

Die mimic hand M1, der Markt für Roboterhände und eine gedruckte Sehnenhand als Produktlinie

Fachpapier FP01 · SEHNENHAND v1.0 · Stand 5. Oktober 2026 · Thomas Schüller, Schicht-Werk

Offenlegung. Der Verfasser betreibt mit Schicht-Werk ein Gewerbe der additiven Fertigung und hat ein wirtschaftliches Interesse an den hier untersuchten Bauteilen, Bausätzen und Fertigungsleistungen. Das Papier ist ein gewerbliches Arbeitsergebnis, keine unabhängige Forschung. Es gibt den Stand einer Internetrecherche vom 5. Oktober 2026 wieder. Kein Bauteil ist gedruckt oder geprüft.

Kein Medizinprodukt. Die hier beschriebene Hand ist ein Roboter-Endeffektor für Lehre, Versuch und Forschung. Sie ist nicht zur Anwendung am oder im menschlichen Körper und nicht als Ersatz oder Unterstützung von Körperfunktionen bestimmt.

Kurzfassung

Schicht-Werk sollte die M1 nicht nachbauen. Sie zeigt aber, wohin sich der Markt bewegt: Hände mit Sehnenantrieb, Kraftsensorik in jedem Gelenk und Datenerfassung am Körper, mit der Roboter-KI trainiert wird. Für einen kleinen Betrieb der additiven Fertigung liegt das Geschäft im Umfeld dieser Entwicklung: Lohnfertigung für Hochschulen und Robotik-Start-ups, Fingerkuppen, Halterungen und Verschleißteile für vorhandene Hände, Lehr- und Maker-Bausätze nach Vorlagen mit Gewerbelizenz sowie günstige Datenerfassungshandschuhe.

- **M1 (Herstellerangaben):** sehnengetriebene Industriehand mit 15 aktuierten und 6 gekoppelten Gelenken, Motoren im Unterarm, Traglast über 25 kg im zylindrischen Kraftgriff, taktile Fingerspitzen. Masse (rund 1,8 kg) und Preis (18.000 USD) stammen nur aus Fachpresse und Produktdatenbanken; der Preis ist dort als „Not Verified“ markiert.
- **Markt:** Neue kommerzielle Hände kosten rund 4.900 USD bis über 100.000 EUR. Offene Selbstbau-Hände gibt es von unter 200 EUR bis rund 2.000 CHF bzw. USD. Marktprognosen liegen um etwa eine Größenordnung auseinander und taugen nur als Richtungsangabe.
- **Eigene Hand:** Eine Hand mit 5 bis 11 angetriebenen Freiheitsgraden ist technisch gut machbar. Die Materialkosten liegen je nach Ausbaustufe bei etwa 70 bis 650 EUR (eigene Schätzung, siehe FP02). Mit Industriehänden kann sie nicht konkurrieren.
- **Recht:** Den einfachsten Einstieg bietet ein rein mechanischer Bausatz ohne Elektronik. Er fällt unter die Produktsicherheitsverordnung und braucht keine CE-Kennzeichnung.

Kennzeichnung der Belege

[H] Herstellerangabe (Blog, Datenblatt, Pressemitteilung) · **[P]** Fachpresse bzw. Sekundärquelle · **[W]** begutachtete oder vorveröffentlichte Wissenschaft · **[E]** eigene Einschätzung oder Schätzung · **[O]** offen bzw. unbelegt.

Rechtliche Aussagen geben allgemeines Fachwissen wieder. Sie ersetzen keine Rechtsberatung und sind in den Rechtstexten bzw. mit der Wirtschaftskammer zu prüfen.

