well as for further research.

Zusammenfassung

Das Ziel dieser Studie war es, physische und technische Faktoren zu finden, die in Zusammenhang mit der Sprunghöhe des Skateboardtrick Ollie stehen. Daher wurden insgesamt 200 Sprünge von acht männlichen Probanden ($26,8 \pm 0,9$ Jahre; $178,1 \pm 7,2$ cm Körpergröße; $70,9 \pm 8,7$ kg Körpergewicht) mit Hilfe von Kraftmessplatten und dem Vicon Bewegungsanalysesystem erfasst und analysiert. Getestet wurden Counter Movement Jumps (= CMJ), Single Leg Jumps (= SLJ), Ollies und switch Ollies. Die Sprunghöhen jedes Sprunges sowie die maximale Entlastung und die Absprungdauer der Ollies und switch Ollies wurden aus den kinematischen Daten berechnet und statistisch analysiert. Die Ergebnisse zeigen, dass ein großer Zusammenhang zwischen der allgemeinen Sprungkraft der Beine und den erzielten Ollie Sprunghöhen besteht. Der beste Prädiktor für die erzielte Sprunghöhe des Ollies ist der SLJ des vorne am Skateboard positionierten Beins ($r = 0,836$, $p = 0,0098$), wobei auch der CMJ ($r = 0,744$, $p = 0,0343$) und der SLJ des hinteren Beins ($r = 0,735$, $p = 0,0376$) stark positive, signifikante Korrelationen mit der Ollie Sprunghöhe aufweisen. Die einbeinigen Sprunghöhen der Probanden weisen eine mittlere Differenz von 3,95 cm zugunsten des hinteren Beins auf ($t = 4,522$; $p = 0,0027$; Cohens $d = 0,588$), was auf eine Asymmetrie hinsichtlich der einbeinigen Sprungkraft von Skateboardern hinweist. Neben der Sprungkraft der Probanden konnten auch technische Faktoren gefunden werden, welche für die Sprunghöhe des Ollies von Relevanz sind. So weist die Qualität der Entlastungsbewegung vor dem Absprung einen starken Zusammenhang mit der Sprunghöhe des Ollies ($r = 0,679$, $p = 0,000$) und switch Ollies ($r = 0,681$, $p = 0,000$) auf. Je stärker die Entlastung, desto größer fallen die Sprunghöhen der Ollies und switch Ollies aus. Auch die Absprungdauer des Ollies weist einen moderaten, negativen Zusammenhang mit der erreichten Sprunghöhe des Ollies ($r = -0,508$, $p = 0,001$) und switch Ollies auf ($r = -0,436$, $p = 0,004$). Kürzere Absprungszeiten gehen tendenziell mit größeren Ollie Sprunghöhen einher. Die Ergebnisse definieren leistungsbestimmende Merkmale der Ollie Sprunghöhe und können als Grundlage für die Trainingspraxis von Skateboarderinnen und Skateboardern sowie für weiterführende Forschungen herangezogen werden.

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	6
1.1	BEGRIFFSBESTIMMUNGEN	8
1.2	BEWEGUNGSBESCHREIBUNG DES OLLIES.....	11
1.3	AKTUELLER FORSCHUNGSSTAND	14
1.4	FRAGESTELLUNGEN UND HYPOTHESEN	16
2	METHODIK.....	18
2.1	STICHPROBE	19
2.2	UNTERSUCHUNGSABLAUF	20
2.2.1	<i>Vorbereitung.....</i>	<i>20</i>
2.2.2	<i>Testung</i>	<i>21</i>
2.2.3	<i>Datenverarbeitung.....</i>	<i>22</i>
2.3	VERTIKALE SPRUNGTESTS	23
2.3.1	<i>Counter Movement Jump (CMJ)</i>	<i>24</i>
2.3.2	<i>Single Leg Jump (SLJ).....</i>	<i>26</i>
2.3.3	<i>Ollie</i>	<i>27</i>
2.3.4	<i>Switch Ollie</i>	<i>28</i>
2.4	BIOMECHANISCHE MESSMETHODEN	29
2.4.1	<i>Kraftmessplatten.....</i>	<i>29</i>
2.4.2	<i>Vicon Bewegungsanalyse System.....</i>	<i>31</i>
2.5	DATENANALYSE.....	33
3	ERGEBNISSE	35
3.1	DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER SPRUNGTESTUNGEN.....	35
3.1.1	<i>Counter Movement Jump (CMJ)</i>	<i>37</i>
3.1.2	<i>Single Leg Jump (SLJ).....</i>	<i>38</i>
3.1.3	<i>Ollie und switch Ollie</i>	<i>40</i>
3.2	KORRELATIONSANALYSEN DER SPRUNGFORMEN.....	42
3.2.1	<i>Korrelation zwischen Counter Movement Jump und Ollie</i>	<i>44</i>
3.2.2	<i>Korrelation zwischen Single Leg Jump und Ollie.....</i>	<i>45</i>
3.2.3	<i>Korrelation zwischen Ollie und switch Ollie</i>	<i>47</i>
3.3	KORRELATION ZWISCHEN ENTLASTUNG UND SPRUNGHÖHE DES OLLIES.....	48
3.4	KORRELATION ZWISCHEN TAKE-OFF TIME UND SPRUNGHÖHE DES OLLIES	51
4	DISKUSSION.....	53
5	LIMITATIONEN.....	56
6	FAZIT	57

7	LITERATURVERZEICHNIS	58
8	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	61
9	TABELLENVERZEICHNIS	62

1 Einleitung

Skateboarding, einst ein Symbol jugendlicher Subkultur und kreativer Freiheit, hat sich in den letzten beiden Jahrzehnten zu einer angesehenen Wettkampfsportart entwickelt, welche weltweit von etwa 85 Millionen Menschen ausgeübt wird (Hershkovits, 2024). Trotz der großen Popularität, der Versportlichung und der Aufnahme des Skateboardsports in das olympische Programm, waren dessen Tricks bisher kaum der Untersuchungsgegenstand wissenschaftlicher Forschung. Auf Grund der geringen Untersuchungsichte, handelt es sich um ein ideales Forschungsfeld, um Pionierarbeit zu leisten, neue Erkenntnisse hervorzubringen und dadurch die bestehende Forschungslücke zu verkleinern.

Der Basistrick des Skateboardens ist der Ollie. Er beschreibt die Fähigkeit, mit dem Skateboard ohne Zuhilfenahme von Rampen in die Luft zu springen. Der Trick ermöglicht es der fahrenden Person, gemeinsam mit dem Skateboard von, über und auf Hindernisse zu springen und bietet die Grundlage fast aller weiterführender Tricks wie Flips, Spins, Slides oder Grinds. Die maximale Sprunghöhe des Ollies bestimmt, wie groß die Hindernisse sind, die überwunden werden oder auf denen Tricks gemacht werden können. Umso höher der Ollie gesprungen werden kann, desto mehr Trickmöglichkeiten eröffnen sich dem Skateboarder oder der Skateboarderin.

Wovon hängt es allerdings ab, wie hoch der Ollie gesprungen werden kann, und wo muss man ansetzen, wenn man diesen verbessern möchte? Im Rahmen dieser Arbeit werden insgesamt 200 Sprünge von 8 männlichen Probanden mit Hilfe von Kraftmessplatten und dem Vicon-Bewegungsanalysesystem im Biomechaniklabor der Universität Wien untersucht, um dieser Frage nachzugehen. Dabei sollen sowohl physische als auch technische, leistungbestimmende Merkmale der Sprunghöhe des Ollies untersucht und analysiert werden. Das Hauptaugenmerk liegt dabei darauf, herauszufinden, ob es einen Zusammenhang zwischen der einbeinigen und beidbeinigen Sprungkraft der Probanden und deren erreichter Ollie-Sprunghöhe gibt und inwiefern technische Aspekte, wie die Entlastungsphase oder die Pop-Geschwindigkeit des Skateboarders, die Sprunghöhe des Ollies und switch Ollies beeinflussen. Zudem wird untersucht, ob die Probanden auf Grund ihrer einseitigen Fahrposition am Skateboard eine Asymmetrie hinsichtlich ihrer einbeinigen Sprungkraft aufweisen.

Die kinematischen Daten, welche im Rahmen dieser Studie zwar erfasst und aufbereitet, auf Grund des großen Umfangs aber nicht ausgewertet wurden, können außerdem in

weiterführenden Untersuchungen verwendet werden, um technische Aspekte, wie die Flexion im Kniegelenk oder die Supination des Sprunggelenks und deren Einfluss auf die Sprunghöhe des Ollies zu untersuchen.

Diese Arbeit soll neue Erkenntnisse darüber liefern, in welchem Zusammenhang physische und technische Faktoren zur Sprunghöhe des Ollies stehen. Die Ergebnisse sollen als Grundlage für die Trainingspraxis von Skateboarderinnen und Skateboardern herangezogen werden können und neue Perspektiven für eine vertiefendere Forschung eröffnen.

1.1 Begriffsbestimmungen

Ein Skateboard setzt sich im Wesentlichen aus 3 verschiedenen Bestandteilen zusammen – aus Brett, Achsen und Rollen. Das Brett wird im englischen als *Deck* bezeichnet und bildet die tragende Plattform des Skateboards. Auf der Unterseite des Decks werden zwei Achsen angeschraubt. Auf jeder Achse befindet sich ein paar Rollen, welche die Verbindung zwischen Skateboard und Untergrund herstellen (Hälbich 2008).

Das Deck hat sich in Form, Größe, Material und Bauart in der Geschichte des Skateboardens seit den 1960er Jahren stark verändert, bis sich laut Hälbich (2008) eine einfache und zweckmäßige Form durchgesetzt hat. Das Brett ist vorne und hinten aufgebogen, um es leichter manövrieren und Tricks damit ausführen zu können. Das vordere Ende des Decks wird dabei als *Nose* und das hintere Ende als *Tail* bezeichnet. Das Brett ist auch in Querrichtung leicht aufgebogen, was im englischen als *Concave* bezeichnet wird. Die Länge eines modernen Skateboard-Decks beträgt in etwa 75 Zentimeter bei einer Breite von etwa 20 Zentimetern. Der Abstand zwischen den Achsen und der Nose beziehungsweise der Tail des Skateboards beträgt in etwa 17 Zentimeter. Auf der Oberfläche des Decks ist ein sogenanntes *Griptape* angebracht, welches einen besseren Halt auf dem Skateboard gewährleisten soll. Es ist vergleichbar mit grobem Schleifpapier und bildet die direkte Verbindung zwischen der fahrenden Person und dem Skateboard (Hälbich 2008). Seit den 2010er Jahren hat sich weltweit die Konstruktion von Skateboard-Decks aus kanadischem Bergahorn durchgesetzt. Dieser ist äußerst widerstandsfähig und wird in sieben Schichten

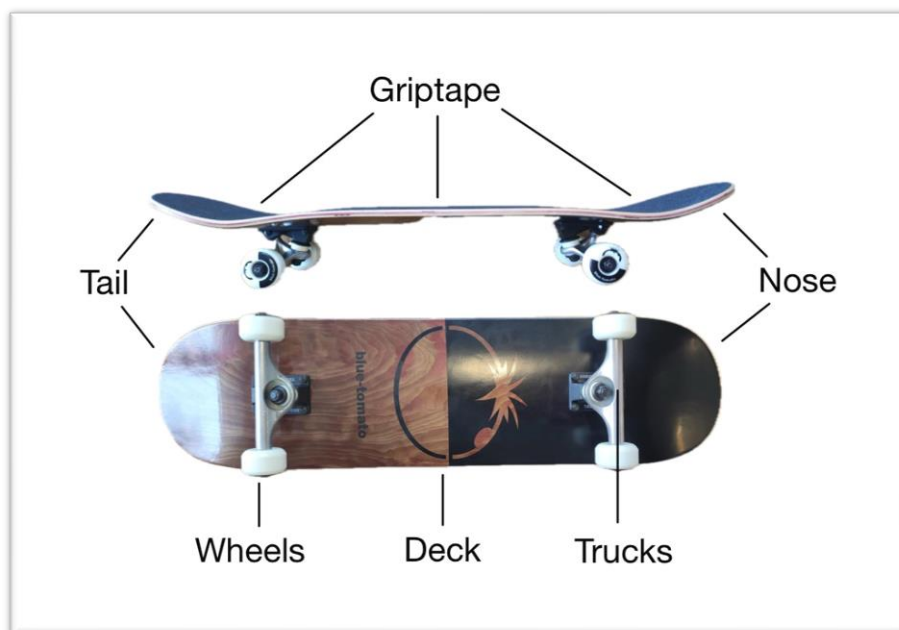


Abbildung 1: Bestandteile eines Skateboards. Eigene Darstellung.

so zusammengeleimt, dass fünf Schichten mit der Maserung des Holzes in Längsrichtung des Decks und zwei Schichten mit der Maserung in Querrichtung verlaufen (Borden 2019).

Im Vergleich zu den Skateboard-Decks haben sich die Achsen des Skateboards seit den 80er Jahren kaum verändert. Lediglich deren Breite hat sich an die breiteren Decks der 2000er Jahre angepasst. Die *Trucks*, wie sie auf Englisch genannt werden, werden aus Aluminiumguss hergestellt und anschließend gehärtet und poliert. Sie werden mit jeweils vier Schrauben und dazugehörigen Muttern an der Unterseite des Decks befestigt und sind mit einem gummigelagerten Gelenk ausgestattet. Diese Gummis werden auch *Lenkgummis* genannt und sorgen dafür, dass das Skateboard durch Gewichtsverlagerung nach links und rechts manövriert werden kann (Hälbich 2008).

Der dritte Bestandteil eines Skateboards sind die Rollen. Diese wurden früher aus unterschiedlichen Materialien wie Metall oder Ton hergestellt, bis sich in den 70er Jahren das Polyurethan durchsetzte. Dieses Material ist auf der einen Seite weich genug, um kleine Steine oder Risse im Boden absorbieren zu können und auf der anderen Seite hart genug, um hohen Geschwindigkeiten und starken Aufprallen standzuhalten (Hälbich 2008).

Beim Skateboarden steht man, wie auch bei den meisten anderen Boardsportarten, nahezu normal zur Fahrtrichtung auf dem Deck. Dadurch ergeben sich 2 Fahrpositionen, zwischen denen unterschieden werden kann. Steht die fahrende Person mit dem linken Fuß in Fahrtrichtung, so spricht man von einer *Regular* Fußstellung, steht sie hingegen mit dem rechten Fuß vorne, so ist von einer *Goofy* Fahrposition die Rede (Hälbich 2008).

In der Geschichte des Skateboardens entwickelten sich, in Abhängigkeit vom Material der jeweiligen Zeit, immer neue Tricks, sodass heutzutage kaum noch neue Manöver erfunden werden. Während am Beginn der Skateboardgeschichte das surfähnliche Fahren und Steuern des Skateboards im Mittelpunkt stand, so konzentriert man sich heute fast ausschließlich auf die Ausführung bestimmter Tricks und deren Kombination (Hälbich 2008). Die Grundlage dafür war die Erfindung des sogenannten *Kicktails*, also einer aufgebogenen Rückseite des Decks, welche seit Mitte der 1980er Jahre viele neue Tricks ermöglichte (Köhl 2021). Nicht zu überschätzen ist laut Schweer (2014) in dieser Hinsicht die Entwicklung des *Ollies*, welcher das Springen ohne eine Rampe ermöglicht hat. Bei diesem Skateboardtrick springt die skatende Person aus einer gehockten Position vom Boden ab, um auf, über oder von Hindernissen zu springen. Dabei bleibt das Skateboard während der Bewegung dicht an den Füßen der Skateboarderin oder des Skateboarders. Da allerdings keine Verbindung zwischen

der skatenden Person und dem Skateboard besteht, bedarf es einem präzisen Ablauf von Bewegungen, um sie zusammenzuhalten und den sogenannten Ollie erfolgreich zu absolvieren. Dabei wird Druck auf das hintere Ende des Skateboards ausgeübt, was dazu führt, dass das Skateboard um die hintere Achse rotiert. Somit schnellt die Tail des Boards in den Boden und die Nose beginnt sich zu heben. Durch die Bodenreaktionskraft des sogenannten *Pops*, also dem Auftreffen des Skateboards auf den Boden, wird das Board schräg nach oben befördert. Die skatende Person springt, kurz bevor die Tail den Boden berührt, nach oben ab und kontrolliert die Flugbahn des Skateboards, indem sie mit der Außenseite des vorderen Vorfußes entlang des Griptapes schräg nach oben zieht. Dadurch kann das Skateboard in die Waagrechte gebracht werden und durch das Anziehen des hinteren Beins kann die volle Kraft des Pops ausgeschöpft und eine große Sprunghöhe erzielt werden. Diese Technik erlaubt es den Skateboarderinnen und Skateboardern auf Trottoirs zu springen, Hindernisse zu überqueren und Geländer hinunter zu sliden (Frederick et al. 2006).

Seit dem Beginn der 1990er Jahre werden Skateboards nicht nur mit einer aufgebogenen Rückseite, sondern auch mit einer aufgebogenen Vorderseite produziert. Die Decks im sogenannten Popsicle-Shape waren nun länger, schmaler und leichter als ihre Vorgänger (Borden 2019). Diese New School Ära des Skateboardens ermöglichte es, sowohl von der Tail als auch von der Nose des Skateboards abzuspringen und in beide Richtungen gleichermaßen zu fahren. Das technisch anspruchsvolle *switch* fahren, also das Fahren und Ausführen von Tricks in der ungeübteren Fahrposition, war geboren und ist bis heute ein fester Bestandteil des Skateboardens.

1.2 Bewegungsbeschreibung des Ollies

Der Ollie kann als Basistrick des Skateboardens bezeichnet werden und bildet die Grundlage für fast alle weiterführenden Tricks. Obwohl es meist der erste Trick ist, den Skateboard-Anfänger:innen lernen, stellt er eine komplexe Bewegungsaufgabe dar. Die Teilimpulse der Bewegung müssen perfekt aneinandergereiht und aufeinander abgestimmt werden, um einen gemeinsamen Absprung von Körper und Brett zu ermöglichen und das Board in der Luft nicht zu verlieren. Folgend wird der Bewegungsablauf in Anlehnung an die Beschreibung von Nakashima und Chida (2021) anhand Abbildung 2 im Detail erklärt.

Der Ollie beginnt mit einer Vorbereitungsphase, in welcher der Schwerpunkt nach unten verlagert wird und Sprung-, Knie- und Hüftgelenk gebeugt werden. Beide Füße befinden sich dabei auf dem Skateboard. Der hintere Fuß befindet sich auf der Tail des Decks, während der vordere Fuß in der Mitte des Skateboards platziert wird. Durch die Abwärtsbewegung kommt es zu einer Entlastung und der Körperschwerpunkt beschleunigt vertikal nach unten. Das Abstoppen dieser Bewegung bildet die Anfangskraft des Ollies und aus dieser gehockten Position wird begonnen, kraftvoll nach oben zu beschleunigen und in den oben genannten Gelenken zu strecken. Wie in Bild 2 ersichtlich, hebt sich der vordere Fuß vom Deck ab, während der hintere Fuß Druck auf die Tail des Skateboards ausübt. Dadurch kommt es zu einer Rotation des Skateboards um die Hinterachse. Kurz bevor die Tail des Skateboards den Boden berührt, löst sich der hintere Fuß vom Skateboard und es wird nach oben abgesprungen. Das Skateboard rotiert weiter, bis die Rotation durch den Aufprall des Decks am Boden auf eine neue Drehachse verlagert wird. Das Deck rotiert nun um die Tail des Skateboards und hebt sich durch die Bodenreaktionskräfte vom Untergrund ab, wie es im roten Kreis der Abbildung ersichtlich ist. Das Auftreffen der Tail am Boden und das darauffolgende, durch die Bodenreaktionskräfte bedingte, Abheben des Skateboards wird unter Skateboarderinnen und Skateboardern als sogenannter *Pop* bezeichnet. Die Aufwärtsbewegung des Skateboards wird durch eine schräg nach oben ziehende Bewegung des vorderen Fußes kontrolliert, welche in Bild 3, 4 und 5 ersichtlich ist. Diese Ziehbewegung der Schuhaußenseite auf dem Griptape des Skateboards und das gleichzeitige Anziehen des hinteren Fußes kehrt die Rotationsbewegung des Skateboards um und es bewegt sich in die Horizontale. Durch eine starke Flexion des hinteren Kniegelenks kann die Hinterachse die Höhe der Vorderachse übersteigen, wie es in Bild 6 veranschaulicht wird. Diese Technik ermöglicht es Hindernisse leichter zu überwinden, und größere Sprunghöhen zu erreichen. Nach Erreichen des Umkehrpunktes bewegt sich das Skateboard abwärts.

