

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Trainerhandreichung

„Kognitiv-motorisches Interferenztraining zur Verbesserung von spielbezogenen Schnelligkeitsleistungen im Eishockey“

Mark Brinkbäumer & Karen Zentgraf

2023

Einleitung

Die Spielgeschwindigkeit in Sportspielen ist und wird immer höher (Dawes, 2019). Es gibt mehr Angriffe pro gespielte Zeiteinheit, die Handlungszeiten sind kürzer und das Umschalten von Defensiv- auf Offensivhandlungen muss schneller erfolgen (Vigh-Larsen & Mohr, 2022). Dabei ist es nicht nur wichtig, dass die Spieler:innen physisch schnell sind, sondern auch, dass sie schnell auf Spielsituationen reagieren können, die kognitive Wahrnehmung erfordern (Young et al., 2015). Diese Anforderungen beinhalten sowohl schnelle motorische Handlungsexekution als auch schnelle Auswahl der Optionen durch Überwachung des Spielfelds. Generell ist Multitasking im Alltag oder im Beruf definiert als die zeitliche Überlappung motorischer, perzeptueller und kognitiver Handlungsprozesse. Während hier Menschen oft aus Gründen der Zeitersparnis mehrere Aufgaben parallel erledigen wollen, ist das im Sportspiel unumgänglich (Moreira et al., 2021 für einen systematischen Literaturüberblick hierzu im Leistungssport). Diese zeitlich parallele Bearbeitung stellt allerdings besondere Anforderungen an kognitive Verarbeitungskapazitäten. Daher geht paralleles Bearbeiten typischerweise mit einer Verringerung der Leistung in einer oder mehreren Domänen einher (Koch et al., 2018). Sind aber bestimmte Menschen besser als andere im Multitasking? Es scheint so zu sein, dass diese Leistungen veränder- und formbar sind. Da Sportler:innen permanent Multitasking- oder Doppeltätigkeitsszenarien ausgesetzt sind, könnte man annehmen, dass ihre Leistungsfähigkeit durch Erfahrung und Übung in dieser Domäne verbessert werden kann. Genau hierum ging es im vorliegenden Projekt.

Theoretische Hintergründe

(dieser Teil kann auch übersprungen werden, nur für die theoretisch Interessierten)

Einige Theorien versuchen die grundlegenden Mechanismen zu erklären (Koch et al., 2018). Laut Kahneman (1973) resultieren die Kosten bei der gleichzeitigen Bearbeitung zweier Aufgaben aus der Aufteilung der Aufmerksamkeit, die eine begrenzte zentrale Verarbeitungsressource darstellt. Navon (1984) hat das Konzept einer zentralen Ressource weiterentwickelt und behauptet, dass es nicht eine, sondern mehrere domänenspezifische Ressourcen gibt. In seiner "multiplen Ressourcen-Theorie" schlägt Wickens (2008) vier Dimensionen vor: 1) "Phasen der Verarbeitung" (unterscheiden zwischen Wahrnehmungs- und kognitiven Aufgaben sowie der Auswahl und Ausführung von Handlungen), 2) "Codes der Verarbeitung"

(unterscheiden zwischen räumlichen Aktivitäten und verbalen/sprachlichen Aktivitäten; kommt in der Wahrnehmung, dem Arbeitsgedächtnis und der Handlung zum Ausdruck), 3) "Modalitäten der Wahrnehmung" (erkennt unterschiedliche Ressourcen für die auditive und visuelle Wahrnehmung an, 4) "Visuelle Kanäle" (weisen auf einen Unterschied zwischen fokalem und peripherem Sehen innerhalb der visuellen Ressourcen hin). Sofern zwei Aufgaben aus unterschiedlichen Dimensionen schöpfen, sind weniger Leistungseinbußen zu erwarten, als wenn auf eine ähnliche oder gleiche Dimension zugegriffen wird. Wenn also von unterschiedlichen Aufgaben gleiche Phasen, Codes, Modalitäten oder visuelle Kanäle zeitlich überlappend genutzt werden, sind in mindestens einer der Aufgaben Kosten, beispielsweise Verlangsamungen oder höhere Fehlerraten, zu erwarten. Ein weiterer Erklärungsansatz besagt, dass Doppeltätigkeitskosten durch eine Interferenz (also gegenseitige Störungen) zwischen den Repräsentationen entstehen, die bei zentralen Operationen während der Ausführung beteiligt sind (Göthe et al., 2016; Hazeltine et al., 2006; Ruthruff et al., 2006).

Eine Übersichtsarbeit (d.h. basierend auf mehreren Studien) konnte bestätigen, dass selbst Leistungssportler in kognitiv-motorischen Doppeltätigkeiten unter akuten Leistungseinbußen leiden, obwohl sie regelmäßig im Training und Wettkampf exponiert sind (Moreira et al., 2021). Eine der Studien, die in diese Übersichtsarbeit aufgenommen wurde, untersuchte die Auswirkungen unterschiedlicher Kompetenzniveaus von Basketballspielern auf die Leistung in Multiple-Object-Tracking-Aufgaben (Qiu et al., 2018). Dabei stellte sich heraus, dass Experten eine bessere Leistung erbrachten als Amateure, die wiederum besser abschnitten als Anfänger. Diese Ergebnisse sind in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Schaefer und Amico (2022), die ebenfalls feststellten, dass Tennisexperten besser abschnitten als Tennisamateure. Die Ergebnisse lassen darauf schließen, dass eine überdurchschnittliche Doppeltätigkeitsleistung ein valider Indikator für ein hohes Expertiselevel im Sportsport sein kann. Eine chronische Doppeltätigkeitsbelastung durch Interferenztraining scheint dazu beizutragen, die Kosten (DTK) zu reduzieren und beteiligte kognitive Leistungsparameter zu verbessern (Fleddermann et al., 2019).