Teil A – mimic robotics und die mimic hand M1

A1. Unternehmen

Merkmal	Inhalt	Beleg
Firma	mimic robotics AG, Zürich; laut Fachpresse zusätzlich Standort San Francisco	[H]/[P]
Gründung	2024, Spin-off der ETH Zürich	[P]
Gründungsteam	Geschäftsführung, Produkt- und Technikleitung sowie ein Gründungsingenieur; wissenschaftlicher Berater ist der Leiter des ETH Soft Robotics Lab	[H]
Pre-Seed	2,5 Mio. USD (2024)	[P]
Seed	16 Mio. USD (rund 13,8 Mio. EUR), 3. November 2025, angeführt von Elaia mit Speedinvest	[H]/[P]
Gesamtkapital	über 20 Mio. USD	[H]/[P]
Öffentliche Mittel	Förderung der Schweizer Innovationsagentur, Teilnahme am AWS Generative AI Accelerator	[P]
Team	25 Beschäftigte (Mitteilung vom 3. November 2025)	[P]
Kunden und Piloten	Piloten mit großen Herstellern, Automobilfirmen und Logistikdienstleistern; Namen nicht genannt	[P], Namen [O]
Kommunizierte Wirkung	„70 % geringere Betriebskosten“, „Inbetriebnahme in einer Stunde“; ohne veröffentlichte Methodik	[P], ungeprüft

Geschäftsmodell. mimic entwickelt die Hand (M1), das Datenerfassungsgerät (U1), eine eigene Middleware, einen Retargeter, die Telemetrie und die KI-Modelle selbst. Die Arme kauft das Unternehmen zu und montiert darauf die eigenen Hände [P]. Das KI-Konzept ist eine Datenpyramide: unten menschliches Video, in der Mitte Daten vom Wearable, oben Teleoperations- und Einsatzdaten vom Roboter [H].

Bewertung [E]. Ob mimic die Hand einzeln an Dritte verkauft, ist offen [O]. Kommunikation und Finanzierung deuten eher auf Automatisierung als Lösung hin als auf den Handel mit Komponenten. Der genannte Preis ist deshalb mit Vorsicht zu lesen.

A2. Datenblatt mimic hand M1

Alle Werte stammen, wo nicht anders vermerkt, aus dem Blog des Herstellers vom 16. Juli 2026 [H].

Parameter	Wert	Status
Antrieb	bidirektionaler, rollengeführter Sehnenantrieb; alle Sehnen laufen über Lager und Rollen, keine Bowdenzüge	[H]
Freiheitsgrade	15 aktuiert + 6 gekoppelt = 21 Gelenke; mit Abduktion und opponierbarem Daumen	[H]
Motoren	im Unterarm; Industrie-Aktoren mit Getrieben; Typen nicht genannt	[H], Typen [O]
Dauertraglast	über 25 kg (zylindrischer Kraftgriff)	[H]
Dauerkraft an der Fingerspitze	25 N (Finger gestreckt)	[H]
Rückwärtsbewegbarkeit	Rückwärts-Antriebsmoment unter 0,05 Nm; 50 g allein über den Motorstrom erkennbar	[H]
Kraftschätzung	unter 0,1 N (Doppel-Encoder an Motor und Gelenk)	[H]
Positionsgenauigkeit der Fingerspitze	± 0,18 mm (geschlossener Regelkreis)	[H]
Gelenkspiel	unter 0,3°	[H]
Taktile Fingerspitzen	Normalkraft, Scherkraft, Kontaktort an mehreren Punkten	[H]
Überstreckung	bis 45° (Stoßtoleranz)	[H]
Aktive Kühlung	0,7 m³/min Luft	[H]
Verhältnis Rolle zu Sehne	mindestens 15:1 (Durchmesser)	[H]
Kamera	Handgelenkskamera, Global Shutter, synchronisiert	[H]
Masse	rund 1,8 kg	[P]; nicht im Datenblatt
Preis	18.000 USD	[P], dort „Not Verified“; kein offizieller Preis [O]
Verfügbarkeit	„in production“ laut Produktdatenbank; Bestellweg offen	[P]/[O]
Schnittstellen, Feldbus, Flanschnorm	nicht veröffentlicht	[O]
Lebensdauer und Wartung	Ziel „Jahre industrieller Nutzung“; keine Zyklenzahlen	[H]/[O]

Hinweis. Die oft zitierte „Kraftauflösung von 50 g“ ist laut Hersteller die über den Motorstrom erkennbare Masse. Die Kraftschätzung über die Doppel-Encoder liegt bei unter 0,1 N.

Technische Einordnung [E]. Die Neuerung liegt weniger in der Zahl der Freiheitsgrade, sondern in drei Punkten. Erstens ersetzt die rollengeführte Sehnenführung den Bowdenzug; Reibung und Steifigkeit bleiben damit unabhängig von Handgelenksstellung und Zyklenzahl. Zweitens sind die Antriebe stark rückwärtsbewegbar, so dass jeder Motor zugleich als Kraftsensor dient. Drittens bildet mimic die Anatomie nur an den Fingerspitzen genau nach; Handgelenk und Unterarm sind verbreitert. Genau an diesen Punkten scheitern einfache gedruckte Hände.