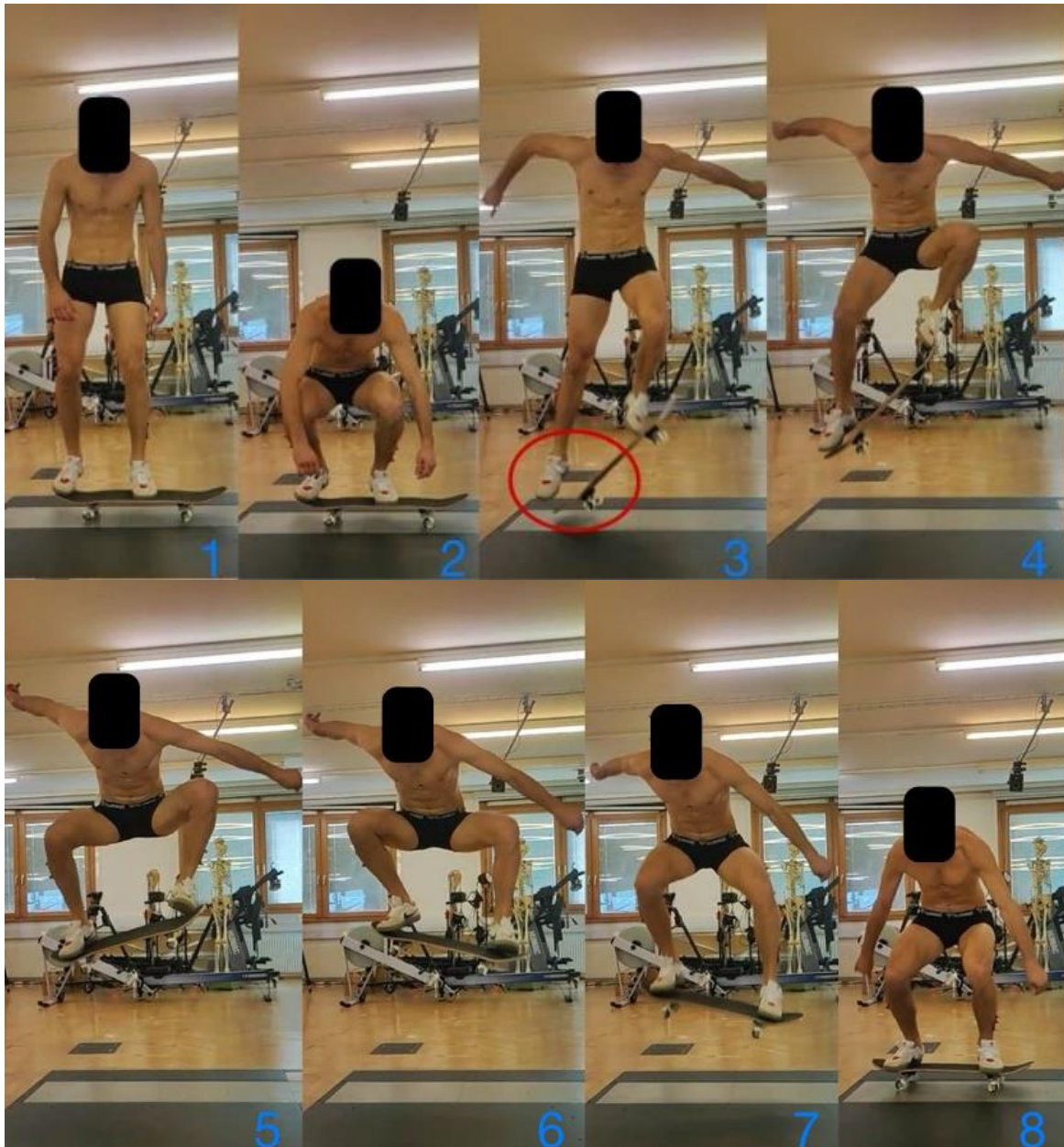


Abbildung 2: Bewegungsbeschreibung des Ollies.

Dabei werden die Beine leicht gestreckt, um den Kontakt mit dem Deck aufrechtzuerhalten und die Landung des Ollies vorzubereiten. Die Landung erfolgt idealerweise mit allen 4 Rollen gleichzeitig, wobei die Füße möglichst auf den Schrauben der Achsen des Skateboards positioniert sind, um das Gewicht gleichmäßig auf das gesamte Board zu verteilen. Der Aufprall der Landung wird, wie in Bild 8 ersichtlich, durch eine bremsende Abwärtsbewegung durch Flexion in Sprung-, Knie- und Hüftgelenk abgefedert,

Der Absprung von einem rollenden Skateboard, in Abbildung 2 durch den roten Kreis gekennzeichnet, erfordert ein hohes Maß an Koordination und Timing. Wird zu früh abgesprungen, hat das Tail nicht genug Geschwindigkeit, um kräftig vom Boden abzurallen

und der Ollie ist durch den geringen Pop des Skateboards in seiner maximalen Höhe limitiert. Wird zu spät abgesprungen, verhindert die Position des hinteren Fußes die Aufwärtsbewegung des Skateboards und es bleibt am Boden. Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, den hinteren Fuß nach dem Absprung genau mit der Geschwindigkeit anzuziehen, mit der sich das Tail nach dem Abprall vom Boden aufwärts bewegt. Wird der Fuß zu schnell nach oben bewegt, verliert der Skateboarder oder die Skateboarderin den Kontakt zum Board und dadurch auch die Kontrolle über das Board. Wird der Fuß allerdings zu langsam angezogen, limitiert er die Aufwärtsbewegung des vom Boden abprallenden Skateboards und somit auch die maximale Sprunghöhe des Ollies.

Die Sprungtechnik des Ollies ist komplex und erfordert tausende Wiederholungen, bis sie sicher gekonnt wird. Diese Arbeit zielt darauf ab, die entscheidenden Faktoren zu identifizieren, die für eine große Sprunghöhe des Ollies notwendig sind.

1.3 Aktueller Forschungsstand

Obwohl sich Skateboarden seit Jahrzehnten großer Beliebtheit erfreut und weltweit zirka 85 Millionen Menschen diesen Sport ausüben (Hershkovits, 2024), wurden Skateboard Tricks und deren Biomechanik bisher nur sehr wenig erforscht. Die wissenschaftliche Untersuchung hat erst in der jüngsten Vergangenheit begonnen und reicht nicht weiter als 20 Jahre zurück (Walsh et al. 2007; Candotti et al. 2012; Vorlíček et al. 2015). Die meisten Studien, welche sich mit dem Ollie beschäftigen, haben zwischen 3 und 10 männliche Testpersonen und verstehen sich als Pilotstudien, welche lediglich einen Teilaspekt des Ollies beleuchten. Folgend werden die wichtigsten Erkenntnisse hinsichtlich der bisherigen biomechanischen Untersuchung des Ollies dargelegt.

Wood et al. (2020) untersuchten die Ollies von 6 männlichen Skateboardern und kamen zu dem Ergebnis, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen der Sprunghöhe des Ollies im Stehen und dem Ollie während der Fahrt gibt ($r = 0.85$ $p = 0.03$). Weiters fanden Sie heraus, dass die Flexion im vorderen Knie mit der Sprunghöhe des Ollies korreliert.

Walsh et al. (2006) untersuchten den Verlauf der vertikalen Bodenreaktionskraft von 6 Skateboardern während des Ollies. Die Probanden bestanden aus 5 Anfängern und einem Profi-Skateboarder. Sie fanden heraus, dass die Kraftkurve der Anfänger in der Phase der Abwärtsbewegung geradlinig verläuft, während sie beim Profi rapide abfällt. In der Praxis bedeutet das, dass es der geübte Skateboarder vermag, vor dem Absprung eine schnelle Gegenbewegung (=Countermovement) durchzuführen, während es dem Anfänger an koordinativen Fähigkeiten mangelt, dies zu tun, während er auf einem Skateboard balanciert.

Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen auch Frederick et al. (2006), als sie den Ollie auf ein Podest und von einem Podest anhand von 7 Amateur- und Profi-Skateboardern untersuchten. Sie kamen zu dem Schluss, dass eine Entlastung vor dem Absprung charakteristisch für den Ollie ist. Sie fanden ebenfalls heraus, dass der vordere Fuß während des Absprungs eine sehr geringe Belastung aufweist, während der Großteil des Gewichts auf dem hinteren Fuß lastet. Weiters zeichnet sich die Landephase des Ollies durch deutlich höhere Kraftwerte aus, als Frederick et al. (2016) es erwartet hätten. Skateboarder tendieren dazu, absichtlich härter zu landen und die Beine während der Landephase fest nach unten zu drücken, um während der Landung eine bessere Kontrolle über das Board zu behalten.

Candotti et al. (2012) untersuchten erstmalig einen Zusammenhang zwischen der Kraft der unteren Extremitäten und der Sprunghöhe des Ollies. Sie führten an, dass die Performance

des Ollies zwar von mehreren Variablen, wie beispielsweise dem Material des Skateboards, dessen Höhe und dem Biegewinkel des Tails abhängt, der entscheidende Faktor hinsichtlich der Sprunghöhe des Ollies aber die Muskelkraft des Probanden ist. Sie führten Sprungtestungen durch und kamen zu dem Ergebnis, dass sich der Counter Movement Jump mit Armschwung am besten eignet, um die Sprunghöhe des Ollies vorherzusagen.

Aufgrund der einseitigen Position am Skateboard und den einseitigen Kraftanforderungen des Sports, haben einige Studien untersucht, ob es signifikante Unterschiede hinsichtlich der Beinmuskulatur von Skateboardern gibt, welche mit ihrer Position auf dem Skateboard zusammenhängen. Schilling et al. (2014) fanden in ihrer Studie anhand von isometrischen Krafttestungen an 10 Probanden heraus, dass es keine signifikanten Dysbalancen hinsichtlich der Kraft oder Muskellänge der linken und rechten Körperseite von Amateur-Skateboardern gibt. Auch Pietta-Dias et al. (2020) kamen zu dem Ergebnis, dass keine signifikante Asymmetrie zwischen der linken und rechten Beinmuskulatur bei Skateboardern vorliegt.

1.4 Fragestellungen und Hypothesen

Das Ziel dieser Studie ist es mit Hilfe von biomechanischen Messmethoden herauszufinden, welche Faktoren die Sprunghöhe des Ollies positiv beeinflussen und welche Faktoren keinen oder nur einen geringen Zusammenhang mit der Sprunghöhe des Ollies aufweisen. Dabei liegt der Fokus auf einbeinigen und beidbeinigen Sprungkrafttestungen, da aus der Analyse bisheriger Studien hervorgeht, dass die muskulären Voraussetzungen des Skateboarders gemeinsam mit der Fähigkeit, eine schnelle Gegenbewegung vor dem Absprung durchzuführen, die entscheidenden Faktoren hinsichtlich der Sprunghöhe eines Ollies darstellen.

Konkret soll untersucht werden, ob ein Zusammenhang zwischen den Sprungwerten der Probanden beim Counter Movement Jump (CMJ) und den erreichten Sprunghöhen beim Ollie und switch Ollie besteht. Es wird davon ausgegangen, dass die Sprungkraft auch für die Leistung des Ollies entscheidend ist und somit im Rahmen der Studie ein positiver Zusammenhang zwischen den Werten der Probanden beim CMJ und den Sprunghöhen beim Ollie aufgezeigt werden kann.

Einen weiteren Fokuspunkt bildet die bilaterale Untersuchung der einbeinigen Sprungkraft beim sogenannten Single Leg Jump (SLJ). Es wird davon ausgegangen, dass Skateboarder, auf Grund ihrer einseitigen Position am Skateboard, Unterschiede hinsichtlich ihrer einbeinigen Sprungkraft aufweisen. Im Rahmen dieser Studie soll mit Hilfe der SLJ-Werte festgestellt werden, ob bei den Probanden eine Asymmetrie hinsichtlich der Sprungkraft der beiden Extremitäten besteht. Weiters weist der hintere Fuß während dem Absprung des Ollies deutlich höhere Kraftwerte auf als der vordere Fuß, weshalb auch der Zusammenhang zwischen der einbeinigen Sprungkraft des hinteren Beins und der Sprunghöhe des Ollies im Rahmen der Studie untersucht wird.

Hinsichtlich der technischen Ausführung des Ollies wird der Fokus auf die Entlastungsphase gelegt. Eine Gegenbewegung vor dem Absprung, in welcher der Körperschwerpunkt nach unten abgesenkt wird, ist ein Charakteristikum des Ollies. Inwiefern die Qualität dieser Entlastung mit der Sprunghöhe des Ollies zusammenhängt, bildet eine der Forschungsfragen dieser Arbeit.

Ein weiterer Aspekt, welcher in bisherigen Studien noch nicht erforscht wurde, ist der Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeit, mit der das Tail des Skateboards in den Boden schnellt, und der Sprunghöhe des Ollies. Im Rahmen dieser Studie wird die Zeit

gemessen, welche bei der Ausführung des Ollies zwischen dem Abheben der vorderen Achse und dem Abheben der hinteren Achse vom Boden verstreicht. Umso geringer diese Zeitspanne, desto schneller bewegt sich das Board von der Waagrechten in die Senkrechte und desto größer ist die Wucht, mit der das Tail des Skateboards auf dem Boden auftrifft. Hypothetisch sollte dieser stärkere Impuls zu einer größeren Sprunghöhe des Skateboards führen, was im Rahmen dieser Studie überprüft werden soll.

Die gewonnenen kinematischen Daten können außerdem in weiterführenden Studien dazu verwendet werden, die Technik des Ollies anhand der Gelenkwinkel von Sprung-, Knie- und Hüftgelenk näher zu beleuchten und Schlussfolgerungen auf eine Idealtechnik zur Maximierung der Sprunghöhe zu ermöglichen.

2 Methodik

Acht männliche Amateur-Skateboarder, die den Skateboardtrick Ollie beherrschen, besuchten im Jänner, Februar und März 2024 das Biomechanik Labor der Universität Wien, um an dieser Studie teilzunehmen. Die Studie wurde von der Ethikkommission der Universität Wien zugelassen (Bearbeitungsnummer: 01067) und die teilnehmenden Probanden haben ihre Zustimmung an der Teilnahme der Untersuchung mittels einer unterschriebenen Einverständniserklärung bestätigt.

Im Rahmen der Untersuchung führten die Skateboarder vertikale Sprungtests sowohl mit als auch ohne Skateboard durch. Die Probanden absolvierten einbeinige Sprünge, beidbeinige Sprünge, Ollies und switch Ollies auf einer beziehungsweise zwei Kraftmessplatten des Typs 9281EA (Kistler Instrumente, Winterthur, Switzerland). Dabei trugen die Probanden 29 reflektierende Marker auf dem Körper, welche gemeinsam mit 4 Markern auf den Achsen des Skateboards von 12 Highspeed-Infrarotkameras des Vicon Vantage V8 3D Motion Capture Systems (Vicon, Oxford, UK) erfasst und zu einem dreidimensionalen Modell verarbeitet wurden.

Ausgewertet wurden die Kraftmessdaten aller Sprünge, sowie die kinematischen Daten der Skateboardmarker während des Ollies und switch Ollies. Die Körpermarker wurden für weitere Untersuchungszwecke aufbereitet, aber im Rahmen dieser Arbeit noch nicht ausgewertet.

2.1 Stichprobe

Die Stichprobe der Studie bestand aus acht männlichen Skateboardern, die zum Untersuchungszeitpunkt zwischen 25 und 27 Jahren alt waren. Das durchschnittliche Alter der Studienteilnehmer lag bei $26,8 \pm 0,9$ Jahren, die durchschnittliche Körpergröße bei $178,1 \pm 7,2$ cm und das durchschnittliche Gewicht bei $70,9 \pm 8,7$ kg. Die Probanden waren allesamt Amateur-Skateboarder, die einen zweckmäßigen Ollie, also einen Sprung im Stand, während der Fahrt, über Hindernisse und von Erhöhungen sowie einen switch Ollie im Stand, beherrschten. Die Gruppe war hinsichtlich ihres Alters, des Fahrkönnens und der Körpergröße heterogen. Fünf der acht Testpersonen fuhren in der Regular-Position, das bedeutet, dass sie mit dem linken Fuß in Fahrtrichtung standen, während drei Testpersonen in der sogenannten Goofy-Position fuhren, und sich das rechte Bein in Fahrtrichtung befindet. Hinsichtlich des Geschlechts ist die Stichprobe homogen, da keine Skateboarderin für die Studie gewonnen werden konnte und alle Testpersonen männlichen Geschlechts waren. Bei der Stichprobe handelt es sich um eine nichtprobabilistische Gelegenheitsstichprobe. Die Testpersonen wurden nicht zufällig ausgewählt, sondern auf Grund ihrer Fähigkeit, mit einem Skateboard zu springen, von der Versuchsleitung nominiert.

2.2 Untersuchungsablauf

Der Untersuchungsablauf verlief bei allen Testungen nach demselben Schema und lässt sich in Vorbereitungsphase, Testphase und Nachbereitungsphase unterteilen.

2.2.1 Vorbereitung

Die Vorbereitungsphase begann, bevor die Testperson im Biomechanik Labor des Universitätssportzentrum II der Universität Wien eintraf. Das Vicon-System wurde eine Stunde vor der Testung eingeschaltet, damit die Infrarot-Kameras auf Betriebstemperatur kommen konnten. Danach präparierte der Versuchsleiter das Test-Skateboard, dessen silberfarbenen Achsen so abgeklebt wurden, dass das Vicon-System sie nicht fälschlicherweise mit den kugelförmigen Infrarot-Markern verwechseln konnte, welche am Körper des Probanden angebracht wurden. Weiters wurde die Unterseite des Tails des Skateboards so abgeklebt, dass die Kraftmessplatten bei den Ollies nicht beschädigt werden konnten. Die Schrauben des Skateboards, welche verhindern, dass die Rollen von den Achsen fallen, wurden mit einer reflektierenden Folie beklebt, sodass sie das Vicon-System als Marker erkennen konnte. Die Marker, die später auf der Haut des Probanden platziert werden sollten, wurden vorbereitet und an der Unterseite mit doppelseitigem Klebeband beklebt. Die Kraftmessplatten und das Vicon-System wurden kalibriert und getestet.

Nach dem Eintreffen der Testperson wurde zunächst eine kurze Einführung durch den Versuchsleiter gegeben, in welcher er den Studienablauf sowie die Messmethoden kurz erklärte. Im Anschluss daran bekam die Testperson die Teilnehmerinformation sowie die Einverständniserklärung, welche vor dem Beginn der Studie unterschrieben werden musste. Im Anschluss wurden die Beinlänge, der Durchmesser des Knie- und des Sprunggelenks sowie die Körpergröße des Probanden gemessen und dessen Gewicht gewogen. Zusätzlich wurde erhoben, wie alt die Testperson ist und welche Fahrposition sie bevorzugt. Nach Erfassung der Daten bekam die Testperson Zeit, ein individuelles Aufwärmen durchzuführen. Eine zeitliche Vorgabe gab es dabei nicht. Die Probanden nahmen dafür nicht mehr als 15 Minuten in Anspruch. Anschließend musste sich die Testperson bis auf eine kurze enge Sporthose und die Skate-Schuhe freimachen und es wurde mit dem Bekleben der kugelförmigen reflektierenden Infrarot-Marker begonnen. Dies geschah nach dem Full Body Plug-in Gait Modell von Vicon (2021), wobei bewusst auf die Marker der oberen Extremitäten und dem Kopf verzichtet wurde und die Ober- und Unterschenkelmarker durch Clustermarker, bestehend aus 3 Markern, ersetzt wurden. Die insgesamt 29 Marker wurden

mit Hilfe von doppelseitigem Klebeband und kinesiology Tape an die unteren Extremitäten, das Becken und den Rumpf geklebt.

