

# Endoprothetische Versorgung nach distalen Humerusfrakturen

■ Lars Becker, Kay Schmidt-Horlohé, Reinhard Hoffmann

## Zusammenfassung

Trümmerfrakturen des distalen Humerus, insbesondere bei Patienten mit einer Osteoporose, stellen eine große Herausforderung an den behandelnden Unfallchirurgen dar. Ist eine Gelenkrekonstruktion und osteosynthetische Versorgung nicht möglich, kann der primäre endoprothetische Ersatz des Ellenbogens eine mögliche Behandlungsalternative darstellen. Auch Patienten mit einer Vorschädigung des Ellenbogens, z.B. im Rahmen einer rheumatischen Erkrankung oder einer vorbestehenden posttraumatischen Arthrose, können von einer Prothese profitieren. Gerade bei geriatrischen Patienten ist die Narkosefähigkeit infolge von Begleiterkrankungen häufig eingeschränkt. Durch die im Schnitt deutlich kürzeren OP-Zeiten und das Vermeiden der, für eine Osteosynthese meist notwendigen, Bauchlage kann auch in diesen Fällen eine operative Therapie möglich sein und eine konservative Therapie und deren häufig schlechte Ergebnisse vermieden werden. Im Rahmen von klinischen Untersuchungen zeigt sich ein meist gutes bis sehr gutes funktionelles Outcome bei gleichzeitig guten Prothesenstandzeiten und einem moderaten Komplikationsrisiko, insbesondere im Vergleich zu einer herkömmlichen Gelenkrekonstruktion.

## Elbow Replacement after Fractures of the Distal Humerus

Comminuted fractures of the distal humerus, especially in osteoporotic bone, are a very challenging task for the attending orthopaedic surgeon. Primary elbow replacement can be a treatment option if the restoration of the joint and an osteosynthesis cannot be achieved. Additional indications are patients with preexisting deformities due to, e.g., rheumatic diseases or post-traumatic arthritis. Geriatric patients often have a very high risk of peri- or intraoperative complications due to comorbidities. On account of the fact that a much shorter OR time is needed and a prone position can be avoided, these patients often can be treated operatively to avoid a conservative treatment with its common bad results. Clinical trials have shown good to excellent functional results and a high survival rate combined with an acceptable rate of complications, especially in comparison with standard joint reconstruction procedures.

## Indikationen und Wahl des Implantats

Bei den Indikationen für die Implantation einer Ellenbogenprothese ist grundsätzlich zu unterscheiden, ob eine akute Verletzung bzw. deren Folgen vorliegt

oder ob es sich um degenerative Veränderungen oder Gelenkschäden im Rahmen von Systemerkrankungen handelt. Abhängig davon sollte auch die Wahl des Implantats getroffen werden. Zur Auswahl stehen Prothesen als reiner Oberflächenersatz sowie gekoppelte bzw. teilgekoppelte Modelle. Aufgrund der erhöhten Lockerungsraten der gekoppelten Modelle werden heute fast ausschließlich teilgekoppelte Prothesen

verwendet. Die starr gekoppelten Prothesen führten über eine verstärkte mechanische Belastung, v.a. im Bereich der humeralen Komponente, zu hohen Lockerungsraten. Alle aktuellen teilgekoppelten Modelle besitzen eine zusätzliche Bewegungsmöglichkeit für Varus/Valgus von ca. 6–8°. Überwiegend verfügen die Prothesen außerdem über einen sog. humeralen Flansch (z.B. Coonrad-Morrey) an der ventralen Prothesenseite, um die Zug- und Druckbelastung sowie Torsionskräfte zu vermindern (**Abb. 1**).