A3. mimic wearable U1

Parameter	Wert	Status
Prinzip	passives, vom Menschen bewegtes Exoskelett; ein starres Koppelgetriebe beschränkt die Hand auf die Bewegungen der M1	[H]
Freiheitsgrade	14 erfasst + 6 gekoppelt	[H]
Taktile Sensorik und Kamera	wie M1, an derselben Stelle und am selben Blickpunkt	[H]
Ergonomie	feste Geometrie, daher nur für einen bestimmten Bereich an Handgrößen geeignet	[H]

Teleoperation verlangt Roboter, die bereits in der Zielfabrik stehen, und die Bedienpersonen kämpfen mit Latenz und Retargeting [H]. Das U1 erzwingt die Kinematik mechanisch; das Retargeting entfällt, und die Demonstrationen laufen nahezu in natürlicher Geschwindigkeit [H].

Bewertung [E]. Das U1 ist die Antwort auf den Engpass der Roboter-KI, nämlich zu wenige Trainingsdaten. Für einen Kleinbetrieb ist das wichtig, weil Datenerfassungs-Hardware in Kleinserie gefragt ist und sich gut additiv fertigen lässt.

A4. Vorarbeiten und Schutzrechte

1. **Faive Hand:** Toshimitsu et al., „Getting the Ball Rolling“, Humanoids 2023, arXiv:2308.02453 [W]. Druckbare Sehnenhand mit Rollkontaktgelenken; eine in Simulation trainierte Policy ließ sich ohne Nachtraining auf die echte Hand übertragen.
2. **Sensorisierte Softhaut:** Egli et al., ICRA 2024, arXiv:2404.19448 [W]. Eine 1 mm dicke Silikonhaut mit piezoresistiven Sensoren auf dem PLA-Skelett der Faive Hand.
3. **Modellprädiktive Regelung** auf der Faive Hand P0 (11 Freiheitsgrade), arXiv:2411.06183 [W]. Die P0 schätzt Gelenkwinkel nur aus Sehnenlängen; die M1 löst das mit Gelenk-Encodern.
4. **ORCA Hand:** Christoph et al., arXiv:2504.04259, und Plattformpapier arXiv:2606.14561 [W]. Offene Sehnenhand mit 17 Freiheitsgraden, Material unter 2.000 CHF, über 10.000 Dauerzyklen ohne Hardwareausfall.
5. **mimic-video:** Pai et al., arXiv:2512.15692 [W]. Kleine Aktions-Decoder auf den Repräsentationen vortrainierter Videomodelle.

Patente und Marken. EP 4 706 902 A1 „Collecting training data for a robotic hand manipulator“ ist laut einer Unternehmensdatenbank mimic zugeordnet [P]; Anmelder und Ansprüche sind nicht über Espacenet geprüft [O]. Zur Faive Hand und zu den Rollkontaktgelenken fanden sich keine Patente der ETH. Eine vollständige Patentprüfung steht aus [O].

Teil B – Markt und Wettbewerb (Stand Oktober 2026)

B1. Kommerzielle Hände

Preise sind Händler- oder Datenbankangaben [P], sofern nicht anders vermerkt. Sie schwanken je nach Händler um bis zum Faktor 2.