Was ist kognitiv-motorisches Interferenztraining?

Die Grundlage des kognitiv-motorischen Interferenztrainings zur Steigerung der Kapazität in kognitiv-motorischen „Parallel“-Situationen basiert auf theoretischen Überlegungen zur Entstehung von Interferenz. Wiederholte Exposition ist von großer Bedeutung, aber die (notwendige) Spezifität der Exposition ist unklar.

Im Rahmen des Projekts „Kognitiv-motorisches Interferenztraining zur Verbesserung von spielbezogenen Schnelligkeitsleistungen“ wurden zwei Trainingsinterventionen zur Steigerung der Leistungsfähigkeit in kognitiv-motorischen Interferenzaufgaben durchgeführt:

Virtual-Reality-(VR)-Doppeltätigkeitstraining (DTT) und ein on-Ice-DTT. Beide Interventionsarten in diesem Projekt adressieren mehrere Aspekte des komplexen Spielverhaltens, indem sie Wahrnehmung und Motorik integrieren.

VR-Training wird bereits im Sport eingesetzt und kann ein effektives Trainingsinstrument sein (Buns, 2022; für einen aktuellen Überblick; Le Noury et al., 2022). Es gibt jedoch nur wenige systematische Studien, die die Trainingseffekte untersucht haben. Einige Studien haben gezeigt, dass VR-Training die sportartspezifische Leistung verbessern kann (Petri et al., 2019; Pastel et al., 2022).

Die VR-Intervention zur Verbesserung der kognitiv-motorischen Interferenzfähigkeit konzentriert sich auf die Wahrnehmungsverarbeitung, während die on-Ice-Intervention auf Motorikleistungen abzielt. Von beiden Interventionen wird erwartet, dass sie mindestens auf ihren spezifischen Ebenen eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit bewirken.

Virtual-Reality-Doppeltätigkeitstraining

Das VR-Training wurde mithilfe des Brillen-Systems von SenseArena© (Prague, Czech Republic, siehe Abbildung 1) durchgeführt. Die Trainingseinheiten wurden in normaler Sportbekleidung absolviert. Eine Trainingseinheit dauerte ca. 15-30 Minuten und beinhaltete verschiedene Spiel- und Aufgabensituationen, aus den Kategorien „Warm Up“, „Reaction“, „Reading“, „Multitask“, „Player Tracking“, „Offensive Zone“, „Defensive Zone“ und „Small Area Games“. Alle Übungen erfordern eine Entscheidungsfindung und anschließende motorische Ausführung. Das System gibt direktes Feedback zum Erfolg des Versuchs (visuell und akustisch). Über die Anpassung von Übungseinstellungen wie Passgeschwindigkeit, Passfrequenz, Passgenauigkeit, Zeitlimit und des Komplexitätsgrads der Übung lässt sich die Erfolgsrate des Spielers kontrollieren. Durch eine progressive Steigerung der Parameter bleiben Sportler:innen trotz Trainingsanpassungen gefordert. Bestehende Literatur zu perzeptuell-kognitiven Trainingsinterventionen haben hervorgehoben, dass Trainingseffekte nur bei individuell angepasstem und ressourcenforderndem Training zu erwarten sind (Fleddermann et al., 2019).

Es ist empfehlenswert den Spielern eine Eingewöhnungszeit in die Mechanik des Systems über „Warm Up“-Übungen zu gewähren. Hier beschränkt sich die Aufgabe vornehmlich auf die Umsetzung einfacher Grundtechniken wie Passen und Schießen. Auch wenn die virtuelle Umgebung und das Equipment der realen Trainings-/Spielsituation sehr nahekommen, brauchen Spieler in der Regel dennoch einige Versuche, um sich an dem virtuellen System zu kalibrieren.

Nachfolgend werden am Beispiel von Übungen die Trainingsdokumentation sowie die Trainingssteuerung über die zur Verfügung stehenden Übungseinstellungen erläutert.



Abbildung 1: Sicht der VR-Brille in der Trainingsaufgabe. Auf dem Eis zu sehen sind der eigene Schläger des Spielenden sowie Animationen von Mit-, Gegenspielern und des Goalies mit Schläger.

Übung 1 „Find the Line“

Diese Übung beinhaltet, das richtige Passfenster zu finden und den/die Mitspieler:in zur richtigen Zeit anzuspielen. Die Testperson steht im gegnerischen Drittel in Höhe der blauen Abseitslinie und hat den Puck. Zwei Eishockey-Tore mit einem festen Abstand zueinander befinden sich vor der/dem Spieler:in und bilden das Passfenster, das sich seitlich von links nach rechts bewegt. Ein/eine Mitspieler:in bewegt sich gegenüber dem/der Spieler:in vor dem gegnerischen Torhüter. Ziel ist es, den/die Mitspieler:in durch das sich bewegende Passfenster anzuspielen, damit er/sie den Puck vor dem gegnerischen Tor empfangen kann. Wenn dies gelingt, wird die Übung als erfolgreich gewertet.

Die Übung kann durch Änderungen der Einstellungen in ihrer Schwierigkeit angepasst werden, wie z.B. dem Abstand zwischen den Toren, der Position des/der Spieler:in auf dem Feld, dem Zeitlimit und der Schwierigkeit der Bewegungen der Tore und des Mitspielers. Exemplarisch werden die Trainingsleistungen eines/einer Spieler:in im Übungsverlauf in Abbildung 2 dargestellt. Hier zeigt sich, dass die Anzahl der erfolgreichen Versuche pro Trainingseinheit mit zunehmender Trainingsdauer gesteigert werden konnte. Dies ist sowohl auf die steigende Gesamtanzahl der Versuche als auch die verbesserte Effizienz des/der Spieler:in zurückzuführen.