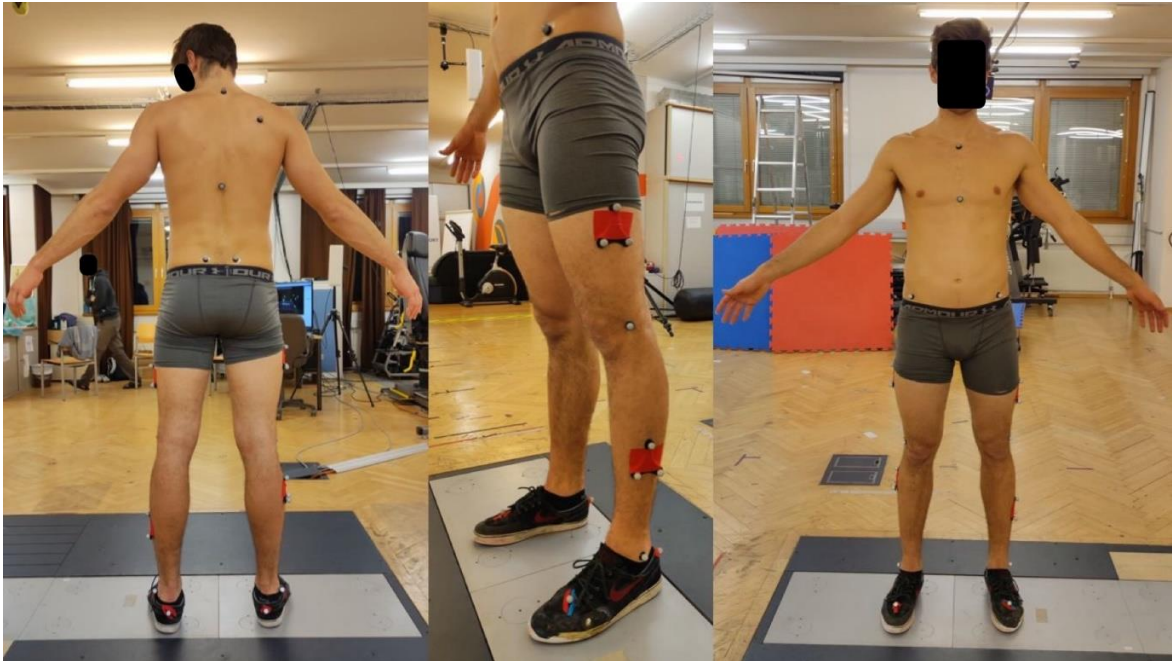


Abbildung 3: Positionierung der Marker nach dem Full Body Plug-in Gait Modell.

2.2.2 Testung

Die Testung der Probanden erfolgte immer nach demselben Ablaufprotokoll. Die Probanden mussten Counter-Movement-Jumps mit Armschwung, einbeinige Counter-Movement-Jumps ohne Armschwung, Ollies und switch Ollies durchführen. Die genauen Bewegungsbeschreibung der Sprungtests können im Kapitel 2.3 *Vertikale Sprungtests* nachgelesen werden. Vor jeder neuen Sprungart hatten die Testpersonen zwei Versuche, die nicht aufgezeichnet wurden, um sich an die neue Sprungart zu gewöhnen. Danach wurde mit dem Aufzeichnen der Bewegungen begonnen, wobei die Pause zwischen den einzelnen Sprüngen jeweils 30 Sekunden dauerte. Die Anweisung für die Sprünge war es, diese mit maximaler Intensität und so hoch wie möglich durchzuführen. Nach Absolvierung des letzten Sprungs hatte die Testperson zwei Minuten Pause, bevor mit der nächsten Sprungart begonnen wurde. Begonnen wurde mit fünf Counter-Movement-Jumps mit Armschwung. Darauf folgend wurden zehn einbeinige Counter-Movement-Jumps ohne Armschwung durchgeführt, wobei immer mit dem linken Bein begonnen wurde und nach jeder Wiederholung das Bein gewechselt wurde. Nach erfolgreicher Absolvierung der Sprungtests ohne Board, wurden nun fünf Ollies in der bevorzugten Fahrposition durchgeführt. Abgesprungen werden musste dabei immer mit dem Tail, also der hinteren Aufbiegung des

Skateboards. Das Abspringen von der Nose, also der Aufbiegung des Skateboards, die in Fahrtrichtung zeigt, war nicht erlaubt. Ein Ollie galt als positiv absolviert, wenn beide Füße auf dem Skateboard landeten. Im Anschluss an den Ollie gab es wieder eine zweiminütige Pause und dann wurde mit fünf switch Ollies weitergemacht. Dabei musste die Testperson bewusst mit dem weniger geübten Bein abspringen. Wie beim normalen Ollie musste abermals mit dem Tail abgesprungen werden, damit die Sprünge untereinander vergleichbar waren. Sowohl der Ollie als auch der switch Ollie mussten so abgesprungen werden, dass sich je eine Achse auf einer der beiden Kraftmessplatten befand. Dadurch war es möglich, die Absprungkräfte genau zu bestimmen. Nach dem Abschluss aller Testsprünge wurde noch ein sogenannter Range-of-Motion Trial durchgeführt, bei welchem die Probanden ihr Hüft- und Kniegelenk in alle möglichen Richtungen bewegten, während sie vom Vicon System erfasst wurden. Dies diente dem System zur besseren Kalibrierung der Marker und zur Berechnung genauer Gelenkpositionen.

2.2.3 Datenverarbeitung

Die aufgenommenen kinematischen 3D Daten und die Daten der Kraftmessplatten wurden nach Abschluss der Aufzeichnungen mit Hilfe der Vicon Nexus 2.14 Software aufbereitet. Dabei wurden die Daten zunächst mit einem Tiefpass Butterworth-Filter 4. Ordnung gefiltert, wobei die Grenzfrequenz der Markerdaten bei 6 Hz und die der Kraftmessdaten bei 20 Hz lag. Anschließend wurden die Marker anhand der statischen Aufnahmen den richtigen Körperteilen zugewiesen und Lücken innerhalb der Aufnahmen gefüllt. Die Länge der Aufnahmen wurde auf die Dauer des jeweiligen Sprunges gekürzt, um die Verarbeitung redundanter Daten zu vermeiden. Anschließend wurden die Absprünge und Landungen mit Hilfe der Kraftmessdaten markiert und die Gelenkszentren berechnet.

Die weitere Berechnung der Werte der Kraftmessplatten und der dazugehörigen Positionsdaten der Marker erfolgte mit Hilfe des Programmes Octave in der Version 9.2.0. Darin wurden die Sprunghöhen aller Sprungarten sowie deren Entlastung vor dem Absprung berechnet. Weiters wurde die Zeit berechnet, welche zwischen dem Abheben der Vorder- und Hinterachse des Skateboards verstreicht, um dadurch auf die Pop-Geschwindigkeit des Skateboards schließen zu können. Die genaue Definition und Berechnung aller oben genannten Variablen findet sich in Kapitel 2.5 *Datenanalyse*.

2.3 Vertikale Sprungtests

Die Testung der vertikalen Sprungkraft mit Hilfe von Sprungtests ist laut Weineck (2010) in vielen Sportarten von großer Bedeutung und gibt Auskunft über die vertikale Schnellkraft einer Person.

Grundsätzlich kann bei vertikalen Sprungtests zwischen Labortests und Feldtests unterschieden werden. Letztere kommen in der Praxis häufiger zum Einsatz, da sie einfach durchzuführen sind und gleichzeitig einen hohen Nutzen für die Bestimmung der momentanen Leistung einer Person haben. Ein Beispiel für die einfache Messung der vertikalen Sprungkraft ist laut Weineck (2010) der Jump-and-reach-Test mittels eines Standhochsprungs. Bei diesem Test wird die maximale Reichhöhe der Testperson im Stand sowie im Sprung ermittelt und aus der Differenz der beiden Werte die Sprunghöhe errechnet. Labortests werden im Gegensatz zu den Feldtests weniger häufig durchgeführt, da sie mit einem größeren technischen Aufwand einhergehen. Im Gegensatz zu den einfacheren Feldtests haben Labortests jedoch den Vorteil der höheren Zuverlässigkeit, Korrektheit und Reproduzierbarkeit, da die einzelnen Kraftfähigkeiten der Probanden unter standardisierten Laborbedingungen gemessen werden (Weineck, 2010).

Wank (2021) unterscheidet grundsätzlich zwischen drei Grundformen von vertikalen Sprüngen ohne Anlauf – dem Counter Movement Jump, dem Squat Jump und dem Drop Jump. Als klassischen Testsprung bezeichnet er den sogenannten Counter Movement Jump. Dieser Testsprung wurde bei den Testungen im Biomechanik Labor im Rahmen dieser Arbeit sowohl einbeinig als auch beidbeinig als vertikaler Sprungtest zur Ermittlung der Sprungkraft der Probanden auf Kraftmessplatten durchgeführt. Zusätzlich erfolgten Sprünge mit dem Skateboard, welche in den folgenden Kapiteln genauer erklärt werden.

2.3.1 Counter Movement Jump (CMJ)

Der Counter Movement Jump wird von Wank (2021) als klassischer Testsprung der Sprungkraftanalyse auf Basis von Vertikalsprüngen angesehen, dessen Bewegungsausführung von dem Autor wie folgt beschrieben wird:

Ausgehend von der ruhenden aufrechten Standposition erfolgt eine Auftaktbewegung entgegen der Sprungrichtung durch Absenken des Körpers. Diese dient neben der Erzeugung des Beschleunigungsweges auch der Voraktivierung der Muskulatur durch Abbremsen der Absenkbewegung bis zum unteren Umkehrpunkt. Im Moment der Bewegungsumkehr wirken in der Folge deutlich größere Bodenreaktionskräfte (Anfangskraft), als wenn der Sprung aus der ruhenden Hockposition begonnen würde (Wank, 2021, S. 223).

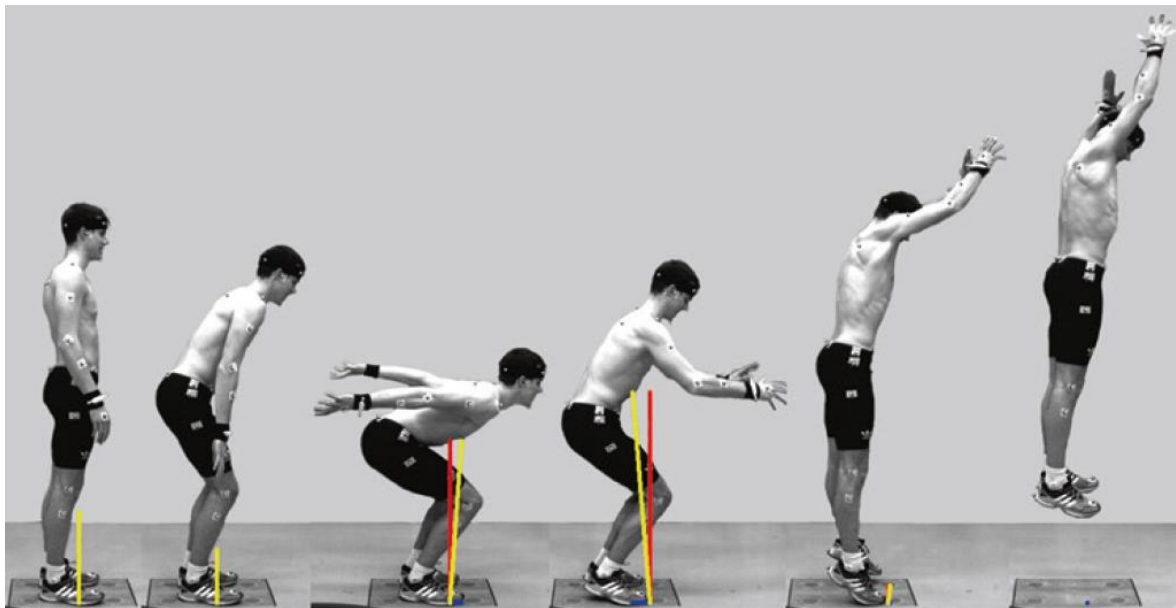


Abbildung 4: Phasenbildreihe mit Richtungsvektoren der Bodenreaktionskräfte bei einem Counter Movement Jump (CMJ) mit Armschwung (Wank 2021, S. 224)

Die Auftaktbewegung und die damit einhergehende Einbeziehung des Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus ermöglicht laut Weineck (2010) die Speicherung kinetischer Energie über elastische Muskelkomponenten und damit die Erhöhung der Sprunghöhe.

Für die Analyse des Counter Movement Jumps kann der Zeitverlauf der Bodenreaktionskraft herangezogen werden, welcher in Abbildung 5 dargestellt wird. Typischerweise zeichnet

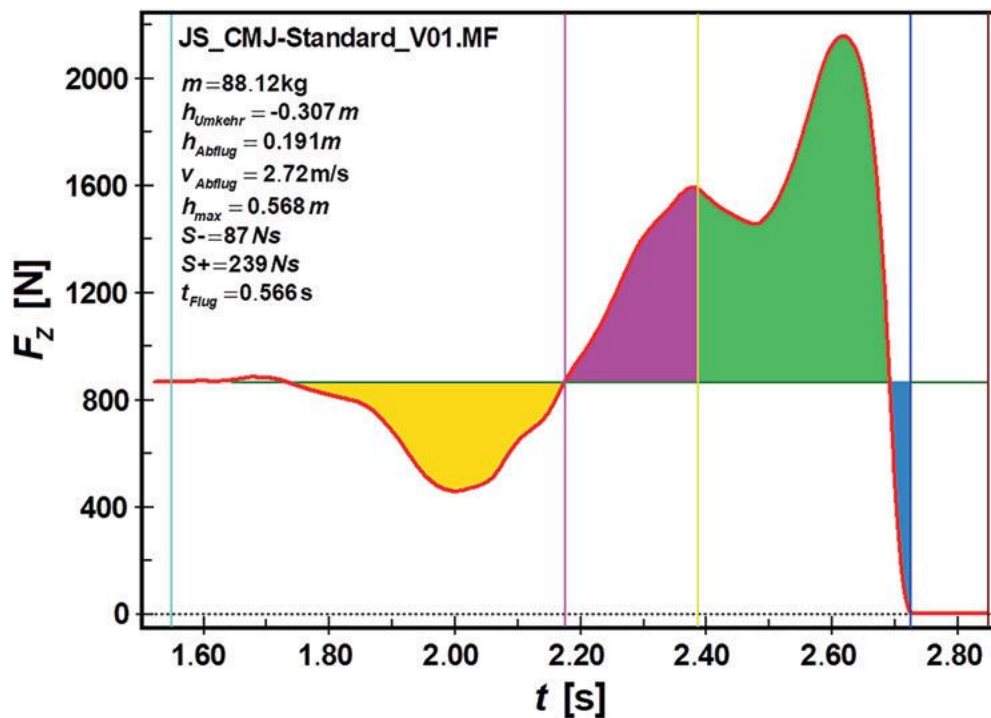


Abbildung 5: Zeitverlauf der Bodenreaktionskraft bei einem Counter Movement Jump (CMJ) mit Armschwung mit Markierung des Bremskraftstoßes (pink) und des Beschleunigungskraftstoßes (hellgrün) (Wank 2021, S. 224).

sich dieser durch eine Senke am Beginn der Bewegung aus. Diese spiegelt die Absenkung des Körpers am Beginn der Bewegung wider, was eine Entlastung zur Folge hat. Die Bodenreaktionskraft sinkt dabei unter das Ausgangsniveau, wie der gelb-markierte Bereich der Abbildung zeigt. Darauf folgt ein erster Hügel, welcher das Abbremsen der Abwärtsbewegung bis zum unteren Umkehrpunkt veranschaulicht und in der Abbildung pink gekennzeichnet ist. Der Beschleunigungskraftstoß und damit die beginnende Aufwärtsbewegung des abgesenkten Körpers wird durch deutlich größere Bodenreaktionskräfte und einem zweiten Hügel gekennzeichnet, und ist in der Abbildung mit der Farbe Grün gekennzeichnet (Wank, 2021). Der Zeitverlauf der Bodenreaktionskraft ermöglicht es Aussagen über die Qualität der Bewegungsausführung zu treffen.

Der Counter Movement Jump wird in vielen Sportarten traditionell als Standardtest ohne Armschwung durchgeführt. Wank (2021) argumentiert, dass es sich bei dieser Ausführungsform um ein Relikt der Vergangenheit handelt, in welcher der komplexe Einfluss der Schwungelemente auf die Absprungbewegung noch nicht ausreichend erforscht war beziehungsweise falsch eingeschätzt wurde. „Die Koordination der Schwungelemente hat einen weitaus komplexeren Einfluss als nur den der Übertragung von Teilimpulsen beim Abbremsen der Schwungelemente am Ende der Stützphase“, betont Wank (2021, S. 224). Stützt man die Arme beim Counter Movement Jump in der Hüfte ab, so wird in erster Linie

die isolierte Leistungsfähigkeit der Beinstrecker getestet (Wank, 2021). Die technischen Anforderungen der Sprungausführung sind bei Counter Movement Jumps laut Weineck (2010) höher als bei anderen Testsprüngen. Wank (2021, S. 223) geht näher auf diese Thematik ein und beschreibt, wie die Testperson die Rahmenbedingungen des Counter Movement Jumps durch ihre eigene Bewegungsausführung beeinflussen kann: „So kann er durch die Tiefe der Auftaktbewegung den Beschleunigungsweg variieren. Die Geschwindigkeit der Absenkbewegung beeinflusst die Intensität des Bremsvorgangs und damit indirekt die Anfangskraft im Moment des unteren Umkehrpunkts“. Zusätzlich beeinflusst die Amplitude und Intensität der Schwungbewegungen von Armen und Rumpf die Reaktionskräfte während des Absprungs sowie die Impulsübertragung der Schwungelemente auf den gesamten Körper, weshalb bei Testungen der Sprungkraftfähigkeiten alle Arten von Armschwungbewegungen zugelassen werden sollten (Wank, 2021).

In diesem Sinne führten die Probanden bei der Labortestung fünf Counter Movement Jumps mit Armschwung durch. Die Testpersonen standen dabei auf zwei Kraftmessplatten und hatten zwei Testsprünge zur Eingewöhnung, bevor mit der Aufnahme gestartet wurde. Die fünf darauffolgenden Sprünge sollten maximal hoch erfolgen. Zwischen den Sprüngen hatten die Probanden je 30 Sekunden Pause.

2.3.2 Single Leg Jump (SLJ)

Der einbeinige Counter Movement Jump diente insbesondere dazu, die isolierte Leistungsfähigkeit der Beinstrecker der Probanden zu überprüfen und herauszufinden, welches Bein unter diesem Aspekt das stärkere ist. Um die Ergebnisse nicht durch den Armschwung zu verfälschen, wurde der einbeinige Counter Movement Jump ohne Zuhilfenahme der Arme als Schwungelemente durchgeführt. Die Arme mussten während des Sprunges in die Hüfte gestützt werden. Die Vorgabe des Versuchsleiters war es, bei jedem Versuch maximal hoch abzuspringen. Die Testpersonen hatten pro Bein je zwei Vorbereitungssprünge auf der Kraftmessplatte, bevor mit der Testung begonnen wurde.

Die Probanden mussten die einbeinigen Counter Movement Jumps immer mit dem linken Bein beginnen. Nach dem Sprung hatten sie 30 Sekunden Pause, wonach das andere Bein folgte. Abwechselnd wurden so insgesamt zehn Sprünge durchgeführt, fünf mit dem linken und fünf mit dem rechten Bein.

2.3.3 Ollie

Der wesentliche, leistungsbestimmende Faktor für die Performance des Ollies bildet in dieser Arbeit die Sprunghöhe. Diese wird definiert als die Höhe, welche die hintere Achse des Skateboards, also jene Achse, die sich unter dem Fuß, mit dem abgesprungen wird, befindet, erreicht. Der Grund für diese Charakterisierung der Sprunghöhe mag für Skateboarderinnen und Skateboarder auf der Hand liegen, während er für Personen, die sich nicht mit der Thematik beschäftigen, schwer zu fassen sein mag. Bei einem Ollie hebt sich zuerst die Nose und die vordere Achse des Skateboards vom Boden ab, ehe kurz darauf die Tail in den Boden schnellte und sich dadurch die hintere Achse vom Boden abhebt. Das Skateboard wird mit dem in Fahrtrichtung stehenden Fuß schräg nach vorne oben gezogen, wodurch sich das Board weiter vom Boden entfernt. Durch das darauffolgende Anziehen des hinteren Beins wird das Skateboard in die Waagrechte gebracht. Ein guter Ollie zeichnet sich dadurch aus, dass die hintere Achse bei diesem Vorgang die Höhe der vorderen Achse nicht nur erreicht, sondern auch darüber hinausgeht. Dennoch ist die Höhe der hinteren Achse durch die maximale Höhe der vorderen Achse limitiert. Die Anwendung dieser Technik ermöglicht es einem Skateboarder oder einer Skateboarderin Hindernisse zu überwinden, ohne dabei das Board unter den Füßen zu verlieren. Angenommen, eine Skateboarderin möchte über eine Bank springen. Dann versucht sie zunächst mit der vorderen Achse die Höhe der Bank zu übersteigen, ehe sie das hintere Bein anzieht und auch die Tail des Skateboards über die Bank zieht. Wäre die vordere Achse oder die Mitte des Boards das entscheidende Kriterium für die Sprunghöhe, so wäre das Ergebnis nicht von praxisrelevanter Bedeutung.

Die Messung des Ollies erfolgte auf zwei Kraftmessplatten im Biomechanik Labor der Universität Wien. Das Skateboard wurde so platziert, dass je eine Achse auf einer Kraftmessplatte stand und die Tail auf derselben Kraftmessplatte in den Boden schnellte, auf der die hintere Achse des Skateboards stand.