Hand	Freiheitsgrade (aktiv/gesamt)	Antrieb	Kraft	Masse	Preis (rund)	Offenheit
mimic M1 (CH)	15 / 21	Sehnen, Motoren im Unterarm	über 25 kg Kraftgriff, 25 N Fingerspitze [H]	1,8 kg [P]	18.000 USD, unbestätigt	proprietär
Shadow Dexterous Hand (UK)	20 / 24	Sehnen, 20 Motoren im Unterarm	rund 4 kg	rund 4,3 kg	110.000 EUR mit Installation [H]	proprietär, Treiber offen
Inspire RH56DFX (CN)	6 / 12	lineare Mikroantriebe in der Hand	15 N Daumen, 10 N Finger	540 g	4.900 bis 10.500 USD	proprietär
Unitree Dex5-1 (CN)	16 / 20	kraftgeregelte Gelenkantriebe	rund 4,5 kg Griff	1,0 kg	14.000 bis 25.000 USD	proprietär
Unitree Dex5-S (CN)	22 / 22	ein Motor je Gelenk	k. A.	620 g	ab 6.500 USD	proprietär
Wuji Hand (CN)	20 / 20	Direktantrieb je Gelenk	15 N Fingerspitze	580 g	ab 14.600 USD	proprietär, SDK
Sharpa Wave (SG/CN)	22 / 22	22 Aktuatormodule	über 20 N Fingerspitze	1,3 kg	rund 50.000 USD	proprietär
Allegro Hand V5 (KR)	Varianten	Motoren in den Fingern	k. A.	k. A.	rund 13.000 USD	proprietär, Treiber offen
Psyonic Ability Hand (US)	6	elektrisch	k. A.	rund 500 g	auf Anfrage	proprietär; Medizinprodukt
Tesla, Figure, Sanctuary, Clone	–	–	–	–	nicht einzeln erhältlich	Angaben nur sekundär [P]/[O]

B2. Offene Hände

Hand	Freiheitsgrade	Antrieb	Material	Lizenz Hardware / Software	Gewerblich nutzbar
ORCA v1 (ETH)	17	Sehnen, Dynamixel	unter 2.000 CHF	Projektseite CC BY 4.0, Software MIT; ältere Seite nennt „nicht kommerziell“	wahrscheinlich ja, Lizenzdatei prüfen [O]
LEAP Hand v1 (CMU)	16	Dynamixel am Gelenk	rund 2.000 USD	CAD CC BY-NC-SA, Code MIT	nein (Hardware)
Ruka (NYU)	15 über 11 Servos	Sehnen, Dynamixel im Unterarm	rund 1.300 USD	Hardware-Lizenz nicht geprüft [O]	prüfen

Hand	Freiheitsgrade	Antrieb	Material	Lizenz Hardware / Software	Gewerblich nutzbar
Amazing Hand (Pollen Robotics)	8	zwei Hobby-Servos je Finger	unter 200 EUR	Mechanik CC BY 4.0, Code Apache 2.0	ja, mit Namensnennung
InMoov Hand	5 bis 6	Servos mit Seilzug	gering	CC BY-NC	nein
DexHand	rund 15	Servos im Unterarm, Sehnen	gering bis mittel	nicht ausgewertet [O]	prüfen

B3. Marktgröße

- Ein Marktforschungsanbieter nennt 815 Mio. USD (2024) und 10,3 Mrd. USD (2031) für geschickte Hände, im Teilmarkt Sehnenseile 2,67 Mio. auf 193 Mio. USD [P].
- Andere Anbieter nennen 350 Mio. auf 1,5 Mrd. USD bis 2030 [P].
- **Einordnung [E].** Die Prognosen liegen um rund eine Größenordnung auseinander; Abgrenzung und Methodik sind nicht offengelegt. Belastbar ist die Richtung: Stückzahlen steigen, Preise fallen. 2026 gibt es Hände mit 20 bis 22 Freiheitsgraden für 6.500 bis 20.000 USD. Der Markt für Komponenten, Verschleiß- und Zubehörteile wächst mit der installierten Basis.

B4. Trends

1. **Sehnenantrieb und Direktantrieb.** Motoren im Unterarm (mimic, Tesla, Shadow, ORCA, Ruka) stehen Mikroantrieben in der Hand gegenüber (Wuji, Sharpa, Unitree, Inspire). Für hohe Lasten und für den Selbstbau liegt der Sehnenantrieb vorne, weil Servos im Unterarm Platz haben und die Finger leicht und druckbar bleiben [E].
2. **Taktile Sensorik** wird Standard.
3. **Kraftschätzung über den Motorstrom** mit rückwärtsbewegbaren Gelenken.
4. **Datenerfassung ohne Roboter:** Exoskelette, Teleoperationshandschuhe, handgeführte Greifer.
5. **Vision-Language-Action- und Video-Action-Modelle** sowie offene Werkzeugketten.