Die Übungseinstellungen zeigen, dass das Passfenster in den letzten beiden Trainingseinheiten verkleinert und die Schwierigkeit verringert wurde. Dennoch konnte der/die Athlet:in bei erschwerten Übungsbedingungen am Ende der Intervention mehr Versuche in der gleichen Zeit absolvieren und dabei deutlich effizienter arbeiten als zu Beginn der Intervention.

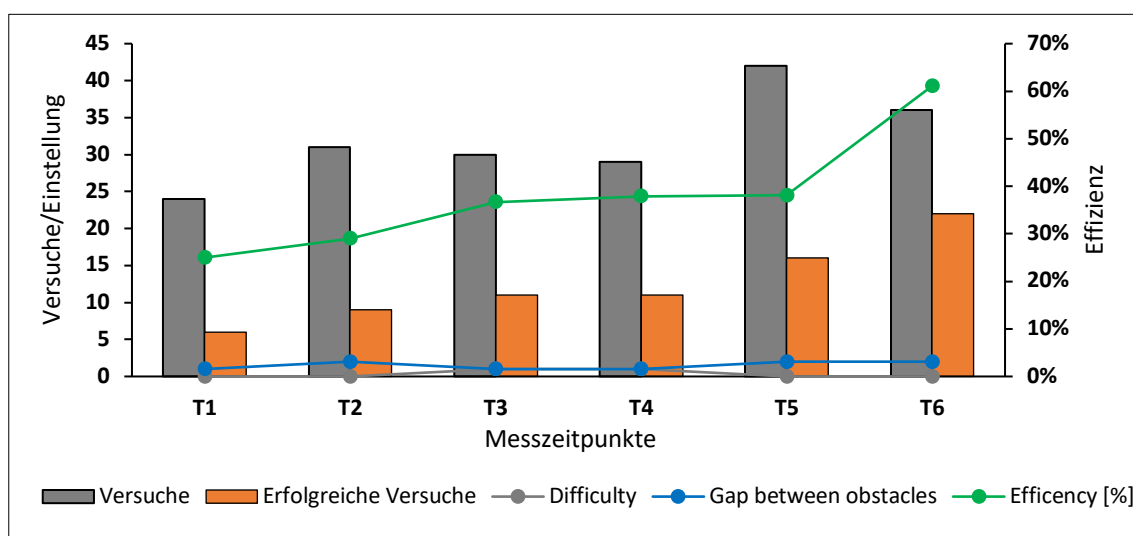


Abbildung 2: Trainingsverlauf der Übung "Find the Line".

Übung 2 „Multiple Object Tracking“

In der Übung "Multiple Object Tracking" befindet sich der/die Spieler:in im gegnerischen Drittel auf Höhe der blauen Arbeitslinie. Vier Mitspieler:innen in weißen Trikots bewegen sich im freien Raum vor ihr/ihm. Zu Beginn leuchten zwei bis vier Mitspieler:innen für eine Sekunde in unterschiedlichen Farben auf, bevor sie wieder weiß werden. Der/die Spieler:in muss sich die Farben und zugehörigen Mitspieler:innen merken, während sie sich frei bewegen, gleichzeitig den Puck am Schläger führen und auf die Farbe des Pucks achten muss. Erfolgreich ist der Versuch, wenn der Puck zu dem/der Mitspieler:in gepasst wird, der/die zuvor gleichfarbig aufgeleuchtet hat.

Abbildung 3 zeigt exemplarisch den Übungsverlauf der Trainingsleistungen eines/einer Spieler:in und der Übungseinstellungen. Die Effizienz beschreibt das Verhältnis von erfolgreichen Versuchen zur Gesamtzahl der durchgeführten Versuche. Das Zeitlimit blieb über den gesamten Trainingsverlauf von zwei Minuten unverändert, während die Komplexität der Übung (Anzahl der farbige aufleuchtenden Mitspieler:innen) variiert wurde.

In den ersten beiden Einheiten wurde die Übung mit einer Komplexität von zwei absolviert, was zu einer höheren Effizienz führte. Danach wurde die Komplexität auf drei erhöht, was zu einem Rückgang der Erfolgsquote führte. In der fünften Einheit wurde die Komplexität auf vier erhöht, was zu einer deutlich geringeren Anzahl an korrekten Versuchen führte. Daraufhin wurde die Komplexität in den nächsten drei Einheiten wieder auf drei reduziert, was zu einer höheren Effizienz führte. Schließlich wurde die Komplexität in der letzten Einheit wieder auf vier erhöht, wobei der/die Athlet:in hier besser zurechtkam als in der fünften Einheit.