Im Rahmen von Frakturen besteht die Indikation für eine primäre Implantation z.B. bei schweren C-Frakturen des distalen Ellenbogens nach AO-Klassifikation oder komplexen Luxationsfrakturen, die mit konventionellen Operationstechniken nicht zufriedenstellend rekonstruiert werden können. Auch bei einem Verlust der Kondylen ist die Verwendung einer gekoppelten Prothese durch die alleinige Verankerung im Markraum, bei Verwendung langstieliger Schäfte, möglich. Ist eine schlechte Knochenqualität, z.B. im Rahmen einer Osteoporose, vorbestehend, bei der eine stabile osteosynthetische Versorgung nicht erreichbar erscheint, ist ebenfalls eine Prothesenimplantation zu erwägen. Auch bei A- oder B-Frakturen nach AO-Klassifikation kann bei ausgeprägten und/oder schmerzhaften vorbestehenden Gelenkdestruktionen, z.B. im Rahmen einer rheumatischen Arthritis, eine Indikation vorliegen. Bei dem zunehmenden Anteil an geriatrischen Patienten spielen auch die dann in der Regel vorhandenen multiplen Begleiterkrankungen ggf. eine Rolle. Die Entscheidung für eine Prothese kann bei solchen Patienten auch gestellt werden, um das Risiko für perioperative Komplikationen zu vermindern. Hierbei kann die sonst meistens notwendige Bauchlagerung vermieden werden. Zusätzlich liegt die Dauer des Eingriffs deutlich unter der einer herkömmlichen Gelenkrekonstruktion. Postoperativ ist keine Ruhigstellung durch eine Gips-

OP-JOURNAL 2012; 28: 14–18  
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York  
DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0032-1314940>



**Abb. 1 a bis c** Beispiele für gängige teilgekoppelte Prothesenmodelle: Coonrad-Morrey (a), Latitude (b) und Discovery (c).

schiene oder sogar einen additiven Fixateur externe notwendig und die Patienten können sich direkt postoperativ bewegen und mit einer Physiotherapie beginnen. Bei stark erhöhtem Narkoseisiko sollte jedoch die Alternative einer konservativen Therapie, auch bei zu erwartenden schlechten Ergebnissen, diskutiert werden. Weitere Möglichkeiten ergeben sich für eine sekundäre Implantation im Rahmen der Versorgung von posttraumatischen Arthrosen, gelenknahen Pseudarthrosen sowie als „salvage procedure“ bei gescheiterten Osteosynthesen oder Implantatversagen. Hauptziel der primären Implantation bei Unfallverletzten ist die Erhaltung der Beweglichkeit sowie eine Verkürzung der Rekonvaleszenz (**Abb. 2**).

Grundvoraussetzung bei allen Patienten ist eine gute Compliance, ein funktionsfähiger Beuge- und Streckapparat sowie ein Patientenalter möglichst über 60 Jahre. Andere Versorgungsmöglichkeiten wie Resektions- oder Interpositionsarthroplastiken oder selten eine primäre Arthrodesis des Ellenbogens sollten in die Überlegungen zur Indikationsstellung mit einbezogen werden und dem Patienten im Rahmen der Aufklärung als Behandlungsalternativen dargelegt werden. Die Wahl der Operationsmethode ist von der zugrunde liegenden Pathologie, der Erfahrung des Operateurs und von dem funktionellen Anspruch des Patienten abhängig. Die endoprothetische Versorgung ist jedoch sicherlich keine Standardtherapie und sollte Ausnahmefällen vorbehalten sein. Die Gelenkrekonstruktion mit anschließender übungstabiler Osteosynthese stellt weiterhin den Goldstandard dar.

Im Rahmen von Frakturversorgungen ist die Verwendung einer teilgekoppelten Totalprothese der allgemein akzeptierte Standard. Nur hierdurch ist eine sichere

postoperative Stabilität des Gelenks zu erreichen. In Ausnahmefällen kann, bei stabilen Bandverhältnissen oder sicherer Rekonstruktionsmöglichkeit, der isolierte Ersatz des distalen Humerus im Sinne einer Hemiprothese erwogen werden. Aktuell bietet nur das Modell „Latitude“ diese Option. Hier sind kurzfristig gute klinische Ergebnisse, jedoch eine hohe Komplikationsrate beschrieben. Mittelfristige oder sogar Langzeitergebnisse liegen bisher nicht vor. Es wurde kürzlich auch ein „off label use“ der Kudo/iBP-Prothese als Hemiprothese beschrieben. Die Verwendung als isolierter distaler Humerusersatz wird von den Studienautoren bei schlechten Ergebnissen jedoch nicht empfohlen.

Bei Revisionseingriffen oder bei Reimplantationen nach septischem Prothesenausbau ist die Verwendung einer teilgekoppelten Prothese obligat, da hier von einer nicht ausreichenden Bandstabilität des Gelenks auszugehen ist [1, 3–5, 7, 10, 13, 14].