Die Probanden hatten zwei Versuche zur Gewöhnung an den Ollie auf den beiden Kraftmessplatten. Danach führten sie im Abstand von 30 Sekunden fünf Ollies aus. Abgesprungen werden musste dabei immer mit der Tail des Skateboards. Ein Versuch galt als gültig, wenn auf den beiden Kraftmessplatten weggesprungen wurde und die Landung mit beiden Füßen auf dem Skateboard erfolgte.

Das Skateboard wurde eigens für die Untersuchung angeschafft und so präpariert, dass es die verwendeten biomechanischen Messsysteme nicht störte oder beschädigte. So wurden die silberfarbenen Achsen des Skateboards mit weißem Klebeband überklebt, damit die Infrarot-Kameras des Vicon Bewegungsanalysesystems sie nicht fälschlicherweise mit den kugelförmigen reflektierenden Markern verwechselten, welche die Probanden am Körper trugen. Weiters wurde die Unterseite der Tail des Skateboards mit einem Streifen Klebeband überklebt, sodass die Kraftmessplatten nicht beschädigt werden konnten. Bei dem Skateboard handelte es sich um ein Blue-Tomato Komplettdack der Größe 8,25 im Standard Popsicle Shape mit 53 mm Rollen des Härtegrades 100A. Das Skateboard war 21 cm breit, bei einer Länge von 81 cm, und hatte einen Achsstand von 36 cm.

2.3.4 Switch Ollie

Der Ablauf der switch Ollie Testung war ident zu jener des normalen Ollies, außer, dass sich der Stance, also die Fahrposition der Probanden, veränderte. Probanden, die vorzugsweise mit dem rechten Fuß abspringen, mussten nun mit dem linken Fuß abspringen und andersherum. Abgesprungen werden musste, wie beim Ollie zuvor auch, mit der Tail des Skateboards. Switch Ollies werden zwar im Normalfall von der Nose abgesprungen, jedoch würde das die Vergleichbarkeit der Sprünge beeinflussen, da sich Tail und Nose in ihrer Form und Länge geringfügig unterscheiden. Um die Sprünge bei der späteren Auswertung untereinander vergleichen zu können, müssen die Rahmenbedingungen bei der Testung ident sein. Die Testpersonen hatten 2 Probeversuche zur Eingewöhnung bevor dann 5 switch Ollies, mit einer Pause von 30 Sekunden zwischen den Wiederholungen, auf zwei Kraftmessplatten im Biomechanik Labor der Universität Wien aufgenommen wurden. Das verwendete Testboard war ident zu jenem, welches zuvor bei der Ollie Testung verwendet wurde.

2.4 Biomechanische Messmethoden

Die Testpersonen wurden vor der Testung im Labor gewogen und deren Körpergröße wurde bestimmt. Zusätzlich wurde der Durchmesser des Knie- und Sprunggelenks mit Hilfe eines Messschiebers sowie die Beinlängen der Probanden vom vorderen oberen Darmbeinstachel zum Innenknöchel gemessen. Neben der Erhebung der körperlichen Maße wurden auch das Alter und die bevorzugte Fahrposition der Testpersonen erfasst.

Im Rahmen der Labortestung wurden dann Kraftmessplatten des Typs 9281EA (Kistler Instrumente, Winterthur, Switzerland) zur Messung der auftretenden Kräfte beim Ollie verwendet, sowie das Vicon Vantage V8 Motion Capture System, welches mit Hilfe von 12 Infrarot-Kameras und reflektierenden Markern, die auf der Haut der Probanden platziert wurden, deren genaue Position bestimmen und ein 3-dimensionales Modell der Bewegung erstellen konnte. Folgende werden die beiden biomechanischen Messmethoden sowie der Aufbau im Biomechanik Labor der Universität Wien genauer erklärt.

2.4.1 Kraftmessplatten

In dieser Studie wurden zwei dreidimensionale Kraftmessplatten des Typs 9281EA (Kistler Instrumente, Winterthur, Switzerland) verwendet, die in den Boden des Biomechaniklabors eingelassen waren. Die Kraftmessplatten erfassten Bodenreaktionskräfte und –reaktionsmomente zeitsynchron zu den kinematischen Daten des Vicon Systems.

Die Wirkung von Kräften äußert sich laut Wank (2021) entweder in der Beschleunigung von Massen oder in der Deformation von Material. Kräfte können sich daher entweder anhand von Beschleunigungsmessungen bestimmen lassen oder durch die Deformation von Sensoren abgeleitet werden. Ersteres ist besonders in Sportarten relevant, wo Kraftwirkungen auf Sportgeräte erfasst werden, wie etwa beim leichtathletischen Kugelstoß oder Speerwurf. Die Kraftmessung anhand der Verbiegung von Material hingegen wird bei der Bestimmung von Stütz- und Zugkräften am Boden oder an Sportgeräten, wie einem Reck, herangezogen. In dieser Arbeit sind vor allem die Reaktionskräfte entscheidend, für deren Messung laut Wank (2021) handelsübliche Kraftsensoren verwendet werden, die entweder nach dem Dehnmessstreifenprinzip oder auf der Basis von Piezoeffekten funktionieren.

Der zentrale Bestandteil von Kraftsensoren, die nach dem Dehnmessstreifenprinzip funktionieren, sind ein oder mehrere Biegebalken, die sich bei einer Krafteinwirkung definiert elastisch verbiegen. Auf den Balken sind sowohl auf der Ober- als auch auf der Unterseite Dehnmessstreifen aufgeklebt, die entweder aus einem Drahtgitter aus Konstantan oder Wolfram oder aus einem Halbleiter, wie Silizium, bestehen. Wird eine Kraft auf den Biegebalken ausgeübt, so verbiegt sich dieser reversibel, wobei die Oberseite gedehnt und die Unterseite gestaucht wird.

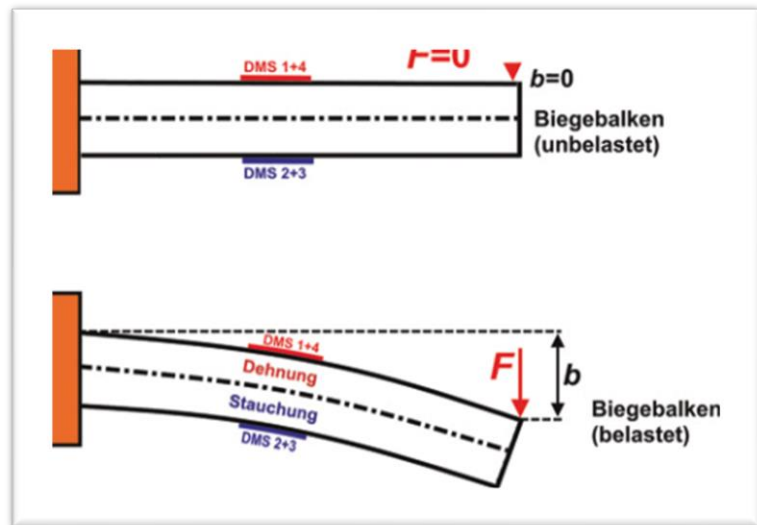


Abbildung 6: Dehnmessstreifen und DMS-Messprinzip. Die Wirkung der Kraft F verursacht eine Biegung b und damit die Verlängerung bzw. Verkürzung der DMS (Wank, 2021, S. 108)

Dieser Vorgang überträgt sich auch auf die Dehnmessstreifen, die in Form einer Folie oder eines dünnen Plättchens mit dem Biegebalken verbunden sind. Diese Dehnung und Stauchung führen dazu, dass die Dehnmessstreifen ihren elektrischen Widerstand entweder erhöhen oder reduzieren. Diese gemessenen Spannungsunterschiede der Dehnmessstreifen können Information darüber geben, wie hoch die am Biegebalken wirkende Kraft ist (Wank, 2021).

Kraftsensoren auf der Basis des Piezoeffekts machen sich die Eigenschaft von polarisierten Quarzkristallen zu Nutze, unter Druck in ihre Vorzugsrichtung Ladungen in Form von Elektronen abzugeben (Wank, 2021). Dabei verhält sich die Menge der abgegebenen Elektronen proportional zur einwirkenden Kraft. Wank (2021, S. 109) führt aus: „Die bei Kraftwirkung freigesetzten Ladungen gelangen über ein hochisoliertes Ladungskabel zu einem empfindlichen Ladungsverstärker, der das Signal so weit verstärkt, dass es als analoges Messsignal [...] mittels PC registriert werden kann.“

Kraftsensoren auf Basis des Piezoeffekts haben gegenüber Sensoren auf Basis von Dehnmessstreifen einen entscheidenden Vorteil, sie sind deutlich härter. Dadurch benötigen Piezokraftsensoren nur einen sehr geringen Messweg, können steile Kraftanstiege besser messen und in deutlich kleineren, kompakten Abmessungen gebaut werden. Insbesondere für die Erfassung von Impact-Situationen und anderen Bewegungen mit kurzen Stützzeiten,

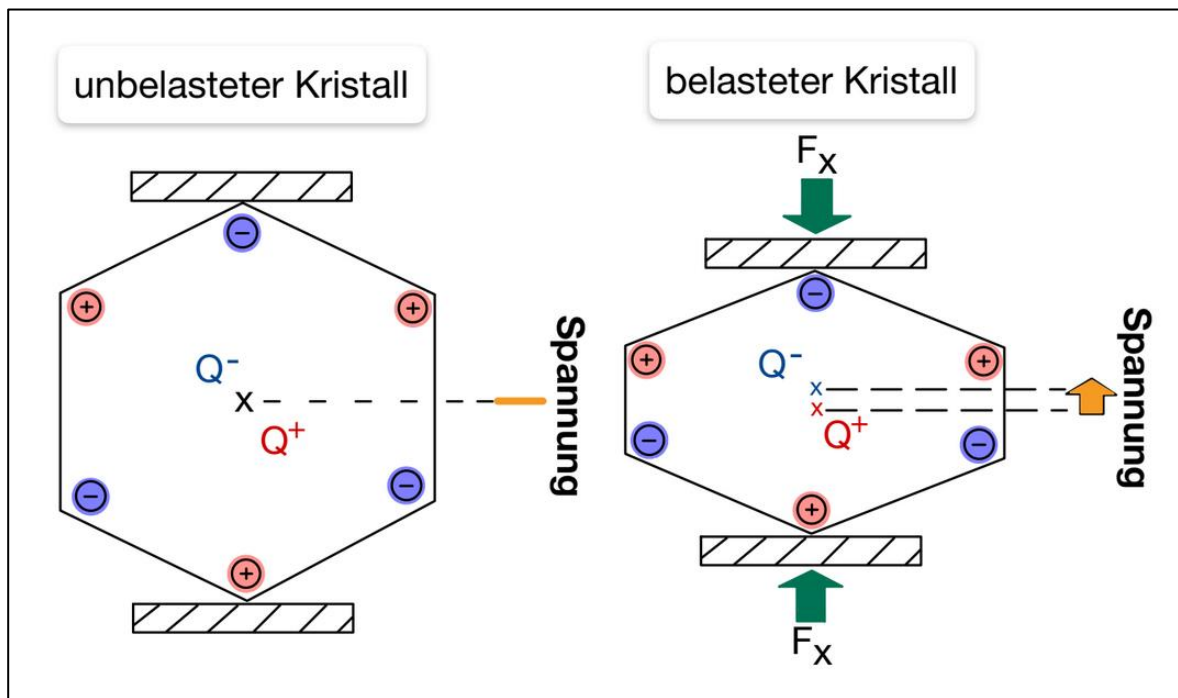


Abbildung 7: Prinzip des piezoelektrischen Effekts nach Wank (2021). Eigene Darstellung.

wie sie beispielsweise bei Sprüngen auftreten, sind laut Wank (2021) Geräte mit Piezokraftsensoren zu empfehlen. Für Langzeitmessungen und die Messung statischer Kräfte sind laut dem Autor hingegen die kostengünstigeren Sensoren auf Basis von Dehnmessstreifen zu empfehlen.

2.4.2 Vicon Bewegungsanalyse System

Im Rahmen dieser Studie wurde das Vicon Vantage V8 Bewegungsanalysesystem mit zwölf Infrarotkameras und einer Auflösung von 8MP zur Erfassung der kinematischen Daten verwendet (Vicon®, Oxford, UK). Die Kameras wurden kreisförmig in unterschiedlichen Höhen rund um die Kraftmessplatten, auf welchen die Probanden die vertikalen Sprungtests durchführten, positioniert.

Das Vicon System zählt zu den IR-basierten automatischen Marker-Tracking-Systemen. Es handelt sich dabei laut Wank (2021) um vollautomatische Systeme zur Erfassung von Markertrajektorien auf der Basis von kugelförmigen Infrarot-Reflex-Markern, die aus bis zu 30 intelligenten Infrarot-Kameras bestehen. Diese Kameras besitzen jeweils ein Infrarot-LED-Stroboskop, welches die Probanden mit nicht sichtbarem Licht anblitzt und dabei die Reflexionen der Infrarot-reflektierenden Kugelmarker aufnimmt und speichert. Der Vorteil gegenüber Videoanalyseverfahren ist dabei, dass nicht die kompletten Videobilder zum Messrechner gesendet werden, sondern lediglich die Koordinaten der reflektierenden Markerpunkte. Dadurch entsteht ein Datensatz, der weit weniger Messdaten beinhaltet als

bei anderen Videoanalysesystemen, und auch in der Weiterverarbeitung am Computer geringere Rechenleistungen erfordert. Die Nachteile bestehen hingegen darin, dass Infrarot-basierte automatische Marker-Tracking-Systeme einerseits sehr teuer in der Anschaffung sind und am Ende der Messung keine Messbilder vorliegen, sodass im Falle der Nichterfassung eines Markerpunkts durch die Kameras, keine nachträgliche manuelle Rekonstruktion der Markerbahnen möglich ist. Aus diesem Grund werden häufig parallel zu den Messungen nichtkalibrierte Kontrollvideos aufgenommen, um die kinematischen Daten der Bewegungsanalyse den richtigen Bewegungsabläufen zuordnen zu können. Die Arbeit mit automatischen Infrarot-Trackern ist zeitaufwendig, da die Probanden vor der Messung mit einem Set von Infrarot-Markern ausgestattet werden müssen. Wank (2021, S.92) führt aus: „Für die Analyse menschlicher Bewegungen hat sich in vielen Bereichen (...) das sogenannte Plug-in-Gait-Modell durchgesetzt (...). Damit können anhand der oberflächlich auf der Haut platzierten Markerpunkte die Gelenkzentren der großen Körpergelenke berechnet werden.“ Das System kann problemlos 100 Markerpunkte gleichzeitig automatisch tracken und die Ergebnisse nahezu in Echtzeit ausgeben, wodurch auch sehr detaillierte Körpermodelle zeit- und kostengünstig vermessen werden können (Wank, 2021).

2.5 Datenanalyse

Die Markerdaten wurden mit einer Frequenz von 200 Hz und die Kraftmessdaten mit einer Frequenz von 1000 Hz aufgenommen und in Vicon Nexus 2.14 nachbearbeitet. Die fertig aufbereiteten Marker- und Kraftmessdaten wurden als c3d-Dateien aus Vicon exportiert. Weiterführende Berechnungen zur Ermittlung der Sprunghöhe, Entlastung und Absprungdauer wurden anschließend mit dem Programm Octave in der Version 9.2.0 durchgeführt und die Statistik mit der Software Julius (Caesar Labs, Inc., 2025) berechnet.

Das Körpergewicht (=BW) wurde mit Hilfe der statischen Aufnahmen der Probanden berechnet. Die Testperson stand dabei mit je einem Bein auf einer Kraftmessplatte, weshalb das Körpergewicht aus der Summe der Kräfte beider Kraftmessplatten über eine Dauer von 2 Sekunden berechnet wurde.

Die Aufnahmen (= trials) der Sprünge wurden nochmals gekürzt, sodass der Anfangszeitpunkt (= t_0) jedes trials an dem frühesten Punkt liegt, an dem das Körpergewicht des Probanden mit den auf die Kraftmessplatten wirkenden Kräften übereinstimmt. Zum Anfangszeitpunkt stand die Testperson also ruhig und aufrecht auf den beiden Kraftmessplatten.

Der Absprungzeitpunkt (= t_1) wurde definiert als frühester Punkt nach dem Anfangszeitpunkt, an dem der Mittelwert der vertikalen Bodenreaktionskraft beider Kraftmessplatten unter 20 N liegt.

Die maximale Entlastung (= $\max\text{Deload}$) der Probanden vor dem Absprung konnte in Anlehnung an McHugh et al. (2024), durch den Minimalwert der vertikalen Bodenreaktionskraft (vGRF) zwischen dem Anfangszeitpunkt und dem Absprungzeitpunkt berechnet werden. Anhand der kleinsten vertikalen Bodenreaktionskraft und dem Körpergewicht des Probanden konnte der relative Entlastungswert im Verhältnis zum Körpergewicht in Prozent berechnet werden.

$$\max\text{Deload in \%} = \frac{BW - \min(v\text{GRF}(t) \mid t \in [t_0; t_1])}{BW} * 100$$

Um die Sprunghöhen des CMJ und des SLJ zu berechnen wurden zunächst Hz in Sekunden umgerechnet. Danach wurde die Beschleunigung mit Hilfe der Kraftmessdaten und dem Körpergewicht der Probanden errechnet und daraus die Geschwindigkeit integriert. Die

Sprunghöhe des CMJ und des SLJ wurde schließlich mit Hilfe der Geschwindigkeit zum Absprungzeitpunkt ($v(t_1)$) wie folgt berechnet.

$$\text{Sprunghöhe in cm} = \frac{v(t_1)^2}{g * 2} * 100$$

Die Sprunghöhen des Ollies und switch Ollies wurden nicht über die Kraftmessdaten errechnet, sondern anhand der maximalen Höhe, welche die Hinterachse des Skateboards während des Sprunges erreicht. Dafür wurde der Mittelwert der vertikalen Höhe beider Boardmarker der hinteren Achse errechnet und der maximale Wert zwischen Absprungzeitpunkt und Landung des Sprunges herangezogen.

Die Absprungdauer wurde als jene Zeitspanne berechnet, welche zwischen dem Abheben der vorderen Achse und dem Abheben der hinteren Achse vom Boden verstreicht. Diese beiden Zeitpunkte wurden errechnet als jene, Punkte, an denen die vertikale Bodenreaktionskraft der jeweiligen Kraftmessplatte 20 N unterschreitet.

In der folgenden Abbildung wird der Kraft-Zeit Verlauf eines CMJ mit einer Sprunghöhe von 48,42 cm grafisch dargestellt. Die blaue durchgängige Linie bildet die vertikale Bodenreaktionskraft ab, während die orange strichlierte Linie den Geschwindigkeitsverlauf darstellt. Der rote Stern gibt den Anfangszeitpunkt (t_0) an, die grüne Linie markiert den Punkt der größten Entlastung und die rosa Linie steht für den Absprungzeitpunkt (t_1).

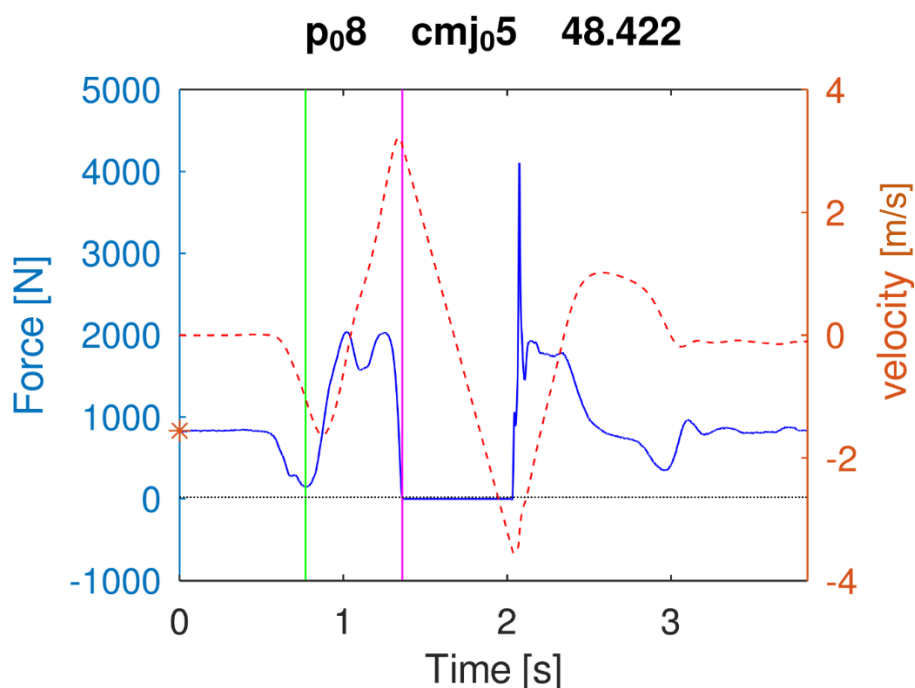


Abbildung 8: Kraft-Zeit Verlauf eines CMJ mit eingezeichnetem Geschwindigkeitsverlauf.