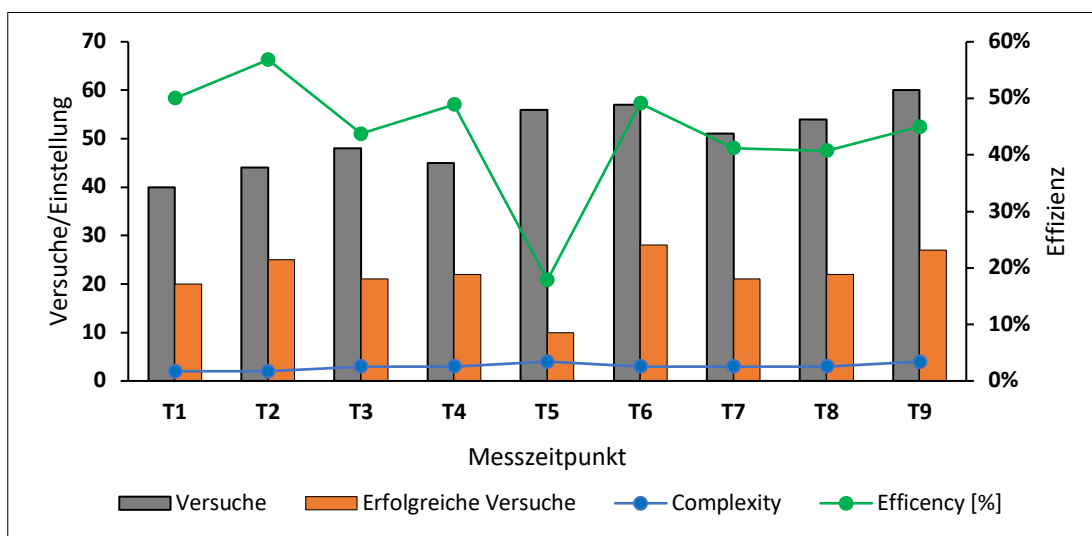


Abbildung 3: Trainingsverlauf der Übung "Multiple Object Tracking"

Übung 3: "Shot Lane Recognition"

Der/die Athlet:in steht während der Übung "Multiple Object Tracking" im Angriffs Drittel des Gegners, auf Höhe der blauen Abseitslinie. Vier Mitspieler:innen in weißen Trikots bewegen sich frei auf dem Feld. Zunächst leuchten für eine Sekunde zwei bis vier Mitspieler:innen in verschiedenen Farben auf, bevor sie wieder weiß werden. Der/die Athlet:in muss sich die Farben merken und den dazugehörigen Mitspieler:innen folgen, während er/sie sich frei bewegt, gleichzeitig den Puck führt und auf die Farbe des Pucks achtet. Wenn der Puck erfolgreich an den/die Mitspieler:in gepasst wird, der/die zuvor in der gleichen Farbe aufgeleuchtet hat, gilt der Versuch als erfolgreich.

Exemplarisch werden die Trainingsleistungen in der Übung "Shot Lane Recognition" eines/einer Spieler:in im Übungsverlauf in Abbildung 4 dargestellt. Die Leistung in allen drei Bereichen (Versuchsanzahl, erfolgreiche Versuche und Effizienz) steigt nahezu kontinuierlich an. Zusätzlich wurde die Passgeschwindigkeit in der dritten Einheit von eins auf drei erhöht, wodurch die Aufgabe erschwert wurde, da der/die Athlet:in weniger Zeit zur Erkennung des freien Passwegs hatte.

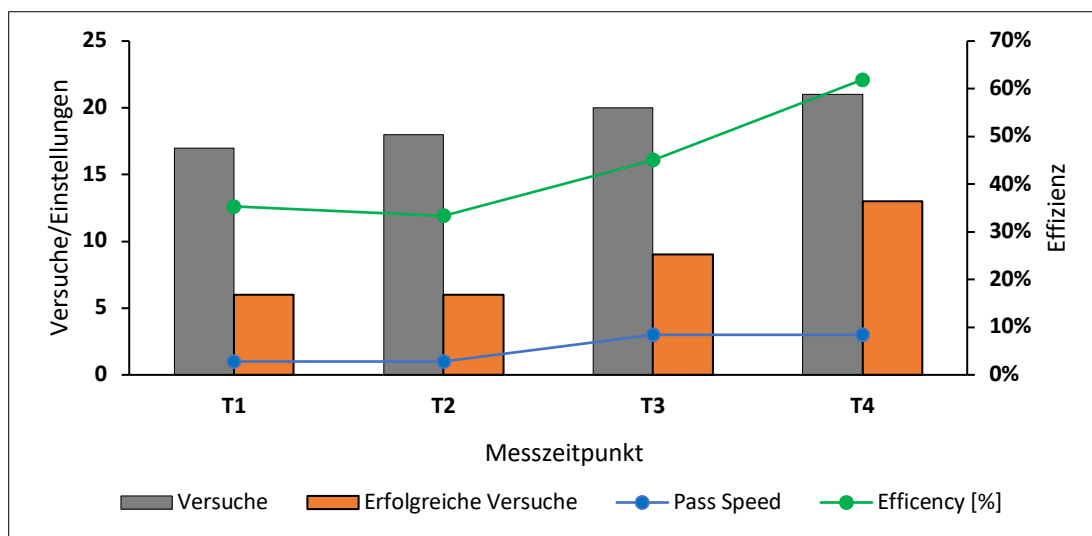


Abbildung 4: Trainingsverlauf der Übung "Shot Lane Recognition".

On-Ice Doppeltätigkeitstraining

In dieser Trainingsintervention werden Eishockey-spezifische motorische Aktionen durch perzeptuell-kognitive Anforderungen erweitert. Nachfolgend werden vier Übungen erläutert, welche jeweils eine kognitive und eine motorische Aufgabe beinhalten. Der Fokus liegt auf zwei Komponenten - höchst mögliche Bewegungsgeschwindigkeit in der motorischen Aufgabe und schnellst mögliche Verarbeitung der kognitiven Aufgabe. Die Wahrnehmungsaufgaben ähneln den Interventionsansätzen von Formenti et al. (2019) und wurden neben Eishockeyspieler:innen auch im Rahmen des Schnelligkeitstrainings von Basketball-Bundesligaspielern und Volleyball-Bundesligaspielerinnen erprobt. Es wird empfohlen die Übungen mit Belastungszeiten von 15 bis 30 Sekunden mit einer ein bis zweiminütigen Satzpause durchzuführen, um metabolische Ermüdung zu reduzieren.