### Kontraindikationen

Als absolute Kontraindikationen für eine Ellenbogenprothese gelten offene Wunden, floride Weichteil- und Gelenkinfekte sowie offene Frakturen Grad II und III nach Gustilo/Anderson im Rahmen einer primären Implantation. Auch Funktionsstörungen des Beuge- und/oder Streckapparats durch muskuläre oder nervale Störungen sowie präoperativ vorbestehende ausgeprägte Kontrakturen des Ellenbogens gestatten keinen künstlichen Gelenkersatz.

Die Verwendung eines Fixateur externe als primäre Stabilisierung nach dem Unfallereignis sollte nach Möglichkeit vermieden werden, wenn eine Prothesenversorgung für den Patienten infrage kommt. Es ist sonst durch Pininfekte mit

einem höheren Infektionsrisiko des Implantats sowie mit einem gesteigerten Risiko für periprothetische Frakturen oder einem Zementaustritt im Bereich der Pinlöcher nach Fixateurentfernung zu rechnen. Soweit aufgrund der Weichteilverhältnisse vertretbar, ist eine Gipsruhigstellung vorzuziehen.

Relative Kontraindikationen sind ein infektberuhigter Zustand nach einer postoperativen Infektion bzw. septischem Prothesen-/Implantatausbau und ehemals offene Frakturen mit nun konsolidierten Weichteilverhältnissen. Bei Patienten unter 60 Jahren sollte eine Implantation nur nach sehr strenger Indikationsstellung erfolgen. Aufgrund des jungen Alters ist mit hoher Wahrscheinlichkeit mit einer technisch schwierigen Wechseloperation zu rechnen. Darüber hinaus ist der funktionelle Anspruch jüngerer Patienten in der Regel deutlich höher. Viele berufliche und sportliche Tätigkeiten sind mit einer Ellenbogenprothese nicht mehr möglich. Wichtig bei der Entscheidungsfindung ist ebenfalls die Compliance des Patienten.

Der Arm mit einer implantierten Ellenbogenprothese sollte zur Vermeidung starker mechanischer Belastungen und einer dadurch erhöhten Lockerungsrate mit nicht mehr als 3–5 kg belastet werden.

Ist eine Mitarbeit des Patienten nicht sicher zu gewährleisten, sollte eine andere Therapieoption angewendet werden [3, 13, 14].

Kontraindikationen sind offene Wunden, Infekte, Schwäche des Beuge- oder Streckapparats, Patientenalter < 60 Jahre sowie ein hoher funktioneller Anspruch. Nur durch eine strenge Indikationsstellung und Patientenselektion sind ein gutes postoperatives Outcome und eine Zufriedenheit des Patienten zu gewährleisten.

### Präoperative Planung und Vorbereitung

Als Grundvoraussetzung ist eine konventionelle Röntgendiagnostik des Ellenbogens und der angrenzenden Knochenstrukturen, bei langstieligen Prothesen zusätzlich des gesamten Humerus, in 2 Ebenen anzusehen. Als Vorbereitung kann eine Planung der Prothese und der zu erwartenden Implantatgröße mithilfe von Planungsschablonen erfolgen. Im Rahmen der Frakturversorgung sollte

die Indikationsstellung für eine präoperative Computertomografie eher großzügig gestellt werden, um eine möglichst gute Beurteilung der Fraktursituation zu ermöglichen. Die Kernspintomografie spielt im Rahmen der primären Verletzungsversorgung keine Rolle.

Wichtig ist eine genaue präoperative Beurteilung der Weichteile, der Muskel- und Nervenfunktion, der Gelenkstabilität sowie der Durchblutungssituation.

Bei der Aufklärung des Patienten sollte auf die allgemeinen Risiken einer Operation sowie die im Folgenden erwähnten prothesenspezifischen Komplikationen hingewiesen werden. Es kann zu einem Implantatversagen oder zu einer Lockerung mit nachfolgender Wechseloperation kommen. Wichtig ist auch der explizite Hinweis auf ein, zwar meist funktionell nicht störendes, aber fast immer persistierendes Extensionsdefizit von ca. 20°. Weitere Komplikationen sind periprothetische Frakturen sowie heterotope Ossifikationen mit nachfolgender schmerzhafter Bewegungseinschränkung. Auch die Aufklärung über die lebenslange Gewichtslimitierung sowie eine deutliche Einschränkung von beruflichen und sportlichen Tätigkeiten muss erfolgen. Mögliche alternative Behandlungsmethoden müssen ebenfalls erwähnt werden [3, 13, 14].