Teil C – Machbarkeit einer gedruckten Sehnenhand

C1. Gesamturteil

Machbar, mit klarer Positionierung als Lehr- und Maker-Objekt [E]. Eine Hand mit 5 bis 11 angetriebenen Freiheitsgraden, Sehnenantrieb aus dem Unterarm und Servoantrieben lässt sich mit FDM und SLA in Kleinserie herstellen. Ihr fehlen Gelenk-Encoder, rollengeführte Sehnen in Industriequalität, eine Metallstruktur und ein Lebensdauernachweis. Der Bedarf liegt bei Schulen der Oberstufe, Fachhochschulen, Universitätslaboren und Makern.

C2. Konstruktion und Werkstoffe

Baugruppe	Empfehlung [E]	Begründung
Fingerglieder, Handfläche	PETG oder PA-CF; PLA nur für Anschauungsmodelle	PLA kriecht unter Dauerlast und bei Servowärme
Gelenke	Rollkontaktgelenke oder Stahlstift in gedruckter Buchse	Rollkontakt senkt die Reibung und erlaubt ein Auspringen bei Überlast
Fingerkuppen	TPU 85A bis 95A, alternativ Silikonguss in SLA-Formen	Griff und Nachgiebigkeit
Rollen, Führungen, Formen	zähe SLA-Harze	Maßhaltigkeit
Sehnen	UHMWPE, geflochten, 0,5 bis 1 mm, vorgereckt	hohe Festigkeit, geringe Dehnung
Sehnenführung	PTFE in Kurven; besser Rollen mit Miniaturkugellagern	Rollreibung statt Gleitreibung
Antriebe Lehrfassung	Hobby-Servos mit Seilspule	günstig, aber ohne Rückmeldung
Antriebe Maker und Forschung	Bus-Servos	Position, Strom und Temperatur auslesbar
Stromversorgung	externes Netzteil mit CE-Kennzeichnung; keine Akkus im Bausatz	vermeidet Batterie- und Brandfragen
Software	ROS 2, LeRobot, MuJoCo	Anschluss an die Werkzeuge der Zielgruppe

C3. Ausbaustufen

Die Zahlen sind eigene Richtwerte [E]; die Rechnung dazu steht in FP02 und im Sehnenhand-Rechner.

Stufe	Angetriebene Freiheitsgrade	Antrieb	Material	Vergleich
A – Lehrhand Basis	5	Mikro- oder Standard-Servos	rund 70 bis 125 EUR	einfache Seilzughände
B – Maker-Hand	8 bis 11	Bus-Servos	rund 330 bis 650 EUR	Amazing Hand, Ruka
C – Forschungshand	16 bis 17	Bus-Servos der Laborklasse	rund 1.700 bis 2.400 EUR	ORCA, LEAP v1
D – Datenhandschuh	10 bis 15 erfasst	keine; Winkelgeber je Gelenk	rund 60 bis 200 EUR	günstiges Gegenstück zum U1

Typische Probleme [E], gestützt auf ORCA, Faive und mimic.

- **Sehnendehnung und Setzen:** vorgereckte Sehnen, nachspannbare Klemmen, Kalibrierung über Endanschläge.
- **Reibung und Hysterese:** Die Seilreibung wächst mit dem Umschlingungswinkel. Bowdenzüge vermeiden, Rollen einsetzen, Radien groß halten.

- **Verschleiß:** Sehnen scheuern an scharfen Druckkanten durch. Kanten verrunden und die Druckrichtung so wählen, dass keine Schichtkanten an der Sehne liegen.
- **Kalibrierung:** Ohne Gelenk-Encoder ist der Gelenkwinkel nur geschätzt.
- **Wärme:** Bus-Servos überhitzen beim Dauerhalten; Strombegrenzung und Lüftung vorsehen.

C4. Lizenzlage

Lizenz	Gewerblicher Verkauf	Pflichten	Beispiele
CC BY 4.0	erlaubt	Namensnennung, Lizenzhinweis, Änderungen kennzeichnen	Amazing Hand (Mechanik)
Apache 2.0, MIT	erlaubt	Lizenz- und Urheberhinweis beilegen	Amazing Hand (Code), LEAP (Code), ORCA-Software
CERN-OHL	erlaubt; die starke Fassung verlangt Offenlegung geänderter Quellen	Quellen bereitstellen	offene Elektronik allgemein
CC BY-NC, CC BY-NC-SA	nicht erlaubt	Zusatzlizenz des Urhebers möglich	InMoov, LEAP-CAD

Empfehlung [E]. Eine eigene Konstruktion als Hauptprodukt entwickeln; Funktionsprinzipien sind ohne Patentschutz frei, geschützt ist die konkrete CAD-Datei. Als Einstieg kommt ein Bausatz der Amazing Hand mit korrekter Namensnennung in Frage. Vorlagen mit Ausschluss kommerzieller Nutzung scheiden aus.