Übung 1

Für Übung 1 wurde ein selbst angefertigtes Plakat (1x1 Meter) im Abstand von einem Meter vom Boden an der Bande angebracht (siehe Abbildung 5). In einem Abstand von 2,5 Metern zur Bande wurden, mittig zum Plakat, zwei Hütchen in einem Abstand von einem Meter aufgestellt (50 cm zur Mitte). Die kognitive Aufgabe beinhaltete das Fokussieren des mittleren Punktes des Plakats und gleichzeitige Aufmerksamkeitssprünge entlang der außenliegenden Punkte (Start: oberer, zentraler Punkt, alternierend im bzw. gegen den Uhrzeigersinn). Als motorische Aufgabe sollte ein Puck maximal häufig in einer Acht um die Hütchen gespielt werden. Dokumentiert wurde die durchgeführte Anzahl an Achten und Fehlern (Puckverlust, Hütchenberührung). Wenn die Aufgabe ohne Probleme durchführbar war, konnte das Schwierigkeitslevel gesteigert werden, indem die Distanz zwischen Plakat und Hütchen reduziert und die Distanz zwischen den Hütchen vergrößert wurde. Somit steigerte sich die Anforderung an die visuellen Ressourcen durch eine Vergrößerung des benötigten peripheren Sichtfelds (Level 2: 2 Meter zwischen Bande und Hütchen und 1,5 Meter zwischen den Hütchen. Level 3: 1,5 Meter zwischen Bande und Hütchen und 2 Meter zwischen den Hütchen).

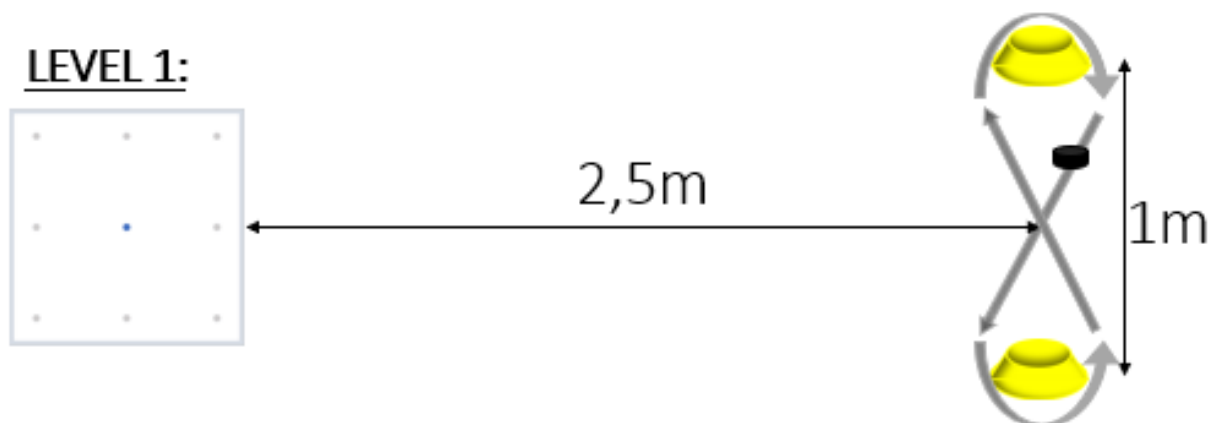


Abbildung 5: Aufbau von Übung 1 in Level 1

Übung 2

Für Übung 2 wurde ein selbst angefertigtes Plakat (2x1 Meter) im Abstand von einem Meter vom Boden an der Bande angebracht (siehe Abbildung 6). In einem Abstand von 2,5 Metern zur Bande wurden, mittig zum Plakat, jeweils ein rotes und ein blaues Hütchen in einem Abstand von einem Meter aufgestellt (50 cm zur Mitte). Die kognitive Aufgabe beinhaltete, dass die farbigen Kreise der abgebildeten liegenden Acht schnellstmöglich vorgelesen werden. Die Leserichtung sollte hier von Durchgang zu Durchgang geändert werden, um ein Memorieren der Reihenfolgen zu vermeiden. Die motorische Aufgabe war unmittelbar an die kognitive Aufgabe gekoppelt, da entsprechend der Farbe jedes zweiten vorgelesenen Kreises das gleichfarbige Hütchen umfahren werden musste. Dokumentiert wurde die durchgeführte Anzahl an umfahrenen Hütchen und Fehlern (Puckverlust, Hütchenberührung). War die Aufgabe ohne Probleme durchführbar, konnte, wie in Übung 1 das Schwierigkeitslevel gesteigert werden (↓ Abstand Plakat-Hütchen und ↑ Abstand zwischen Hütchen). Außerdem wurde die Reihenfolge der zu umfahrenden Hütchen angepasst (Level 2: das Hütchen mit der Farbe jedes dritten Kreises wird umfahren. Level 3: das Hütchen mit der Farbe jedes vierten Kreises wird umfahren).