3 Ergebnisse

3.1 Deskriptive Darstellung der Sprungtestungen

Im Rahmen dieser Studie führten acht männliche Testpersonen je fünf Sprünge der verschiedenen Sprungtestungen auf Kraftmessplatten aus. Getestet wurde dabei die Sprunghöhe beim Counter Movement Jump (= CMJ), die einbeinige Sprunghöhe des Beins, welches am Skateboard in Fahrtrichtung positioniert wird (= SLJ front foot), die einbeinige Sprunghöhe des Beins, welches beim Skateboarden in Fahrtrichtung hinten positioniert wird (= SLJ back foot), die Sprunghöhe des Ollies und die Sprunghöhe des switch Ollies.

Um Ausreißern entgegenzuwirken, wurde der Mittelwert der 3 besten Sprünge jeder Sprungart berechnet, um damit weitere statistische Berechnungen durchzuführen. Die folgende Tabelle zeigt eben jene Mittelwerte jedes Probanden in jeder Sprungart. In der letzten Zeile wird der Mittelwert und die Standardabweichung der Sprunghöhe aller Probanden in der jeweiligen Sprungart angegeben.

Tabelle 1: Durchschnittliche Sprunghöhen der besten 3 Versuche aller Probanden bei CMJ, SLJ front foot, SLJ back foot, Ollie und switch Ollie.

Sprunghöhen in cm	CMJ	SLJ front foot	SLJ back foot	Ollie	Switch Ollie
Proband 1	46,0	24,7	26,1	79,3	59,4
Proband 2	37,6	13,2	17,2	47,5	25,7
Proband 3	56,9	28,0	37,2	76,7	57,2
Proband 4	39,8	18,5	22,1	52,6	46,9
Proband 5	27,9	11,2	14,5	36,3	26,6
Proband 6	37,8	11,4	15,6	58,4	48,4
Proband 7	31,7	18,6	23,2	67,6	54,6
Proband 8	45,6	18,8	20,0	71,0	54,1
Mittelwert ± SD	40,4 (± 9,1)	18,0 (± 6,1)	22,0 (± 7,3)	61,2 (± 15,1)	46,6 (± 13,3)

Die folgende Grafik veranschaulicht die durchschnittlichen Sprunghöhen aller Sprungtestungen sowie deren Standardabweichungen. Auffallend ist, dass der einbeinige

Sprung des hinteren Beins deutlich höhere durchschnittliche Sprunghöhen aufweist, als der einbeinige Sprung des vorderen Beins. Weiters übersteigt die durchschnittliche Sprunghöhe des Ollies jene des switch Ollies deutlich.

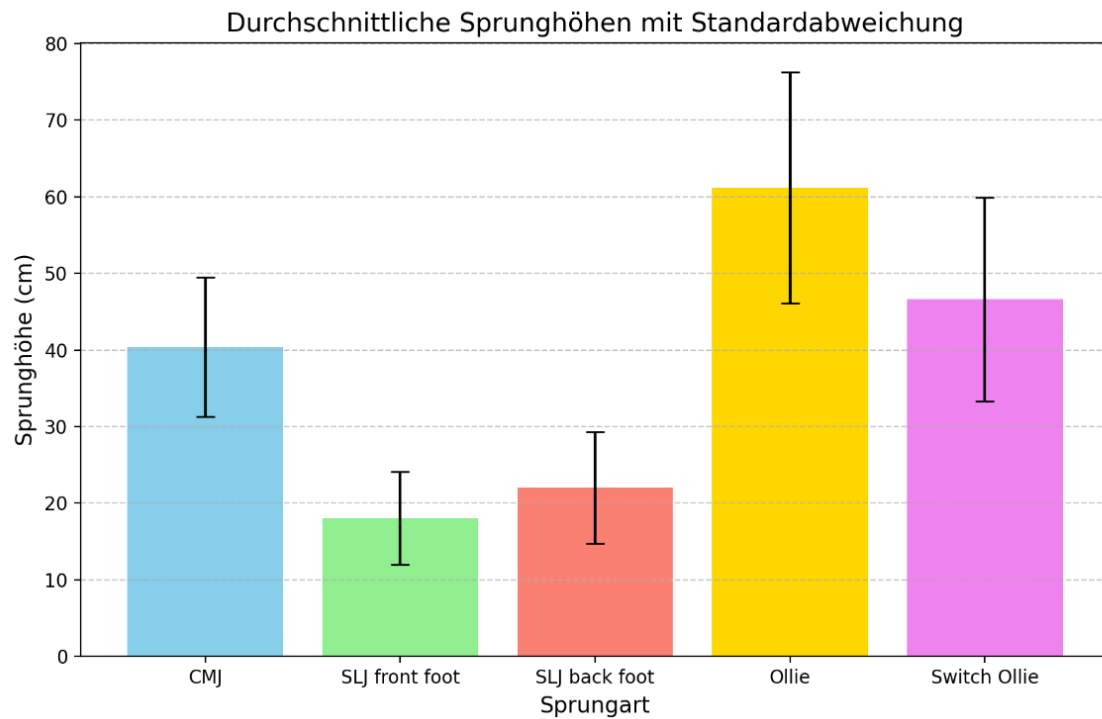


Abbildung 9: Durchschnittliche Sprunghöhen und Standardabweichungen aller Probanden bei CMJ, SLJ front foot, Ollie und switch Ollie.

3.1.1 Counter Movement Jump (CMJ)

Die durchschnittliche Sprunghöhe des Counter Movement Jumps aller Probanden beträgt 40,41 cm mit einer Standardabweichung von $\pm 9,09$ cm. Die niedrigste gemessene Sprunghöhe liegt bei 27,87 cm, während die größte erreichte Sprunghöhe bei 56,89 cm liegt. Die Spannweite, also die Differenz zwischen höchstem und niedrigstem Wert, beträgt 29,02 cm. Der Boxplot unten verdeutlicht die Verteilung der Werte und zeigt, dass es keine Ausreißer gibt. Der Median liegt bei 38,81 cm und der Interquartilsabstand bei 9,54 cm. Das Histogramm zeigt eine leicht rechtsschiefe Verteilung der Sprunghöhen.

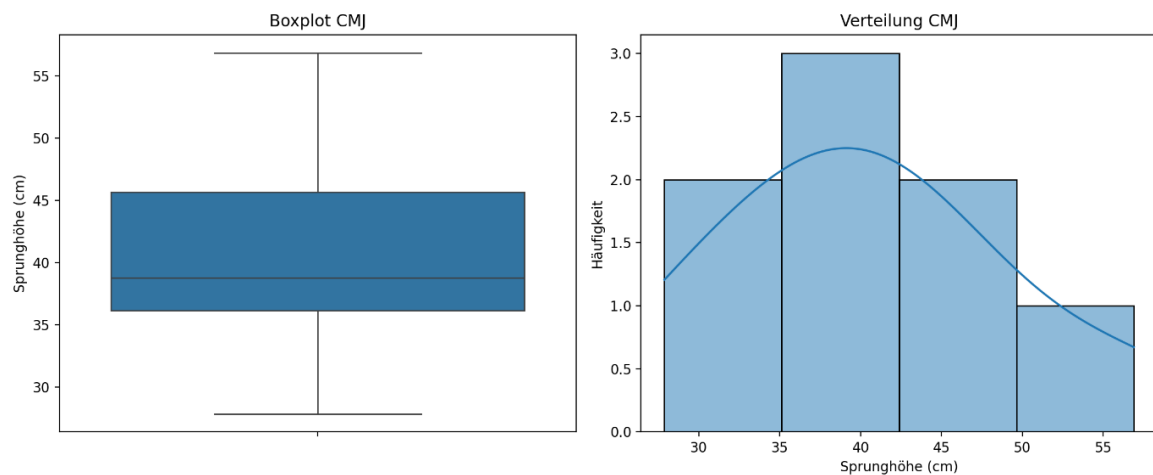


Abbildung 10: Deskriptive Statistik des CMJ aller Probanden als Boxplot und Histogramm.

3.1.2 Single Leg Jump (SLJ)

Die Single Leg Jumps des vorderen Fußes weisen eine durchschnittliche Sprunghöhe von 18,04 cm auf. Die Standardabweichung beträgt $\pm 6,09$ cm. Die niedrigste gemessene Sprunghöhe liegt bei 11,21 cm, während die größte erreichte Sprunghöhe bei 28,01 cm liegt. Die Spannweite beträgt 16,80 cm.

Die Single Leg Jumps des hinteren Fußes weisen eine durchschnittliche Sprunghöhe von 21,99 cm bei einer Standardabweichung von $\pm 7,29$ cm auf. Die niedrigste gemessene Sprunghöhe liegt bei 14,50 cm, während die größte erreichte Sprunghöhe bei 37,20 cm liegt. Die Spannweite beträgt 22,70 cm.

Tabelle 2: Deskriptive Statistik des SLJ front foot und SLJ back foot aller Probanden.

Sprunghöhen in cm	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum	Spannweite
SLJ front foot	18,04	$\pm 6,09$	11,21	28,01	16,8
SLJ back foot	21,99	$\pm 7,29$	14,5	37,2	22,7

Die einbeinigen Sprünge des vorderen und hinteren Fußes sind nach dem Shapiro-Wilk Normalverteilungstest normalverteilt (SLJ front foot: $p = 0,352$; SLJ back foot: $p = 0,228$) und weisen eine mittlere Differenz von 3,95 cm zugunsten des hinteren Fußes auf. Der gepaarte t-Test ($t = 4,522$; $p = 0,0027$) zeigt, dass es einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Sprunghöhen des vorderen und hinteren Fußes gibt. Die Effektstärke (Cohens $d = 0,588$) deutet auf einen mittleren Effekt hin.

Das Streudiagramm zeigt die Sprunghöhe des vorderen Fußes jedes Probanden auf der X-Achse und die Sprunghöhe des hinteren Fußes auf der Y-Achse. Die rote Linie repräsentiert gleiche Sprunghöhen beider Beine. Die Grafik verdeutlicht, dass alle Punkte über der diagonalen Linie liegen, was die Hypothese unterstützt, dass der hintere Fuß eines Skateboarders typischerweise sprunghöher ist als der vordere Fuß. Die Analyse zeigt, dass eine signifikante Asymmetrie hinsichtlich der einbeinigen Sprungkraft der Probanden besteht, wobei der hintere Fuß tendenziell bessere Sprungkraftwerte aufweist als der vordere Fuß.

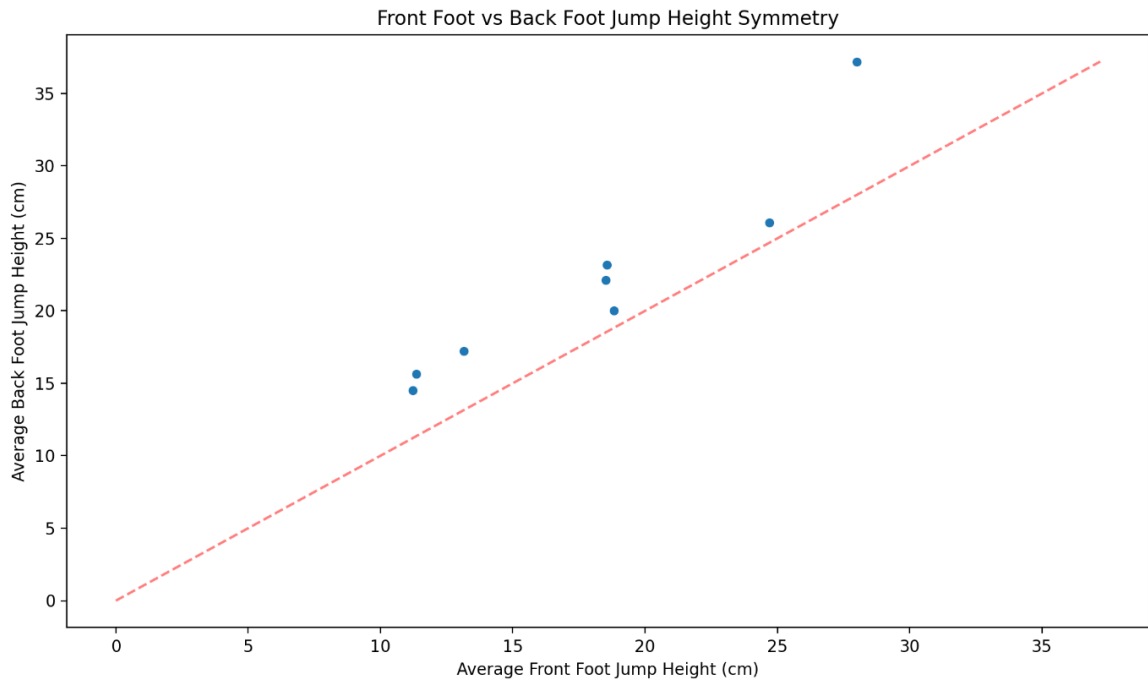


Abbildung 11: Gegenüberstellung der Sprunghöhen des SLJ back foot und SLJ front foot aller Probanden.

Das folgende Balkendiagramm vergleicht ebenfalls die Sprunghöhen des vorderen und hinteren Beins aller Probanden. Es verdeutlicht, dass alle Probanden mit dem hinten am Skateboard positionierten Bein, größere Sprunghöhen erreichen als mit dem vorne am Skateboard positionierten Bein.

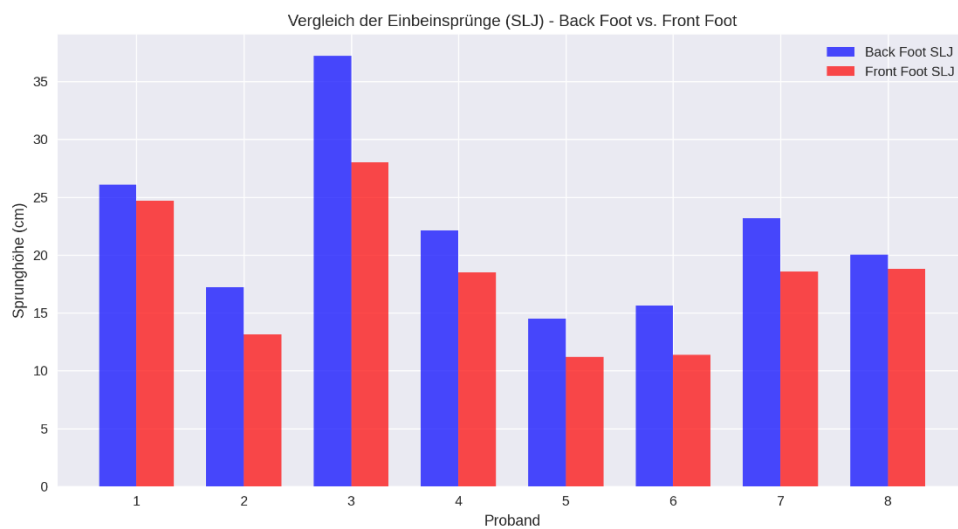


Abbildung 12; Vergleich der Sprunghöhe des vorderen und hinteren Beins beim Single Leg Jump.

3.1.3 Ollie und switch Ollie

Die durchschnittliche Sprunghöhe der Ollies aller Probanden beträgt 61,17 cm mit einer Standardabweichung von $\pm 15,10$ cm. Die niedrigste gemessene Sprunghöhe liegt bei 36,26 cm, während die größte erreichte Sprunghöhe 79,31 cm ausmacht. Die Spannweite beträgt 43,03 cm.

Die durchschnittliche Sprunghöhe des switch Ollies beträgt 46,61 cm mit einer Standardabweichung von $\pm 13,29$ cm. Die niedrigste gemessene Sprunghöhe liegt bei 25,71 cm, während die größte erreichte Sprunghöhe 59,41 cm beträgt. Die Spannweite beträgt 33,70 cm.

Tabelle 3: Deskriptive Statistik der Sprunghöhen des Ollies und switch Ollies aller Probanden.

Sprunghöhen in cm	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum	Spannweite
Ollie	61,17	$\pm 15,10$	36,26	79,31	43,04
Switch Ollie	46,61	$\pm 13,29$	25,71	59,41	33,70

Die Sprunghöhe des normalen Ollies ist im Durchschnitt um 14,56 cm größer als jene des switch Ollies. Die Ergebnisse des gepaarten t-Tests ($t = 7,1194$; $p = 0,0002$) zeigen einen hochsignifikanten Unterschied zwischen der Sprunghöhe des Ollies und der Sprunghöhe des switch Ollies mit einer großen Effektstärke (Cohens $d = 1,024$).

Das Streudiagramm zeigt die Sprunghöhen der Ollies aller Probanden auf der X-Achse und die Sprunghöhen der switch Ollies auf der Y-Achse. Die rote gestrichelte Linie repräsentiert gleiche Sprunghöhen für beide Sprungarten. Alle Punkte liegen unterhalb der roten Linie, was bestätigt, dass die Sprunghöhen der Ollies aller Probanden im Durchschnitt höher sind als die Sprunghöhen der switch Ollies.

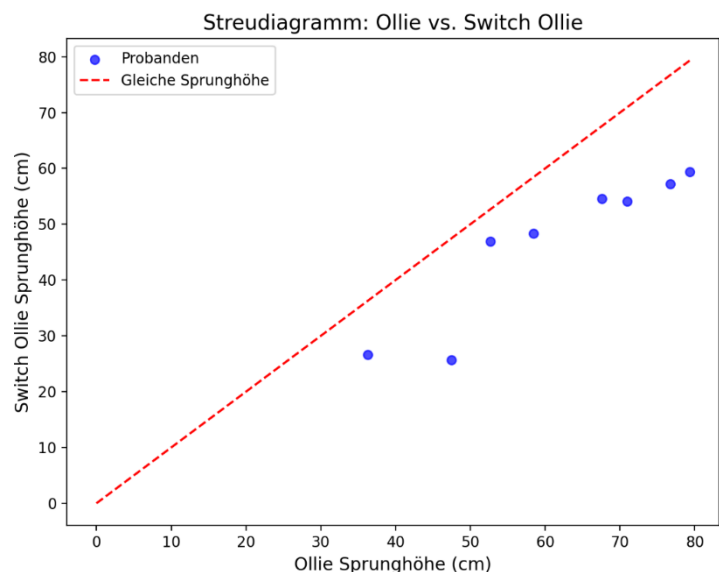


Abbildung 13: Gegenüberstellung der Sprunghöhen des Ollies und switch Ollies aller Probanden.

Der Boxplot zeigt einen detaillierten Vergleich der Sprunghöhen zwischen Ollie und switch Ollie. Die blaue Box zeigt den Interquartilsbereich des Ollies, wobei die untere Kante bei 51,35 cm und die obere Kante bei 72,42 cm liegt. Der Median des Ollies beträgt 63,00 cm. Die rote Box zeigt den Interquartilsbereich des switch Ollies, welcher zwischen 41,82 cm und 55,23 cm liegt. Der Median des switch Ollies beträgt 51,23 cm.

Der Median des Ollies ist um 11,77 cm größer als der des switch Ollies. Beide Sprungarten zeigen eine leichte Asymmetrie hinsichtlich der Verteilung, was an den unterschiedlichen Abständen zwischen den Rändern des Interquartilsbereichs und des Medians zu erkennen ist. Der Interquartilsbereich des Ollies ist mit 21,07 cm deutlich größer als jener des switch Ollies mit 13,41 cm, was auf eine größere Streuung der Werte im mittleren Bereich hindeutet. In beiden Boxplot-Darstellungen sind keine Ausreißer zu erkennen, was auf konsistente Leistungen hinsichtlich der beiden Sprungarten schließen lässt.