C5. Produktformen

1. Bausatz in den Stufen A und B, als reine Mechanik oder mit zugekaufter, CE-gekennzeichneter Elektronik.
2. Lehrmittelpaket für Oberstufe, Fachhochschule und Universität.
3. Ersatz- und Zubehörteile für vorhandene Hände: Fingerkuppen, Überzüge, Halterungen, Flanschadapter. Keine fremden Herstellerlogos verwenden.
4. Datenhandschuh mit Winkelgebern und Kamerahalterung. Werden Bilddaten von Personen erfasst, ist der Datenschutz in der Dokumentation zu behandeln.
5. Digitale Produkte: Konstruktionsdaten, Simulationsmodelle, Kurse.

C6. Rechtsrahmen für den Vertrieb

Rechtsakt	Bedeutung für einen Bausatz	Folge [E]
Produktsicherheitsverordnung (EU) 2023/988	gilt für alle Verbraucherprodukte	Risikoanalyse, technische Unterlagen, Herstellerangaben, Sicherheitshinweise, Pflichtangaben im Onlineangebot
Maschinenverordnung (EU) 2023/1230, ab 20. Jänner 2027	eine angetriebene Hand mit Steuerung kann Maschine oder unvollständige Maschine sein	im Einzelfall prüfen; ein Mechanik-Bausatz ohne Antrieb fällt nicht darunter
Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU	erst ab 50 V Wechsel- bzw. 75 V Gleichspannung	bei 5 bis 12 V nicht anwendbar

Rechtsakt	Bedeutung für einen Bausatz	Folge [E]
EMV-Richtlinie 2014/30/EU	gilt für fertige elektronische Geräte	Bewertung und CE-Kennzeichnung bei eigener Elektronik
Funkanlagenrichtlinie 2014/53/EU	sobald WLAN oder Bluetooth genutzt wird	die Lehrfassung kabelgebunden anbieten
RoHS 2011/65/EU, Elektroaltgeräte	bei Elektronik	Lieferantenerklärungen, Sammelsystem
Batterieverordnung (EU) 2023/1542	nur mit Akkus	Akkus nicht mitliefern
Spielzeugrichtlinie 2009/48/EG	Produkte zum Spielen für Kinder unter 14 Jahren	als Lehr- und Maker-Produkt ab 14 Jahren gestalten
Produkthaftungsrichtlinie (EU) 2024/2853, ab 9. Dezember 2026	zählt digitale Konstruktionsunterlagen zu den Produkten	österreichische Umsetzung anwaltlich prüfen

Kernempfehlung [E]. Mit einem Mechanik-Bausatz starten und auf separat gekaufte, CE-gekennzeichnete Standardelektronik verweisen.

Teil D – Abgrenzungen

D1. Medizinprodukt

Maßgeblich ist die Zweckbestimmung des Herstellers nach der Verordnung (EU) 2017/745. Sie ergibt sich aus Kennzeichnung, Gebrauchsanweisung und Werbematerial. Wer eine Roboterhand als Körperersatz, Greifhilfe oder Behandlungsgerät anbietet, bringt unabhängig von der Technik ein Medizinprodukt in Verkehr. Dieses Feld ist für Schicht-Werk nicht vorgesehen.

Formulierungen, die zu vermeiden sind [E]: alle Begriffe, die einen Körperersatz, eine Behandlung, einen Ausgleich einer Beeinträchtigung oder das Tragen am Körper nahelegen, sowie Bilder der Hand am menschlichen Arm. Die verbindliche Liste steht in der Datenschicht (werbung.json) und wird vor jeder Lieferung maschinell gegen die Werbetexte geprüft.

Positive Formulierungen: Roboter-Endeffektor, Lehr- und Forschungsmodell, Bausatz für die Robotik-Ausbildung.

D2. Dual-Use und Rüstung

Eine gedruckte Lehrhand mit Hobby-Servos ist nach allgemeiner Einschätzung nicht im Anhang I der Verordnung (EU) 2021/821 gelistet [E]. Vor der ersten Ausfuhr aus der EU ist die Einreihung dennoch formal zu prüfen. Unabhängig vom Recht gilt die Hausgrenze: keine Arbeit für Rüstung, Militär oder Waffen. Der Ausschluss gehört in die Verkaufsbedingungen.