### Operative Technik

Lagerung des Patienten in Rückenlage oder alternativ in Seitenlage bei jeweils Abdeckung mit freier Beweglichkeit des Armes. Das Anbringen einer Blutdruckmanschette am Oberarm als Blutsperrung sowie ein rechtzeitiger präoperativer Beginn einer Antibiotikaprophylaxe, z.B. mit einem Cephalosporin der 2. Generation, ist obligat.

Ist die abschließende Indikation zur Prothesenimplantation im Rahmen der Frakturversorgung bei Beginn der OP noch nicht endgültig geklärt, sollte zunächst keine Olekranosteotomie durchgeführt werden. Es empfiehlt sich zunächst ein Zugang nach Alonso-Llamas („triceps-on“). Es können hierbei das Gelenk gut eingesehen und die Frakturmorphologie beurteilt werden. Falls eine Rekonstruktion des Gelenks möglich ist, kann eine Olekranosteotomie mit anschließender Frakturversorgung erfolgen. Fällt der Entschluss zur Prothese, stellt ein Fortfahren mit einem Zugang nach Bryan-Morrey den Standard dar.



Abb. 2a bis c Indikationen für eine Ellenbogenprothese. Implantatversagen (a), chronische Luxation (b), C3-Fraktur des Ellenbogens (c).

Prinzipiell ist eine Prothesenimplantation auch nach einer Olekranosteotomie möglich, jedoch schwieriger und mit einem hohen Komplikationsrisiko verbunden. Die Implantation der Prothese richtet sich nach dem jeweilig verwendeten Prothesenmodell. Es sei hierbei auf die OP-Anleitungen der jeweiligen Hersteller verwiesen.

Nach Einlage einer intraartikulären Redondrainage erfolgt abschließend die Refixation des abgelösten Trizepsansatzes durch transossäre Nähte mit einem nicht resorbierbaren Faden (z.B. FiberWire). Es empfiehlt sich das Knoten in 90° Beugstellung, um eine zu starke Spannung und postoperative Bewegungseinschränkung zu vermeiden. Nach Einlage einer subkutanen Redondrainage schichtweiser Wundverschluss und Kompressionswickelung des Armes [3, 9, 13–15].

Wundpflaster sollten bei der stark ausgeprägten postoperativen Schwellneigung zur Vermeidung von Spannungsblasen in den ersten Tagen nicht verwendet werden.

### Nachbehandlung

Zur Reduktion der Infektionsgefahr sollte standardmäßig eine perioperative Antibiotikaprophylaxe erfolgen. Direkt postoperativ kann mit einer schmerzabhängigen, funktionellen (passiven) Beübung der Beweglichkeit begonnen werden. Hierfür kann die präoperative

Anlage eines Schmerzkatheters erwogen werden. Die Pro- und Supination kann frei erfolgen. Es sind sowohl selbstständige Bewegungsübungen auf einer Motorschiene als auch eine Therapie unter physiotherapeutischer Anleitung zu empfehlen. Begleitend sollten abschwellende Maßnahmen wie Kryotherapie und eine Hochlagerung erfolgen.

Bei teilgekoppelten Modellen ist bei der primären Stabilität keine zusätzliche Verwendung einer Schienung notwendig. Gegebenenfalls kann in den ersten postoperativen Tagen eine ventrale (Gips-)Lagerungsschiene in Streckstellung zur Nacht verordnet werden, um langfristig ein Streckdefizit zu vermindern.

Postoperativ sollte zur Vermeidung von heterotopen Ossifikationen die Gabe von NSAR unter Magenprotektion für ca. 4 Wochen erfolgen. Um den intraoperativ abpräparierten Streckapparat zu schonen und eine feste Einheilung zu ermöglichen, sollte in den ersten 4 Wochen die Belastung auf 1–2 kg limitiert werden. Langfristig sollten keine Gewichte über 4–5 kg gehoben oder getragen sowie keine repetitiven Bewegungen mit mehr als 1 kg durchgeführt werden. Auch alle Schlag- und Wurfsporarten und Betätigungen mit hoher Beanspruchung des Ellenbogens in Sport und Beruf sind zu unterlassen. Nur so kann das Risiko einer Auslockerung der Prothese langfristig vermindert werden.



Abb. 3 a bis f Radiologisches und klinisches Ergebnis postoperativ.