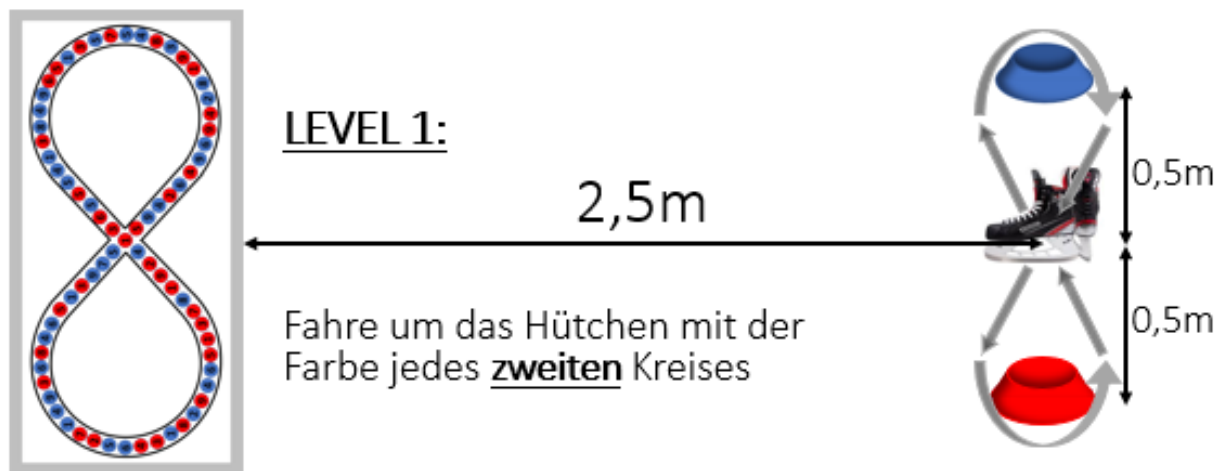


Abbildung 6: Aufbau von Übung 2 in Level 1

Übung 3

Ein weiteres selbst angefertigtes Plakat (1x1 Meter) wurde im Abstand von einem Meter vom Boden an der Bande angebracht (siehe Abbildung 7). In einem Abstand von 2,5 Metern zur Bande wurden, mittig zum Plakat, jeweils ein rotes und ein blaues Hütchen in einem Abstand von einem Meter aufgestellt (50 cm zur Mitte). Die kognitive Aufgabe beinhaltete das Blicksprünge von Buchstabe zu Buchstabe (erst im und dann gegen den Uhrzeigersinn) und lautes Vorlesen des Buchstabens. Die motorische Aufgabe war erneut an die kognitive Aufgabe geknüpft, sodass der Puck um das Hütchen mit der entsprechenden Farbe des vorgelesenen Buchstabens geführt werden sollte. Dokumentiert wurde die Anzahl umspielter Hütchen und Fehler (Puckverlust, Hütchenberührung). War die Aufgabe ohne Probleme durchführbar, konnte, wie in den vorherigen Übungen, das Schwierigkeitslevel gesteigert werden (\downarrow Abstand Plakat-Hütchen und \uparrow Abstand zwischen Hütchen). Außerdem wurde die Reihenfolge der zu umfahrenden Hütchen angepasst (Level 2: das Hütchen mit der Farbe jedes zweiten Buchstabens wird umspielt. Level 3: das Hütchen mit der Farbe jedes dritten Buchstabens wird umspielt).

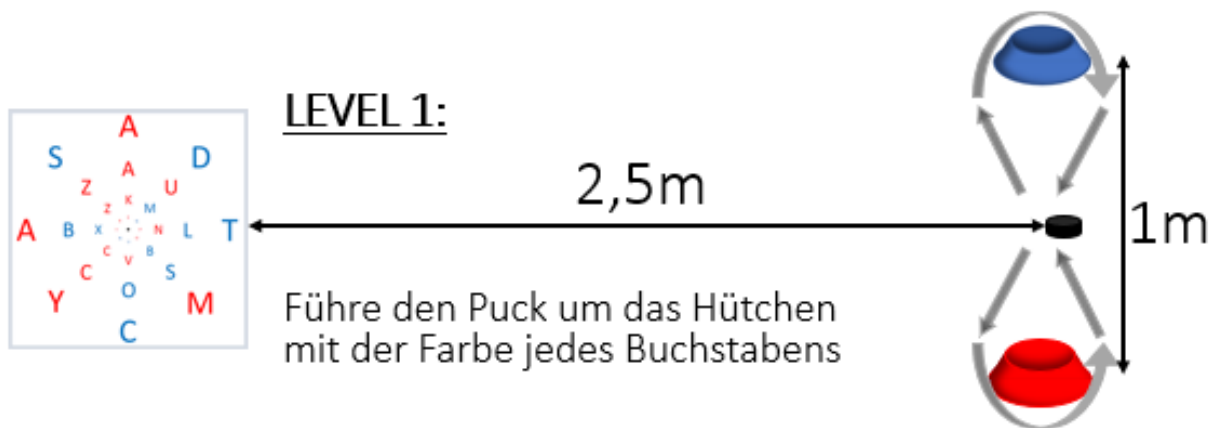


Abbildung 7: Aufbau von Übung 3 in Level 1

Übung 4

Erneut wurde ein selbst angefertigtes Plakat (2x1 Meter) im Abstand von einem Meter vom Boden an der Bande angebracht (siehe Abbildung 8). Im ersten Level befand sich die Testperson mit Puck in einem Abstand von 2,5 Metern zur Bande hinter einer Markierung. Die kognitive Aufgabe beinhaltete das alternierende Vorlesen der Zahlen in den beiden abgebildeten Säulen. Die motorische Aufgabe bestand darin, bei einer geraden Zahl einen Vorhand-Doppelpass und bei einer ungeraden Zahl einen Rückhand-Doppelpass mit der Bande zu spielen. Dokumentiert wurde die Anzahl korrekter und falscher Doppelpässe. War die Aufgabe ohne Probleme durchführbar, konnte, wie in den vorherigen Übungen, das Schwierigkeitslevel gesteigert werden. Im zweiten Level änderte sich der Aufbau, sodass zwei Hütchen im Abstand von zwei Metern zur Wand, ein Meter voneinander entfernt und mittig zum Plakat aufgestellt wurden. Die kognitive Aufgabe blieb unverändert. Die motorische Aufgabe bestand darin bei einer „1“ einen Vorhand-Doppelpass, und bei einer „2“ einen Rückhand-Doppelpass zu spielen. Bei einer „3“ sollte das rechte Hütchen und bei einer „4“ das linke Hütchen umspielt werden. Dokumentiert wurden hier die Anzahlen der korrekten Reaktionen und Fehler. Im dritten Level änderte sich der Aufbau erneut, sodass die Hütchen auf 1,5 Meter Abstand an die Bande herangerückt wurden und links und rechts sowohl ein rotes als auch ein blaues Hütchen im Abstand von 30 cm aufgestellt wurden. Zudem waren frontal an der Bande unter dem Plakat jeweils ein blauer und ein roter Tape-Streifen angebracht. Die kognitive Aufgabe blieb bestehen, allerdings sollte in der motorischen Aufgabe bei einer „1“ ein Vorhand-Doppelpass und bei einer „2“ ein Rückhand-Doppelpass auf das entsprechend farbige Tape gespielt werden. Bei „3“ sollte das rechte und bei „4“ das linke entsprechend farbige Hütchen umspielt werden. Dokumentiert wurden erneut die Anzahl korrekter und fehlerhafter Versuche.