Teil E – Ansatzpunkte für den Betrieb

Ansatz	Marktlogik	Eignung	Rang
Lohnfertigung von Prototyp- und Kleinserienteilen	Robotik-Teams ändern Handkonstruktionen laufend	hoch	1

Ansatz	Marktlogik	Eignung	Rang
Zubehör und Verschleißteile	wächst mit der installierten Basis	hoch	1
Lehrmittel und Bausätze	Preislücke zwischen Hobby-Hand und Forschungshand	mittel bis hoch	2
Datenerfassungs-Hardware	Datenmangel ist der Engpass der Roboter-KI	mittel	2
Software und digitale Produkte	kaum Grenzkosten	mittel	3
Schulungen	ergänzt den Bausatzverkauf	mittel	3
Körperersatz und Behandlung	Medizinprodukterecht, Haftung	nicht vorgesehen	–

Förderprogramme (Stand 2026, Angaben der Förderstellen, Auszug)

Programm	Inhalt	Eckwerte	Bemerkung
FFG Innovationsscheck mit Selbstbehalt	Leistung einer Forschungseinrichtung	bis 10.000 EUR bei 80 % Förderung	Einreichung 2026 bis 1. November
FFG Patentscheck	Patent- und Freiheitsrecherche	bis 12.500 EUR bei 80 %	vor eigener Konstruktion sinnvoll
FFG Kleinprojekt 2026	experimentelle Entwicklung bis 150.000 EUR Kosten	höchstens 88.500 EUR	passt zur Entwicklung von Hand und Handschuh
Land Niederösterreich, Inno4KMU	Innovationsprojekte ab 20.000 EUR Kosten	höchstens 40 % und 20.000 EUR	Antrag vor Projektbeginn
EU-Kaskadenförderung	offene Ausschreibungen aus EU-Projekten	je nach Aufruf	laufend beobachten

Die Angaben zu den Förderungen sind vor einer Einreichung auf den Seiten der Förderstellen zu prüfen. Allgemein gilt: kein Förderprojekt beginnen, bevor der Antrag eingereicht ist.

Offene Punkte

- **M1:** offizieller Preis, Lieferstatus, Masse im Datenblatt, Schnittstellen, Flanschnorm, Motortypen, Lebensdauer und Pilotkunden sind nicht öffentlich.
- **Patent EP 4 706 902 A1:** Abgleich mit Espacenet ausständig. Eine Patentprüfung für die eigene Konstruktion steht aus.
- **Wettbewerbsdaten:** Zu einigen Herstellern gibt es nur Sekundärquellen. Marktprognosen sind widersprüchlich.
- **Lizenzen:** ORCA, Ruka und DexHand vor einer Nutzung im Repository prüfen.
- **Recht:** Einordnung als Maschine, Abgrenzung zum Spielzeug und Ausfuhrereinreihung vor Markteintritt klären.

Quellen

Das vollständige Verzeichnis mit Fundstellen steht in `Literatur.md`. Wichtigste Quellen dieses Papiers:

- mimic robotics: „Solving Dexterity: A Full-Stack Approach“, Blog, 16.07.2026, <https://www.mimicrobotics.com/blog/solving-dexterity-a-full-stack-approach> [H]
- mimic robotics: Pressemitteilungen vom 16.07.2026 (Business Wire) und 03.11.2025 (GlobeNewswire) [H]
- Interesting Engineering, SiliconANGLE, humanoid.guide, Humanoid Robotics Technology, EU-Startups (Juli 2026 bzw. November 2025) [P]
- Toshimitsu et al. 2023 (arXiv:2308.02453); Egli et al. 2024 (arXiv:2404.19448); Christoph et al. 2025 (arXiv:2504.04259); Pai et al. 2025 (arXiv:2512.15692); Shaw et al. 2023 (LEAP Hand, RSS 2023) [W]
- Pollen Robotics / Hugging Face: Amazing Hand, Projektbeschreibung und Repository [H]
- Rechtsakte der Europäischen Union laut Tabelle C6 (EUR-Lex)
- FFG, Land Niederösterreich: Programmseiten 2026