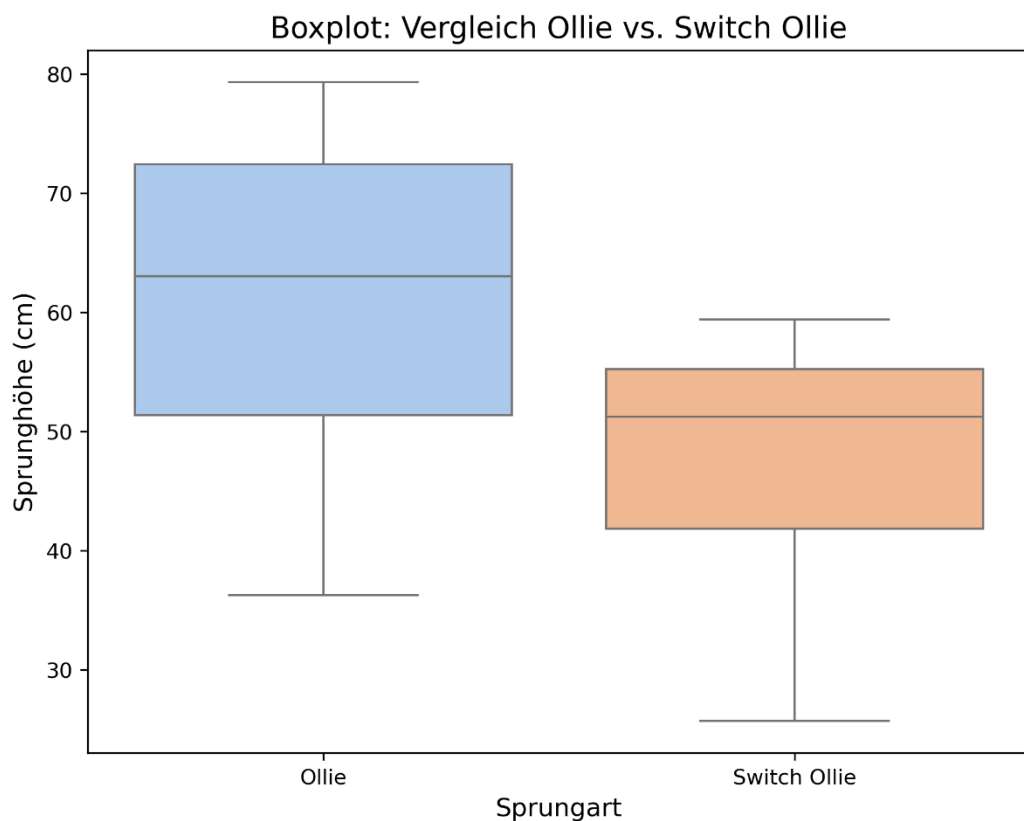


Abbildung 14: Boxplot der Sprunghöhen des Ollies und switch Ollies.

3.2 Korrelationsanalysen der Sprungformen

Die Korrelationsmatrix gibt einen Überblick über die Stärke der linearen Beziehungen zwischen den unterschiedlichen Sprungtests. In der Matrix werden perfekt negative Korrelationen, mit einem Korrelationskoeffizienten von -1.00, in dunkelblau angezeigt, während perfekt positive Korrelationen, mit einem Korrelationskoeffizienten von 1.00, in dunkelrot dargestellt werden. Die unterschiedlichen Rottöne der Heatmap visualisieren die Stärke der Korrelationen zwischen den verschiedenen Sprungtests. Sie zeigen auch, dass es sich ausnahmslos um moderate bis starke positive Korrelationen zwischen den verschiedenen Sprungarten handelt.

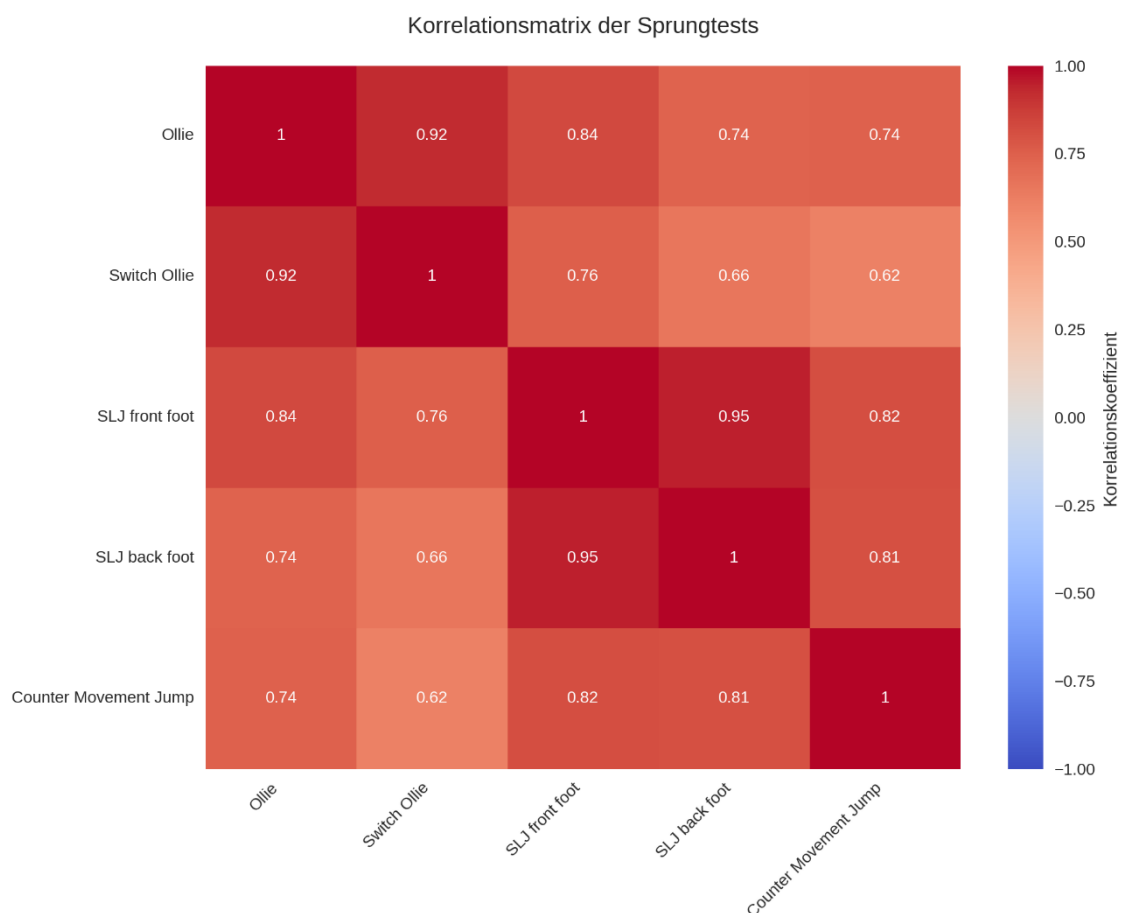


Abbildung 15: Korrelationsmatrix der Sprungtests als Heatmap.

Die Abbildung verdeutlicht, dass sehr starke Korrelationen zwischen verwandten Sprungarten bestehen, wie beispielsweise zwischen Ollie und switch Ollie ($r = 0,925$) oder den beiden Single Leg Jumps ($r = 0,947$).

Die folgende Tabelle beinhaltet die Korrelationen und die dazugehörigen p-Werte der Sprungtests untereinander. Die Korrelationen sind nach Effektstärke sortiert, wobei die erste

Zeile die höchste Korrelation aufweist und die letzte Zeile die niedrigste. Die p-Werte der Korrelationen zeigen, ob die Ergebnisse statistisch signifikant sind ($p < 0,05$) oder ob keine statistische Signifikanz vorliegt ($p > 0,05$), wie es zwischen *switch Ollie* und *SLJ back foot* und *switch Ollie* und *CMJ* der Fall ist.

Tabelle 4: Korrelationen und p-Werte zwischen den Sprungtests.

Test 1	Test 2	Korrelation (r)	p-Wert
SLJ front foot	SLJ back foot	0.947	0.000
Ollie	Switch Ollie	0.925	0.001
Ollie	SLJ front foot	0.836	0.010
SLJ front foot	CMJ	0.819	0.013
SLJ back foot	CMJ	0.812	0.014
Switch Ollie	SLJ front foot	0.756	0.030
Ollie	CMJ	0.744	0.034
Ollie	SLJ back foot	0.735	0.038
Switch Ollie	SLJ back foot	0.659	0.076
Switch Ollie	CMJ	0.615	0.104

3.2.1 Korrelation zwischen Counter Movement Jump und Ollie

Die Sprunghöhe des Counter Movement Jumps und die Sprunghöhe des Ollies weisen eine statistisch signifikante, sehr starke, positive Korrelation auf ($r = 0,744$, $p = 0,0343$). Das bedeutet, dass etwa 55% der Varianz der Sprunghöhe beim Ollie durch die Sprunghöhe des Counter Movement Jumps erklärt werden kann ($r^2 = 0,5535$).

Das folgende Streudiagramm zeigt die Beziehung zwischen der Sprunghöhe des Counter Movement Jumps und der Sprunghöhe des Ollies. Jeder blaue Punkt steht für einen Probanden, dessen jeweilige Sprunghöhen auf der X- und Y-Achse dargestellt werden. Die rote Regressionslinie repräsentiert den linearen Zusammenhang zwischen den beiden Variablen.

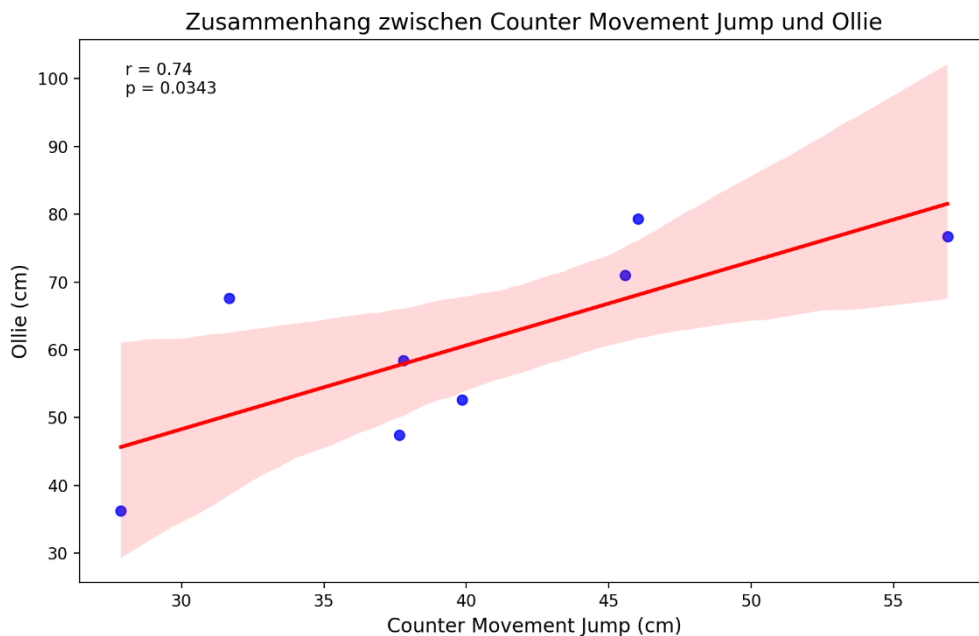


Abbildung 16: Streudiagramm zur Darstellung der Korrelation zwischen Ollie und Counter Movement Jump mit Regressionslinie.

Die Steigung der Regressionslinie zeigt, dass ein Anstieg der Sprunghöhe des Counter Movement Jumps auch mit einem Anstieg der Sprunghöhe des Ollies verbunden ist.

3.2.2 Korrelation zwischen Single Leg Jump und Ollie

Die Single Leg Jump Sprunghöhe des vorne am Skateboard positionierten Beins weist eine sehr starke, positive Korrelation mit der Sprunghöhe des Ollies auf ($r = 0,836$). Das Ergebnis ist statistisch signifikant ($p = 0,0098$). Der Determinationskoeffizient ($r^2 = 0,699$) zeigt, dass sich etwa 70 % der Varianz der Sprunghöhen des Ollies durch die Sprunghöhe des *SLJ front foot* erklären lassen. Auch die Single Leg Jump Sprunghöhe des hinten am Skateboard positionierten Beins weist eine etwas geringere, aber dennoch sehr starke, positive Korrelation mit der Sprunghöhe des Ollies auf ($r = 0,735$), die statistisch signifikant ist ($p = 0,0376$). 54 % der Varianz der Sprunghöhen des Ollies lassen sich durch die Sprunghöhe des *SLJ back foot* erklären ($r^2 = 0,540$).

Die Sprunghöhe des *SLJ front foot* weist außerdem eine statistisch signifikante, sehr starke, positive Korrelation mit der Sprunghöhe des

switch Ollies auf ($r = 0,756$, $p = 0,0300$). Etwa 57 % der Varianz der Sprunghöhe des switch Ollies kann durch die Sprunghöhe des *SLJ front foot* erklärt werden ($r^2 = 0,572$)

Der *back foot SLJ* weist eine starke Korrelation mit der Sprunghöhe des switch Ollies auf ($r = 0,659$) welche jedoch statistisch nicht signifikant ist ($p = 0,0755$).

Die Korrelationsmatrix zeigt die unterschiedlichen Zusammenhänge zwischen den bilateralen Sprunghöhen des Single Leg Jumps und den Sprunghöhen der beiden Varianten des Ollies. Sie verdeutlicht, dass der Zusammenhang zwischen der einbeinigen Sprunghöhe des vorne am Skateboard positionierten Fußes und den Sprunghöhen der Ollie Varianten größer ist als der Zusammenhang zwischen der Sprunghöhe des hinteren Beins und den Sprunghöhen der Ollie Varianten. Weiters stellt die Abbildung dar, dass die Korrelation zwischen switch Ollie und den einbeinigen Sprungtestungen geringer ist als die Korrelation zwischen dem Ollie und den Single Leg Jumps.

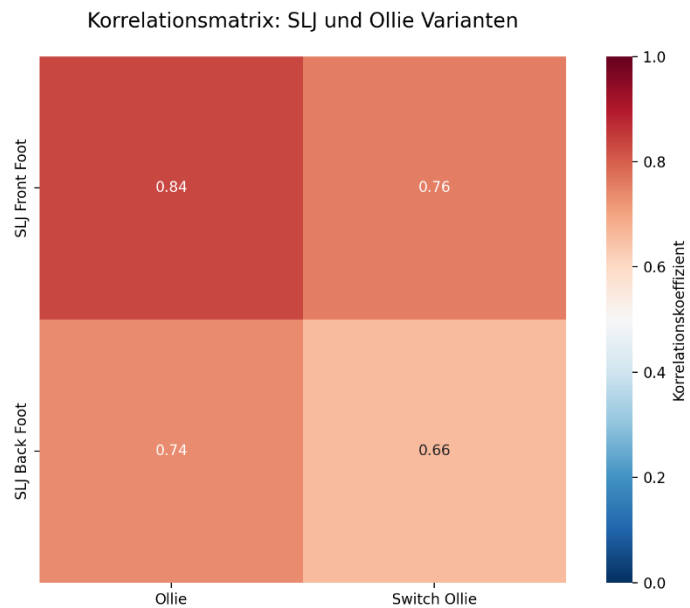


Abbildung 17: Korrelationsmatrix der Zusammenhänge zwischen Single Leg Jumps und Ollie/switch Ollie.

Die beiden Streudiagramme in Abbildung 18 zeigen die Zusammenhänge zwischen den Sprunghöhen der Single Leg Jumps und der Sprunghöhe des Ollies. Ein blauer Punkt steht für die Sprunghöhen eines Probanden bei den beiden genannten Sprungtests. Die rote Linie beschreibt die lineare Regression der jeweiligen Variablen, welche in beiden Fällen eine positive Steigung aufweist. Der hellrote Schatten um die Regressionslinie repräsentiert das Konfidenzintervall der linearen Regression.

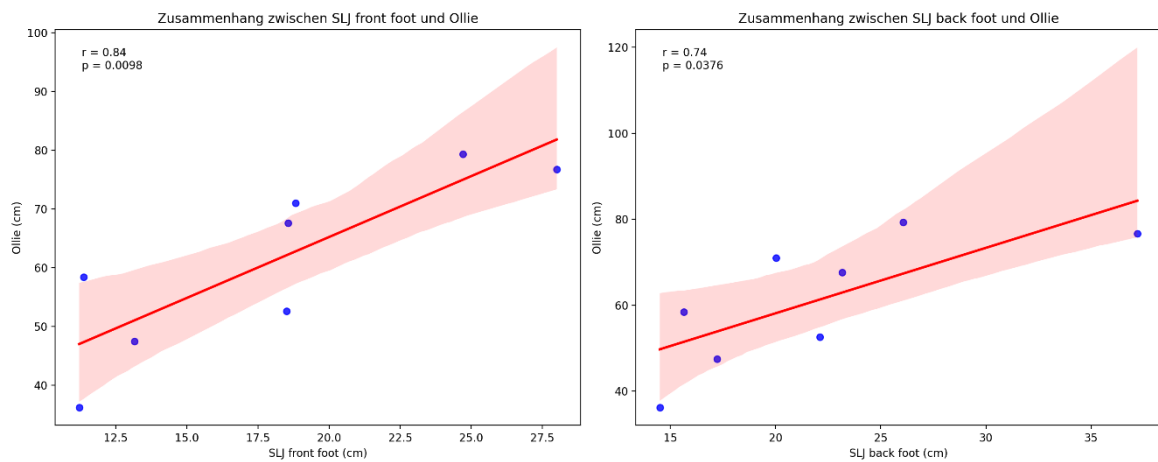


Abbildung 18: Streudiagramm zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen SLJ und Ollie.

3.2.3 Korrelation zwischen Ollie und switch Ollie

Die Sprunghöhen des Ollies und die Sprunghöhen des switch Ollies weisen eine statistisch signifikante, sehr starke, positive Korrelation auf ($r = 0,925$, $p = 0,001$). Der Determinationskoeffizient ($r^2 = 0,9248^2 = 0,855$) zeigt, dass sich etwa 86 % der Varianz der Sprunghöhe des switch Ollies durch die Sprunghöhe des Ollies erklären lassen.

Das folgende Streudiagramm verdeutlicht die Beziehung zwischen der Sprunghöhe des Ollies (X-Achse) und der Sprunghöhe des switch Ollies (Y-Achse). Die blauen Punkte stellen die individuellen Messwerte der Probanden dar, während die rote Linie die lineare Regression angibt. Die positive Steigung der Regressionsgeraden veranschaulicht den positiven linearen Zusammenhang zwischen den beiden Variablen, während die enge Gruppierung der Datenpunkte an der Regressionslinie die Stärke des linearen Zusammenhangs unterstreicht.

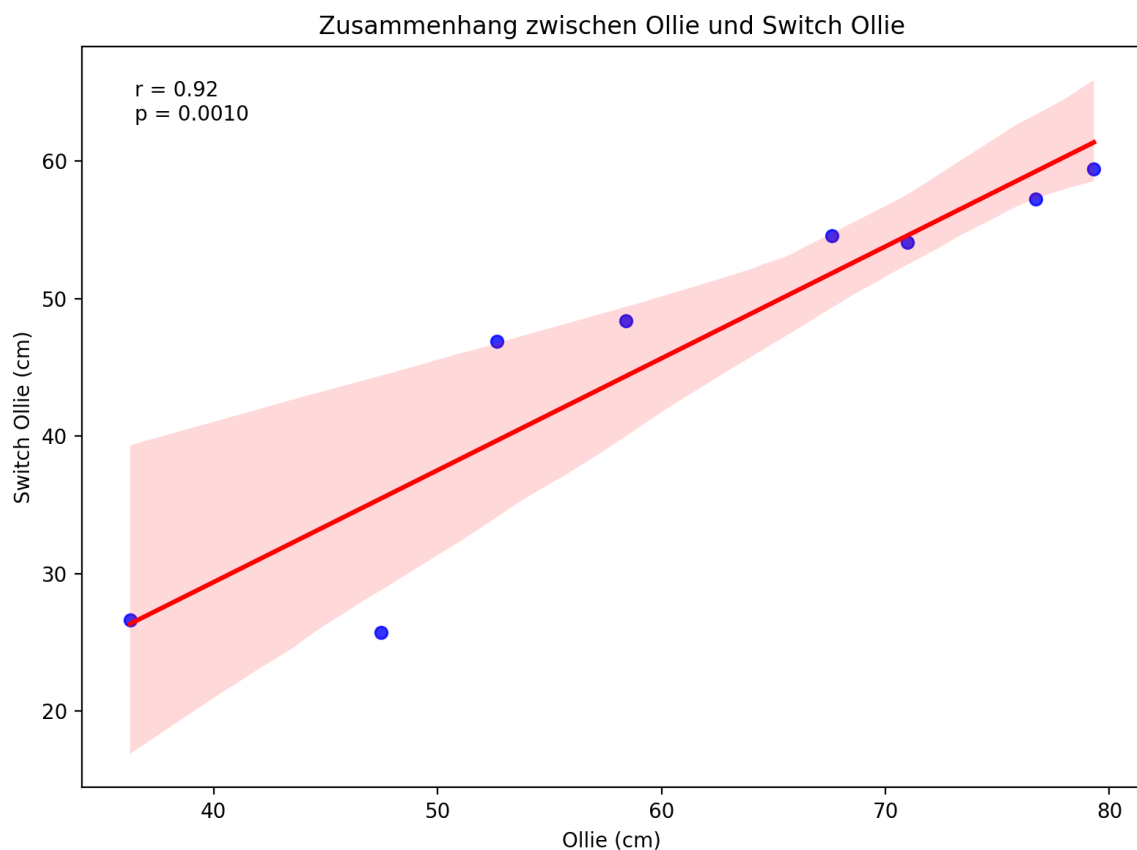


Abbildung 19: Korrelation zwischen Ollie und switch Ollie.