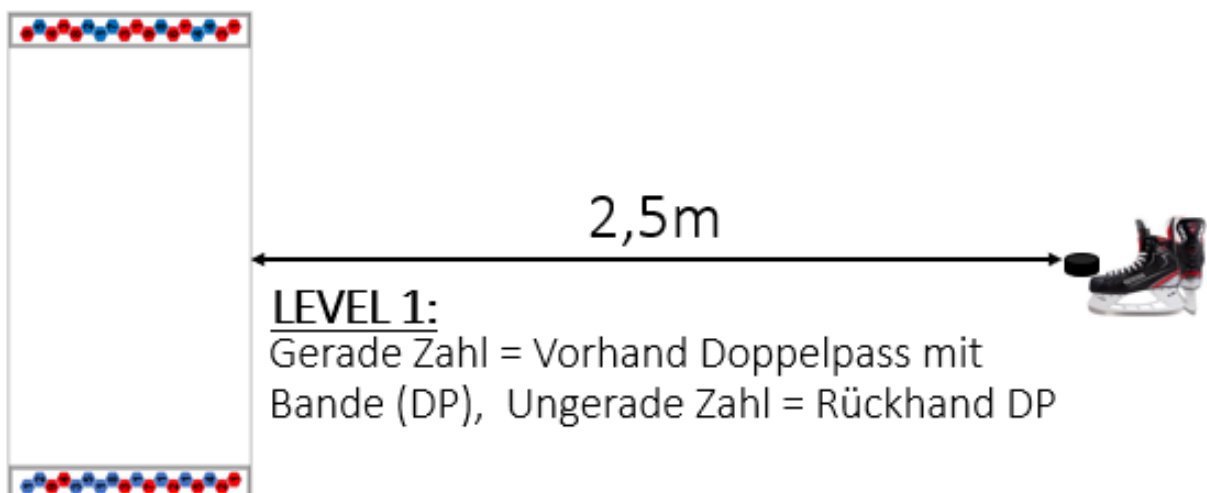


Abbildung 8: Aufbau von Übung 4 in Level 1

Implementation im allgemeinen Trainingskontext

Kognitiv-motorisches Interferenztraining ist ein potenzielles neues Trainingsmittel, um spielbezogene Schnelligkeit bei Teamsportler:innen zu verbessern. Die Befunde von Buns (2020), Petri et al. (2019) und Pastel et al. (2022) unterstützen die Wirksamkeit von VR-Training, allerdings im allgemeinen Kontext. Im DTT zeigten sich sogar spezifische Verbesserungen in Interferenzbedingungen (Fleddermann et al., 2019). Die Ergebnisse des Projekts „Kognitive-motorisches Interferenztraining im Leistungssport“ sind jedoch nicht eindeutig, was die Effektivität der Interventionen angeht, weder bei einer Implementation über acht Wochen, noch als akutes Mittel zur Erwärmung bzw. Aktivierung. In der Acht-Wochen-Intervention waren hier lediglich leicht positive Trends erkennbar. Vor diesem Hintergrund sollte kognitiv-motorisches Training nur als Ergänzung zu bestehendem Training durchgeführt werden. Jede/r Spieler:in sollte als Einzelfall betrachtet werden. Wenn in einer konventionellen Leistungsdiagnostik keine Auffälligkeiten bzgl. der elementaren Schnelligkeitsleistungen erkennbar sind und die spielbezogene Schnelligkeit dennoch als Defizit identifiziert wird, ist ein Interferenztraining hinzuziehen. Bei der akuten Anwendung bspw. Aktivierung vor einem Wettkampf sollte unbedingt vorher eine Testung im Trainingskontext stattfinden. Bezogen auf die Projektdaten ist vor einer kognitiven Ermüdung bei zu hohen Umfängen unmittelbar vor Wettkampfszenarien zu warnen.

Trainingsempfehlung zur Verbesserung von Spielleistungen

Aufgrund der positiven Befunde im VR-Training von Buns (2020) und Petri (2019) ist ein Training 2-3x/wöchentlich für 10-15 Minuten als Startpunkt zu empfehlen. Dies lässt sich sehr gut in das Warmup vor dem Training oder das Cooldown nach dem Training integrieren. Wenn das VR-Training eine eigenständige Einheit ist, kann eine längere Dauer in Erwägung gezogen werden.