3.3 Korrelation zwischen Entlastung und Sprunghöhe des Ollies

Der Deload-Wert gibt die maximale Entlastung des Skateboarders in Prozent an, welche während der Entlastungsphase vor dem Absprung des Ollies erreicht wird. Eine 100-prozentige Entlastung bedeutet, dass sich der Skateboarder für einen kurzen Moment im freien Fall befindet, bevor er die Abwärtsbewegung wieder abstoppt. Eine 0-prozentige Entlastung liegt hingegen vor, wenn der Proband still auf dem Skateboard steht und sein gesamtes Körpergewicht auf die Kraftmessplatten wirkt.

Bei der Berechnung der Korrelation zwischen Deload und der Sprunghöhe des Ollies wurde nicht mit Mittelwerten gerechnet, sondern mit den genauen Sprunghöhen jedes einzelnen Ollie Versuchs und dem dazugehörigen Entlastungswert in Prozent. In diesem Sinne wurden 40 Ollies für die Korrelationsberechnung zwischen Deload und Sprunghöhe des Ollies herangezogen ($n = 40$).

Der Deload-Wert und die Sprunghöhe des Ollies weisen eine starke, positive Korrelation auf ($r = 0,679$), welche statistisch signifikant ist ($p = 0,000$). Der Determinationskoeffizient ($r^2 = 0,461$) gibt an, dass sich etwa 46 % der Varianz der Sprunghöhe des Ollies durch die Entlastung erklären lassen.

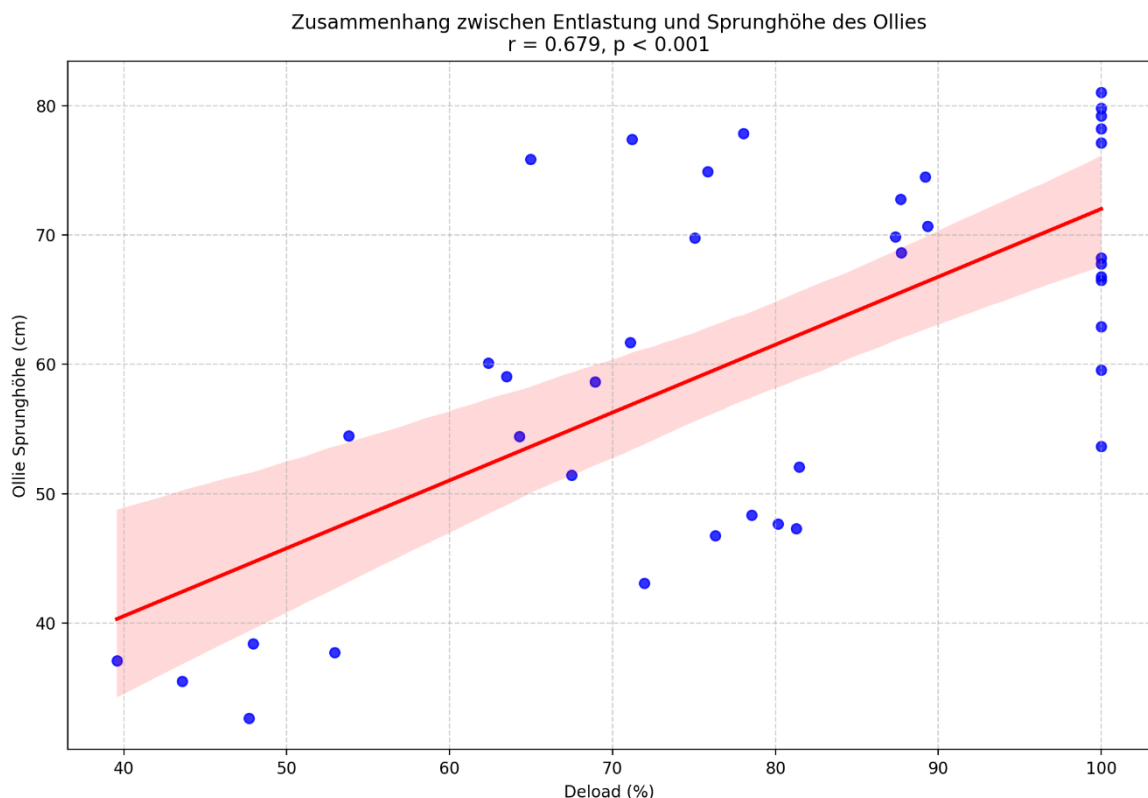


Abbildung 20: Zusammenhang zwischen Entlastung und Sprunghöhe des Ollies.

Das Streudiagramm dient zur visuellen Darstellung des Zusammenhangs von Entlastung und Sprunghöhe des Ollies. Jeder blaue Punkt steht für einen gesprungenen Ollie eines Probanden. Auf der X-Achse wird der Entlastungswert in Prozent angegeben und auf der Y-Achse die Sprunghöhe des Ollies in Zentimeter. Die rote Linie gibt die lineare Regression an. Die positive Steigung der Regressionsgeraden veranschaulicht den positiven linearen Zusammenhang zwischen den beiden Variablen.

Die Korrelation zwischen dem Deload-Wert und der Sprunghöhe des switch Ollies ist statistisch signifikant ($p = 0,000$) und stark positiv ($r = 0,681$). Der Determinationskoeffizient ($r^2 = 0,464$) gibt an, dass sich etwa 46 % der Varianz der Sprunghöhe des switch Ollies durch die Entlastung erklären lassen.

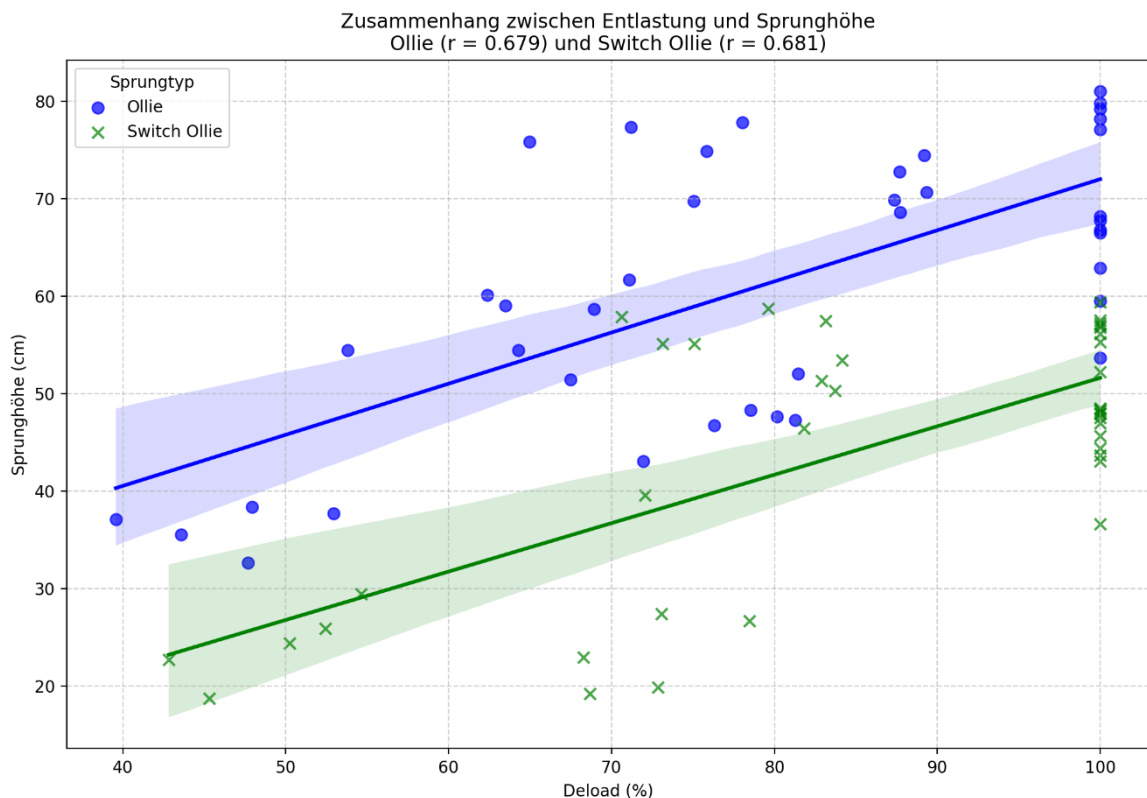


Abbildung 21: Zusammenhang zwischen Entlastung und Sprunghöhe bei Ollie und switch Ollie.

Abbildung 21 zeigt den Zusammenhang zwischen der Entlastung und der Sprunghöhe bei den Sprungarten Ollie und switch Ollie. Die X-Achse des Streudiagramms zeigt die Entlastung in Prozent, während die Y-Achse die Sprunghöhe in Zentimetern angibt. Die Datenpunkte der Ollies sind als blaue Punkte eingezeichnet und die switch Ollies werden als grüne Kreuze dargestellt. Die blaue beziehungsweise grüne Regressionslinie steht für den linearen Zusammenhang zwischen der Entlastung und der erreichten Sprunghöhe der

jeweiligen Sprungart. Der hellere Schatten neben den Linien gibt das Konfidenzintervall an. Die positive Steigung der Regressionsgeraden steht in beiden Fällen für einen positiven linearen Zusammenhang zwischen Entlastung und Sprunghöhe. Die nahezu identen Korrelationskoeffizienten von Ollie ($r = 0,679$, $p = 0,000$) und switch Ollie ($r = 0,681$, $p = 0,000$) deuten darauf hin, dass der Zusammenhang zwischen Entlastung und Sprunghöhe bei beiden Techniken sehr ähnlich ausgeprägt ist.

Abbildung 22 zeigt die Entlastungswerte (X-Achse) und Sprunghöhen (Y-Achse) aller Probanden bei Ollie und switch Ollie. Erstere werden dabei als gefüllte Kreise und letztere als Kreuze dargestellt. Jedem Probanden wurde außerdem eine eigene Farbe zugeordnet, welche rechts in der Legende angeführt ist.

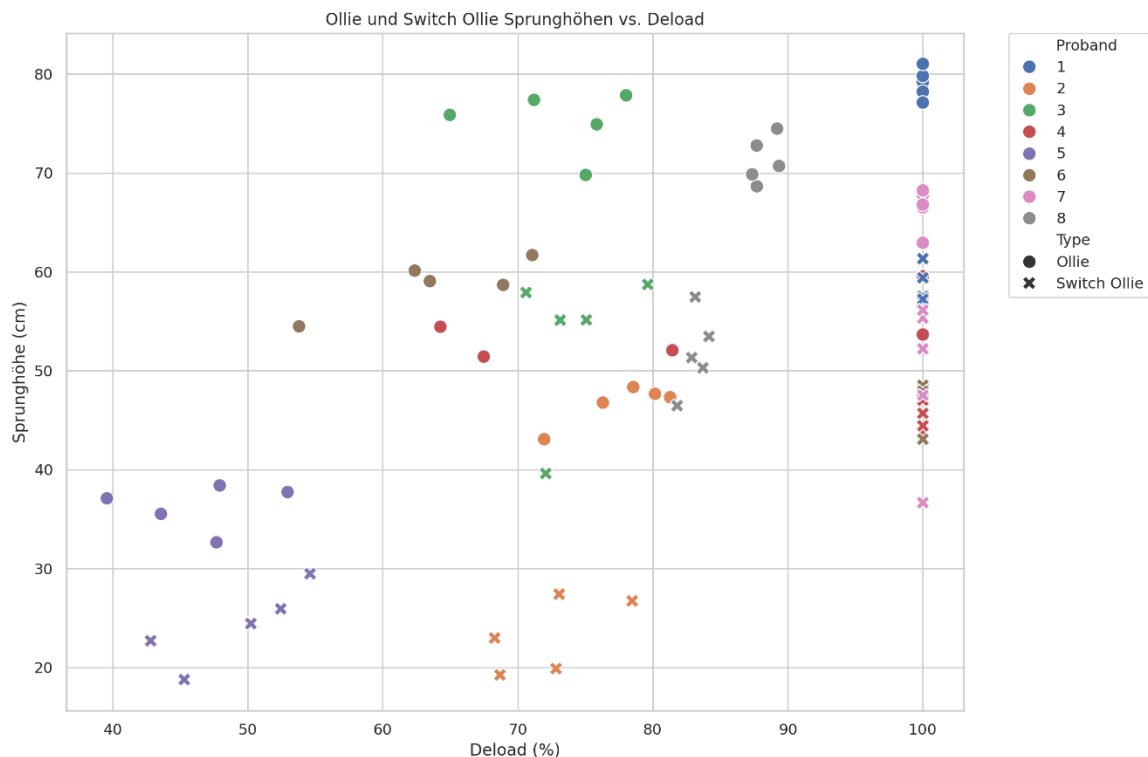


Abbildung 22: Streudiagramm der Entlastung und Sprunghöhe der Ollies und switch Ollies aller Probanden.

Auffallend ist, dass Punkte und Kreuze einer Farbe meist eng beieinander liegen. Das bedeutet, dass die Versuche der meisten Probanden eine Ähnlichkeit hinsichtlich ihrer Entlastung und Sprunghöhe aufweisen und es kaum Ausreißer gibt. Proband 1 weist die besten Ollie (Mittelwert (M) = $79,31 \pm 1,21$ cm) und switch Ollie ($M = 58,21 \pm 1,79$ cm) Sprunghöhen auf und erreicht bei allen Versuchen eine Entlastung von 100 %. Proband 5 weist hingegen die schlechtesten Sprungleistungen beim Ollie ($M = 36,26 \pm 1,51$ cm) und auch die schlechtesten Entlastungswerte ($M = 46,34 \pm 5,04$ %) aller Probanden auf.

3.4 Korrelation zwischen take-off time und Sprunghöhe des Ollies

Die take-off time beschreibt die Dauer, welche zwischen dem Abheben der vorderen Achse und dem Abheben der hinteren Achse eines Ollies verstreicht. Sie gibt an wie viel Zeit vergeht, damit sich das Skateboard von der Horizontalen in die Vertikale bewegt. Aus dieser Dauer lässt sich auch die Pop-Geschwindigkeit berechnen, welche angibt, mit welcher Geschwindigkeit das Tail des Skateboards auf dem Untergrund aufschlägt.

Die take-off time und die Sprunghöhe des Ollies weisen eine mittlere bis große, statistisch signifikante, negative Korrelation auf ($r = -0,508$, $p = 0,001$). Das bedeutet, dass kürzere take-off Zeiten tendenziell mit größeren Sprunghöhen einhergehen. Der switch Ollie weist hingegen nur eine mittlere, statistisch signifikante, negative Korrelation bezüglich der take-off-time und der Sprunghöhe auf ($r = -0,436$, $p = 0,004$).

Die folgende Abbildung stellt die *take-off time* (X-Achse) und die Sprunghöhe (Y-Achse) aller gemessenen Ollies dieser Studie dar. Normale Ollies werden als gefüllte Kreise und switch Ollies als Kreuze angezeigt. Durch die unterschiedlichen Farben können die Ollies und switch Ollies den jeweiligen Probanden zugeordnet werden. Die rote Linie zeigt die lineare Regression, welche eine negative Steigung aufweist.

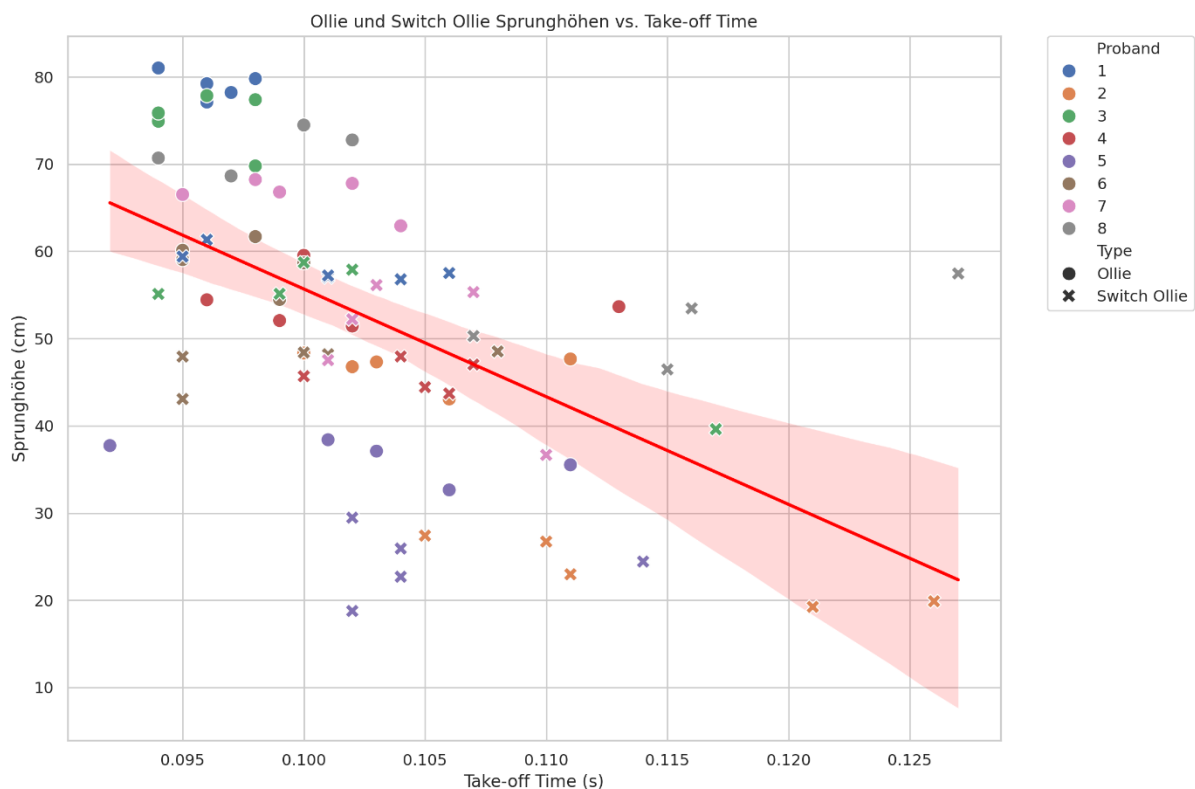


Abbildung 23: Streudiagramm der take-off time und Sprunghöhe aller Ollies und switch Ollies.

Auffallend ist, dass die Sprunghöhen des Ollies ($M = 61,17 \text{ cm} \pm 15,10$) vergleichsweise größer ausfallen als die Sprunghöhen des switch Ollies ($M = 46,61 \text{ cm} \pm 13,29$), während die take-off time des Ollies ($M = 0,100 \text{ s} \pm 0,005$) durchschnittlich geringer ausfällt als jene des switch Ollies ($M = 0,106 \text{ s} \pm 0,008$). Dieser Umstand wird durch die negative lineare Regressionslinie verdeutlicht, welche zeigt, dass kürzere Absprunghöhen tendenziell mit größeren Sprunghöhen bei Ollie und switch Ollie einhergehen. So weisen die zehn höchsten gemessenen Sprünge allesamt eine take-off time von 100 ms oder weniger auf, während die zehn niedrigsten Sprünge eine take-off time von über 100 ms aufweisen. Interessant ist auch, dass die take-off time der Probanden mit den größten Sprunghöhen beim Ollie über alle Versuche hinweg sehr konstant ist. So liegen bei Proband 1 und 3 nicht mehr als 5 ms zwischen den Absprunghöhen ihrer 5 Ollies, während die Werte der Probanden mit geringeren Sprunghöhen stärker variieren.

4 Diskussion

Das Ziel dieser Studie ist es, leistungsbestimmende Merkmale zu finden, welche in Zusammenhang mit der Sprunghöhe des Ollies stehen. Dabei wurden mehrere Sprungtestungen durchgeführt, die Entlastungsphase des Ollies analysiert und die Dauer des Absprungs gemessen. Die Sprunghöhen des Ollies und switch Ollies wurden im Stand erhoben, da Wood et al. (2020) herausgefunden haben, dass kein signifikanter Unterschied zwischen dem Ollie während der Fahrt und dem Ollie im Stand besteht.