Beim DT-Training haben Fleddermann et al. (2019) und Romeas et al. (2019) Trainingseinheiten mit einer Dauer von insgesamt 20-30 Min 2-3x/wöchentlich umgesetzt. Dementsprechend kann dies auch empfohlen werden, wenn das DT-Training eine eigene Einheit darstellt. Wenn DT-Training als Warmup oder Cooldown eingesetzt wird, sind wie beim VR-Training 10-15 Minuten zu empfehlen.

Trainingsempfehlung zur Aktivierung vor Wettkämpfen

Sowohl das VR- als auch das DT-Training können potenziell als Aktivierung vor dem Wettkampf zur akuten Leistungssteigerung eingesetzt werden. Auch hier ist ein Training von 10-15 Minuten ein guter Startpunkt. Die Reaktion auf die Aktivierung sollte getestet und nach Bedarf angepasst werden. Wenn sich nach einer individuellen Testphase wiederholt positive Effekte durch eine akute Anwendung feststellen lassen, kann das VR- oder auch das DT-Training in die Warmup Routine aufgenommen werden.

Literatur

- Buns, M. (2020). Impact of virtual reality training on real-world Hockey skill: An intervention trial. *Journal of Sports Science*, 8, 8-16. <https://doi.org/10.17265/2332-7839/2020.01.002>
- Dawes, J. (Ed.). (2019). *Developing agility and quickness*. Human Kinetics Publishers.
- Fleddermann, M.-T., Heppe, H., & Zentgraf, K. (2019). Off-court generic perceptual-cognitive training in elite volleyball athletes: task-specific effects and levels of transfer. *Frontiers in Psychology*, 10, 1599. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01599>
- Formenti, D., Duca, M., Trecroci, L., Ansaldi, L., Bonfanti, L., Alberti, G., & Iodice, P. (2019). Perceptual vision training in non-sport-specific context: Effect on performance skills and cognition in young females. *Scientific Reports*, 9, 18671. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55252-1>
- Göthe, K., Oberauer, K., & Kliegl, R. (2016). Eliminating dual-task costs by minimizing crosstalk between tasks: The role of modality and feature pairings. *Cognition*, 150, 92–108. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2016.02.003>
- Hazeltine, E., Ruthruff, E., & Remington, R. W. (2006). The role of input and output modality pairings in dual-task performance: Evidence for content-dependent central interference. *Cognitive Psychology*, 52(4), 291–345. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2005.11.001>
- Kahneman, D. (1973). *Attention and Effort* (Bd. 88, Nummer 2). Prentice-Hall Inc. <https://www.jstor.org/stable/1421603?origin=crossref>
- Koch, I., Poljac, E., Müller, H., & Kiesel, A. (2018). Cognitive structure, flexibility, and plasticity in human multitasking—An integrative review of dual-task and task-switching research. *Psychological Bulletin*, 144(6), 557–583. <https://doi.org/10.1037/bul0000144>
- Le Noury, P., Polman, R., Maloney, M., & Gorman, A. (2022). A narrative review of the current state of extended reality technology and how it can be utilised in sport. *Sports Medicine*, 52(7), 1473–1489. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01669-0>
- Moreira, P. E. D., Dieguez, G. T. de O., Bredt, S. da G. T., & Praça, G. M. (2021). The acute and chronic effects of dual-task on the motor and cognitive performances in athletes: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1732. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041732>
- Navon, D. (1984). Resources—A theoretical soup stone? *Psychological Review*, 91, 216–234. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.91.2.216>
- Pastel, S., Petri, K., Chen, C. H., Wiegand Cáceres, A. M., Stirnatis, M., Nübel, C., Schlotter, L., & Witte, K. (2022). Training in virtual reality enables learning of a complex sports movement. *Virtual Reality*, 1-18. <https://doi.org/10.1007/s10055-022-00679-7>
- Petri, K., Emmermacher, P., Danneberg, M., Masik, S., Eckardt, F., Weichelt, S., Bandow, N., & Witte, K. (2019). Training using virtual reality improves response behavior in karate kumite. *Sports Engineering*, 22, 1-12. <https://doi.org/10.1007/s12283-019-0299-0>
- Putranto, J. S., Heriyanto, J., Achmad, S., & Kurniawan, A. (2023). Implementation of virtual reality technology for sports education and training: Systematic literature review. *Procedia Computer Science*, 216, 293-300. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.139>
- Qiu, F., Pi, Y., Liu, K., Li, X., Zhang, J., & Wu, Y. (2018). Influence of sports expertise level on attention in multiple object tracking. *PeerJ*, 6, e5732. <https://doi.org/10.7717/peerj.5732>
- Romeas, T., Chaumillon, R., Labbé, D., & Faubert, J. (2019). Combining 3D-MOT with sport decision-making for perceptual-cognitive training in virtual reality. *Perceptual and Motor Skills*, 126(5), 922-948. <https://doi.org/10.1177/0031512519860286>
- Ruthruff, E., Hazeltine, E., & Remington, R. W. (2006). What causes residual dual-task interference after practice? *Psychological Research*, 70(6), 494–503. <https://doi.org/10.1007/s00426-005-0012-8>

- Schaefer, S., & Amico, G. (2022). Table tennis expertise influences dual-task costs in timed and self-initiated tasks. *Acta Psychologica*, 223. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2022.103501>
- Vigh-Larsen, J. F., & Mohr, M. (2022). The physiology of Ice Hockey performance: An update. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. <https://doi.org/10.1111/sms.14284>
- Wickens, C. D. (2008). Multiple resources and mental workload. *Human Factors*, 50(3), 449–455. <https://doi.org/10.1518/001872008X288394>
- Young, W. B., Dawson, B., & Henry, G. J. (2015). Agility and change-of-direction speed are independent skills: Implications for training for agility in invasion sports. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 10(1), 159-169. <http://doi.org/10.1186/s40798-021-00304-y>