Der Zusammenhang zwischen der Sprungkraft der Beine und der Sprunghöhe des Ollies bildet eine der zentralen Fragen dieser Arbeit. Aus vergangenen Studien geht hervor, dass sich der beidbeinige Counter Movement Jump mit Armschwung am besten eignet, um die Sprunghöhe des Ollies vorherzusagen (Candotti et al. 2012). Im Rahmen dieser Studie wurde dieser Zusammenhang untersucht und zusätzlich noch die einbeinige Sprungkraft der Probanden mit Hilfe von einbeinigen Counter Movement Jumps ohne Armschwung getestet. Es stellte sich heraus, dass der Counter Movement Jump zwar eine sehr starke, positive und statistisch signifikante Korrelation mit der Sprunghöhe des Ollies aufweist ($r = 0,744$, $p = 0,0343$, $r^2 = 0,5535$), dieser Zusammenhang aber nicht so stark ausgeprägt ist, wie jener zwischen der einbeinigen Sprunghöhe des vorne am Skateboard positionierten Beins und der Sprunghöhe des Ollies ($r = 0,836$, $p = 0,0098$). Der Determinationskoeffizient ($r^2 = 0,699$) legt nahe, dass sich etwa 70 % der Varianz der Sprunghöhen des Ollies durch die Sprungkraft des vorne am Skateboard positionierten Beins erklären lassen. Die Sprungkraft des hinteren Beins scheint hinsichtlich der Sprunghöhe des Ollies weniger entscheidend zu sein als die des vorderen Beins, weist aber ebenfalls eine sehr stark positive, statistisch signifikante Korrelation mit der Sprunghöhe des Ollies auf ($r = 0,735$, $p = 0,0376$, $r^2 = 0,540$). Interessant wäre in diesem Zusammenhang auch, in welchem Ausmaß der CMJ ohne Zuhilfenahme der Arme mit der Sprunghöhe des Ollies korrelieren würde. Die starken Korrelationen zwischen den SLJ, welche ohne Armschwung ausgeführt wurden, und der Sprunghöhe des Ollies legen nahe, dass auch der CMJ ohne Armschwung ein guter Prädiktor für die Sprunghöhe des Ollies sein könnte.

Die starken Korrelationen zwischen den Sprunghöhen der ein- und beidbeinigen Sprungtests und der Sprunghöhe des Ollies legen nahe, dass die allgemeine Verbesserung der Sprungkraft einen positiven Einfluss auf die Sprunghöhe des Ollies haben könnte. Dieses

Ergebnis bildet die Grundlage für weiterführende Forschungen und kann für die Trainingspraxis von Skateboarderinnen und Skateboardern von großer Relevanz sein.

Eine Hypothese dieser Forschung war auch, dass Skateboarder aufgrund ihrer einseitigen Position am Skateboard, Unterschiede hinsichtlich ihrer einbeinigen Sprungkraft aufweisen. Im klaren Gegensatz zu bisherigen Forschungen von Schilling et al. (2014) und Pietta-Dias et al. (2020), die keinen signifikanten muskulären Unterschied zwischen den beiden unteren Extremitäten von Skateboardern feststellen konnten, konnte diese Studie eine statistisch signifikante Asymmetrie der einbeinigen Sprungkraft zwischen dem vorne am Skateboard positionierten Bein und dem hinten am Skateboard positionierten Bein messen. Die Sprunghöhen weisen eine mittlere Differenz von 3,95 cm zugunsten des hinteren Beins auf. Der gepaarte t-Test ($t = 4,522$; $p = 0,0027$) zeigt, dass es einen statistisch signifikanten Unterschied der Sprunghöhen gibt. Die Effektstärke (Cohens $d = 0,588$) deutet auf einen mittleren Effekt hin.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Fahrposition auf dem Skateboard einen Einfluss auf die Entwicklung der einbeinigen Sprungkraft eines Skateboarders hat. Das könnte an den unterschiedlichen Anforderungsprofilen der beiden Beine beim Ollie liegen. Während das hintere Bein für einen kräftigen Absprung verantwortlich ist, so hat das vordere Bein eine kontrollierende und führende Funktion. Die tausendfache Wiederholung dieser explosiven Bewegung des hinteren Beins kann zu einer muskulären Anpassung führen, wonach es bessere Sprungkraftwerte aufweist als das vordere Bein.

Ein weiterer zentraler Punkt dieser Studie ist die Untersuchung der Entlastungsphase des Ollies. Frederick et al. (2006) kamen zu dem Ergebnis, dass eine schnelle Gegenbewegung vor dem Absprung ein Charakteristikum des Ollies darstellt. Während Skateboard-Anfänger auf dem wackeligen Brett nur langsam tiefgehen können, so schaffen es geübte Skateboarder schnell tiefzugehen und hohe Anfangskräfte zu generieren (Walsh et al. 2006). Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass ein statistisch signifikanter, stark positiver Zusammenhang zwischen der Entlastung des Skateboarders und der erreichten Sprunghöhe bei Ollie ($r = 0,679$, $p = 0,000$) und switch Ollie ($r = 0,681$, $p = 0,000$) besteht. So erreichen Skateboarder, die besonders schnell tiefgehen, tendenziell größere Sprunghöhen als Skateboarder, die dies langsamer tun.

Obwohl der Zusammenhang zwischen der Entlastungsphase des Ollies und der erreichten Sprunghöhe nicht so stark ausfällt wie bei den Sprungtestungen des Counter Movement

Jumps ($r = 0,744$, $p = 0,0343$), SLJ front foot ($r = 0,836$, $p = 0,0098$) oder SLJ back foot ($r = 0,735$, $p = 0,0376$), so zeigt sich doch, dass ein nicht unerheblicher Zusammenhang zwischen technischen Faktoren, wie der Entlastung, und der Sprunghöhe des Ollies gegeben ist.

Ein weiterer Forschungsaspekt dieser Arbeit, der wissenschaftlich noch nicht untersucht wurde, ist der Absprung des Skateboards vom Boden, der sogenannte „Pop“. In dieser Arbeit konnte die Hypothese bestätigt werden, dass eine schnellere Pop-Geschwindigkeit zu größeren Sprunghöhen des Ollies führt. Untersucht wurde dies, indem die Zeit gemessen wurde, welche zwischen dem Abheben der vorderen Achse und dem Abheben der hinteren Achse verstreicht. Je kürzer diese Zeitspanne ist, desto größer ist die Geschwindigkeit, mit der sich das Skateboard von der Horizontalen in die Vertikale bewegt und somit auch die Geschwindigkeit, mit der das Tail des Skateboards in den Boden schnellte. Es konnte eine statistisch signifikante, negative Korrelation zwischen der take-off time und der Sprunghöhe des Ollies ($r = -0,508$, $p = 0,001$) nachgewiesen werden. Höhere Pop-Geschwindigkeiten gehen somit mit größeren Sprunghöhen einher. Dieser Umstand wird dadurch verdeutlicht, dass switch Ollies ($M = 0,106s \pm 0,008$) nicht nur tendenziell längere Absprungetzeiten aufweisen als Ollies ($M = 0,100s \pm 0,005$) sondern auch geringere Sprunghöhen (Ollie: $M = 61,17 \text{ cm} \pm 15,10 \text{ cm}$; switch Ollie: $M = 46,61 \text{ cm} \pm 13,29$).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sowohl physische als auch technische Aspekte leistungsbestimmend für die Sprunghöhe des Ollies sind. Die ein- und beidbeinige Sprungkraft der Probanden sowie die Höhe der Entlastung weisen einen sehr starken, positiven Zusammenhang mit der Sprunghöhe des Ollies auf. Weiters besteht ein negativer Zusammenhang zwischen der Absprungdauer und der Sprunghöhe des Ollies. Es besteht eine signifikante Asymmetrie hinsichtlich der Sprungkraft des vorderen und hinteren Beins der Probanden. Das hinten am Skateboard positionierte Bein weist gemein bessere Sprungkraftwerte auf.

Die Ergebnisse können für Skateboarderinnen und Skateboarder von trainingswissenschaftlicher Relevanz sein und bilden die Grundlage für eine vertiefende Forschung auf dem Gebiet.

5 Limitationen

Im Rahmen dieser Studie konnten neue biomechanische Erkenntnisse hinsichtlich des Skateboardtricks Ollie gewonnen werden. Trotz statistisch signifikanter Ergebnisse bleibt dennoch zu beachten, dass die Untersuchung Limitationen hinsichtlich ihrer Gültigkeit aufweist.

Die zentrale Limitation der vorliegenden Arbeit ergibt sich aus der Stichprobengröße. Trotz der Untersuchung von insgesamt 200 Sprüngen im biomechanischen Labor, beinhaltet die Studie nur 8 männliche Probanden. Darüber hinaus wurde die Sprungtestung im Stand durchgeführt und die Sprunghöhe des Ollies über die Höhe der Hinterachse des Skateboards berechnet. Diese Methode unterscheidet sich von bisherigen Arbeiten, bei denen meist der Schwerpunkt des Boards zur Berechnung der Sprunghöhe herangezogen wurde oder ein Hindernis überwunden werden musste. Zudem bleibt die Frage offen, ob die reine Höhe des Ollies auch auf dessen Qualität schließen lässt und ob ein hoher Ollie auch gleichzeitig ein guter Ollie ist. In dieser und bisherigen Arbeiten wurde die Höhe als einziger leistungsbestimmender Faktor des Ollies überprüft, wobei sich die Frage aufdrängt, wie man andere Faktoren messbar machen könnte.

In diesem Zusammenhang wäre es interessant, den Ollie in zukünftigen Forschungen auch hinsichtlich anderer Qualitätsmerkmale, wie dem Abstand zwischen den Füßen und dem Skateboard in der Luft oder der Position der Füße während der Landung zu analysieren. Zudem besteht weiterer Forschungsbedarf bezüglich der Stichprobengröße. So könnten Untersuchungen mit einer größeren Stichprobe beider Geschlechter aufschlussreiche Erkenntnisse bieten und die Ergebnisse dieser und bisheriger Studien untermauern und vertiefen.

6 Fazit

Das Ziel dieser Studie war es, sowohl physische als auch technische Faktoren zu finden, welche in Zusammenhang mit der Sprunghöhe des Ollies stehen. Um dies zu erforschen, wurden unterschiedliche Sprünge von Amateur-Skateboardern mit Hilfe von Kraftmessplatten und dem Vicon-Bewegungsanalysesystem analysiert und ausgewertet.

Im Rahmen dieser Studie konnte ein großer Zusammenhang zwischen der einbeinigen und beidbeinigen Sprungkraft und der Sprunghöhe des Ollies nachgewiesen werden. Sowohl der einbeinige Counter Movement Jump ohne Armschwung als auch der beidbeinige Countermovement Jump mit Armschwung weisen starke Zusammenhänge mit der Sprunghöhe des Ollies auf, wobei sich der einbeinige Counter Movement Jump des vorne am Skateboard positionierten Beins am besten für die Voraussage der Sprunghöhe des Ollies eignet. Zudem konnte unter allen Probanden eine Asymmetrie hinsichtlich ihrer einbeinigen Sprungkraft nachgewiesen werden, wobei das hintere Bein aller Probanden durchgehend größere Sprunghöhen erzielte als das vordere Bein.

Neben der physischen Komponente spielen auch technische Aspekte eine entscheidende Rolle für die Sprunghöhe des Ollies. So wirkt sich eine starke Entlastung, im Sinne einer schnellen Tiefbewegung vor dem Absprung, positiv auf die Sprunghöhe des Ollies aus. Darüber hinaus besteht ein Zusammenhang zwischen der Absprungdauer und der Sprunghöhe des Ollies. Je kürzer die Zeitspanne zwischen dem Abheben der vorderen und hinteren Achse ist, desto größer fallen die Sprunghöhen des Ollies aus.

Leistungsbestimmend für die Sprunghöhe des Ollies sind also sowohl physische als auch technische Faktoren. Während die Sprunghöhe des Ollies besser durch die Sprungkraft der Beine vorhergesagt werden kann, so lässt sich die Sprunghöhe des switch Ollies vor allem durch technische Aspekte wie die Entlastung oder die Absprungdauer vorhersagen.

Die Ergebnisse dieser Studie können als Grundlage für die Entwicklung eines skateboardspezifischen Trainings herangezogen werden, das gezielt physische und technische Faktoren zur Verbesserung der Ollie Sprunghöhe miteinbezieht. Darüber hinaus eröffnen die gewonnenen Erkenntnisse neue Perspektiven für weiterführende Untersuchungen, um die Ergebnisse mit einer größeren Probandenzahl zu validieren und weiter zu vertiefen.

7 Literaturverzeichnis

- Borden, I. (2019). *Skateboarding and the City: A Complete History*. Bloomsbury Publishing.
- Candotti, C. T., Loss, J. F., Silva, R. E., De Oliveira Melo, M., Teixeira, R. B., Delwing, G. B. & Noll, M. (2012). Lower limb force, power and performance in skateboarding: an exploratory study. *Revista Brasileira De Ciências Do Esporte*, 34(3), 697–711. <https://doi.org/10.1590/s0101-32892012000300012>
- Caesar Labs, Inc. (2025). Julius (January 8 version) [Large language model]. <https://julius.ai>
- Frederick, E. C., Determan, J. J., Whittlesey, S. N. & Hamill, J. (2006). Biomechanics of Skateboarding: Kinetics of the Ollie. *Journal of Applied Biomechanics*, 22(1), 33–40. <https://doi.org/10.1123/jab.22.1.33>
- Hershkovits, E. (2024, 4. November). 15 spannende Fakten über Skateboarding. Red Bull. <https://www.redbull.com/at-de/interessante-fakten-ueber-skateboarden>
- Hälbich, F. (2008). *Die Geschichte des Skateboardings: Von den Anfängen bis heute*. Diplomica Verlag.
- Köhl, P. L. (2021). *Skateboarding und Olympia. Ein kontroverses Thema* [Masterarbeit, Universität Wien]. <https://doi.org/10.25365/thesis.65794>
- McHugh, M. P., Cohen, J. A., Orishimo, K. F. & Kremenec, I. J. (2024). Effect of Countermovement Depth on the Neuromechanics of a Vertical Jump. *Translational Sports Medicine*, 2024(1). <https://doi.org/10.1155/2024/7113900>
- Nakashima, M. & Chida, Y. (2021). Simulation study to elucidate the mechanism of ollie jump in skateboarding. *Mechanical Engineering Journal*, 8(5), 21–00230. <https://doi.org/10.1299/mej.21-00230>

- Pietta-Dias, C., Ruas, C., Bortoluzzi, R., Radaelli, R., Minozzo, F., Pinto, R. & Tiggemann, C. (2019). Knee side-to-side strength asymmetry and hamstring-to-quadriceps strength ratios in professional street skateboarding athletes. *Science & Sports*, 35(1), 55–57. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2019.07.009>
- Schilling, D., Candotti, C. T., Da Silva, R., Da Luz, G., La Torre, M., Delwing, G. & Noll, M. (2014). Equilibrio postural e musculoesquelético de skatistas. The practice of skate and the postural and musculoskeletal balance. *Cinergis*, 15(1). <https://doi.org/10.17058/cinergis.v15i1.4853>
- Schweer, S. (2014). *Skateboarding: Zwischen urbaner Rebellion und neoliberaler Selbstentwurf*. transcript Verlag.
- Vicon Motion Systems Limited (2021). Plug-in Gait Reference Guide (25 March 2021). Vicon. <https://docs.vicon.com/download/attachments/133828966/Plug-in%20Gait%20Reference%20Guide.pdf?version=2&modificationDate=1637681079000&api=v2>
- Vorlíček, M., Svoboda, Z. & Procházková, M. (2015). Analysis of muscle activity in various performance levels of Ollie jumps in skateboarding: A pilot study. *Acta Gymnica*, 45(1), 41–44. <https://doi.org/10.5507/ag.2015.006>
- Walsh, M., Creekmur, C. & Wojcik, J. (2006). Force time measures of beginning and skilled skateboarders performing an ollie. *ISBS - Conference Proceedings Archive*, 1(1). <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/download/265/224>
- Wank, V. (2021). Biomechanik der Sportarten. Grundlagen der Sportmechanik und Messtechnik-Fokus Leichtathletik. Springer Spektrum.
- Weineck, J. (2010). Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings (16. Aufl.). Spitta-Verlag.

Wood, L. B., Oliveira, A., Santos, K., Rodacki, A. & Lara, J. (2020). 3D Kinematic

Analysis of the Ollie Maneuver on the Skateboard. *Apunts Educación Física Y*

Deportes, 141, 87–91. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2020/3\).141.10](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2020/3).141.10)

8 Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: BESTANDTEILE EINES SKATEBOARDS. EIGENE DARSTELLUNG.....	8
ABBILDUNG 2: BEWEGUNGSBESCHREIBUNG DES OLLIES.	12
ABBILDUNG 3: POSITIONIERUNG DER MARKER NACH DEM FULL BODY PLUG-IN GAIT MODELL.....	21
ABBILDUNG 4: PHASENBILDREIHE MIT RICHTUNGSVEKTOREN DER BODENREAKTIONSKRÄFTE BEI EINEM COUNTER MOVEMENT JUMP (CMJ) MIT ARMSCHWUNG (WANK 2021, S. 224).....	24
ABBILDUNG 5: ZEITVERLAUF DER BODENREAKTIONSKRAFT BEI EINEM COUNTER MOVEMENT JUMP (CMJ) MIT ARMSCHWUNG MIT MARKIERUNG DES BREMSKRAFTSTOßES (PINK) UND DES BESCHLEUNIGUNGSKRAFTSTOßES (HELLGRÜN) (WANK 2021, S. 224).	25
ABBILDUNG 6: DEHNMESSSTREIFEN UND DMS-MESSPRINZIP. DIE WIR KUNG DER KRAFT F VERURSACHT EINE BIEGUNG B UND DAMIT DIE VERLÄNGERUNG BZW. VERKÜRZUNG DER DMS (WANK, 2021, S. 108).....	30
ABBILDUNG 7: PRINZIP DES PIEZOELEKTRISCHEN EFFEKTS NACH WANK (2021). EIGENE DARSTELLUNG.....	31
ABBILDUNG 8: KRAFT-ZEIT VERLAUF EINES CMJ MIT EINGEZEICHNETEM GESCHWINDIGKEITSVERLAUF.	34
ABBILDUNG 9: DURCHSCHNITTLLICHE SPRUNGHÖHEN UND STANDARDABWEICHUNGEN ALLER PROBANDEN BEI CMJ, SLJ FRONT FOOT, OLLIE UND SWITCH OLLIE.....	36
ABBILDUNG 10: DESKRIPTIVE STATISTIK DES CMJ ALLER PROBANDEN ALS BOXPLOT UND HISTOGRAMM. ...	37
ABBILDUNG 11: GEGENÜBERSTELLUNG DER SPRUNGHÖHEN DES SLJ BACK FOOT UND SLJ FRONT FOOT ALLER PROBANDEN.	39
ABBILDUNG 12; VERGLEICH DER SPRUNGHÖHE DES VORDEREN UND HINTEREN BEINS BEIM SINGLE LEG JUMP.	39
ABBILDUNG 13: GEGENÜBERSTELLUNG DER SPRUNGHÖHEN DES OLLIES UND SWITCH OLLIES ALLER PROBANDEN.	40
ABBILDUNG 14: BOXPLOT DER SPRUNGHÖHEN DES OLLIES UND SWITCH OLLIES.....	41
ABBILDUNG 15: KORRELATIONSMATRIX DER SPRUNGTESTS ALS HEATMAP.....	42
ABBILDUNG 16: STREUDIAGRAMM ZUR DARSTELLUNG DER KORRELATION ZWISCHEN OLLIE UND COUNTER MOVEMENT JUMP MIT REGRESSIONSLINIE.	44
ABBILDUNG 17: KORRELATIONSMATRIX DER ZUSAMMENHÄNGE ZWISCHEN SINGLE LEG JUMPS UND OLLIE/SWITCH OLLIE.....	45
ABBILDUNG 18: STREUDIAGRAMM ZUR DARSTELLUNG DES ZUSAMMENHANGS ZWISCHEN SLJ UND OLLIE. ..	46
ABBILDUNG 19: KORRELATION ZWISCHEN OLLIE UND SWITCH OLLIE.....	47
ABBILDUNG 20: ZUSAMMENHANG ZWISCHEN ENTLASTUNG UND SPRUNGHÖHE DES OLLIES.	48
ABBILDUNG 21: ZUSAMMENHANG ZWISCHEN ENTLASTUNG UND SPRUNGHÖHE BEI OLLIE UND SWITCH OLLIE.	49
ABBILDUNG 22: STREUDIAGRAMM DER ENTLASTUNG UND SPRUNGHÖHE DER OLLIES UND SWITCH OLLIES ALLER PROBANDEN.	50
ABBILDUNG 23: STREUDIAGRAMM DER TAKE-OFF TIME UND SPRUNGHÖHE ALLER OLLIES UND SWITCH OLLIES.	51

9 Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: DURCHSCHNITTICHE SPRUNGHÖHEN DER BESTEN 3 VERSUCHE ALLER PROBANDEN BEI CMJ, SLJ FRONT FOOT, SLJ BACK FOOT, OLLIE UND SWITCH OLLIE.	35
TABELLE 2: DESKRIPTIVE STATISTIK DES SLJ FRONT FOOT UND SLJ BACK FOOT ALLER PROBANDEN.	38
TABELLE 3: DESKRIPTIVE STATISTIK DER SPRUNGHÖHEN DES OLLIES UND SWITCH OLLIES ALLER PROBANDEN.	40
TABELLE 4: KORRELATIONEN UND P-WERTE ZWISCHEN DEN SPRUNGTESTS.	43