Neben der postoperativen Röntgenaufnahme sollen als Verlaufskontrolle und zur Identifikation einer beginnenden Prothesenlockerung 6 Wochen postoperativ sowie einmal jährlich Röntgenverlaufskontrollen erfolgen [3, 8, 13, 14].

### Komplikationen

Intraoperativ kann es zu Verletzungen umgebender Strukturen kommen. Meist ist hierbei der N. ulnaris betroffen. In der Regel handelt es sich jedoch nur um vorübergehende Irritationen ohne bleibende Schäden. Eine Verlagerung des Nervs als Standard bei jeder Implantation ist daher aus unserer Sicht und aus eigenen Erfahrungen in unserer Klinik nicht notwendig. Postoperative Hämatome oder Serome sollten, wie nach allen Prothesenimplantationen, konsequent behandelt und früh chirurgisch revidiert werden. Auftretende Früh- oder Spätinfekte der Ellenbogenprothesen werden nach den allgemeinen Prinzipien der septischen Chirurgie therapiert.

Nach initial großen Problemen mit der Prothesenstandzeit konnte, durch ein verändertes Prothesendesign, die Lockerungsrate auf ca. 3–5% nach 5 Jahren verringert werden. Läsionen des Trizepsansatzes bis hin zum kompletten Abriss sind möglich, häufiger kommt es jedoch zu einer Trizepsschwäche. Bei einem isolierten Ersatz des distalen Humerus kann es zusätzlich zu Instabilitäten oder sogar zu einer Luxation kommen. Mechanische Probleme wie z.B. Verschleiß des Polyethyleninlays oder ein Prothesen-

bruch stellen bei den neuen Implantaten eher seltene Komplikationen dar.

Im weiteren Verlauf ist mit dem Auftreten von heterotopen Ossifikationen, daraus resultierenden Schmerzen und Bewegungseinschränkungen zu rechnen. Bei allen Prothesen kann es auch zu periprothetischen Frakturen v.a. im Bereich der Ulna kommen. Hierbei ist bei stabiler Prothese eine Osteosynthese unter Erhalt der Prothese anzustreben. Bei Komponentenlockerung sollte ein (Teil-) Wechsel der Prothese im Rahmen der osteosynthetischen Versorgung erfolgen [3, 13, 14].

Der N. ulnaris darf keinen Kontakt zu den Prothesenkomponenten haben und muss in allen Bewegungsgraden spannungsfrei verlaufen. Ansonsten muss eine Verlagerung des Nervs erfolgen.

### Ergebnisse nach Gelenkersatz

In verschiedenen Studien der letzten Jahre konnte gezeigt werden, dass Patienten mit einer Verletzungen des Ellenbogens, entgegen früheren Ergebnissen, von einer primären Ellenbogentotalprothese sehr gut profitieren können (Abb. 3). So konnten bessere Werte im Mayo- bzw. DASH-Score, eine bessere Beweglichkeit sowie kürzere OP-Zeiten und weniger Komplikationen im Vergleich zu einer osteosynthetischen Versorgung erreicht werden. Bezüglich der Standzeiten von Ellenbogenprothesen zeigten sich in der größten vorliegenden Studie anhand der Coonrad/Morrey-Pro-

these mit einem Nachuntersuchungszeitraum von bis zu 31 Jahren sehr gute Werte. Nach 10 Jahren waren noch ca. 80% und nach 20 Jahren ca. 60% der Prothesen ohne Anzeichen eines Implantatversagens oder einer Prothesenlockerung [2, 4, 6, 11, 12, 16–18].

### Literatur

- 1 Adolffson L, Nestorson J. The Kudo humeral component as primary hemiarthroplasty in distal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2012; 21: 451–455
- 2 Aldridge III JM, Lightdale NR, Mallon WJ et al. Total elbow arthroplasty with the Coonrad/Coonrad-Morrey prosthesis. A 10- to 31-year survival analysis. *J Bone Joint Surg [Br]* 2006; 88: 509–514
- 3 Becker L, Bonk A, Hoffmann R. Endoprothetik am Ellenbogen – Totalendoprothese des Ellenbogens. In: Stöckle U, Hrsg. *Ellenbogenchirurgie*. 1. Aufl. München: Elsevier; 2010
- 4 Becker L, Schmidt-Horlohé K, Bonk A et al. Die Ellenbogentotalendoprothese in der Versorgung schwerer Ellenbogenverletzungen des älteren Patienten. *Z Orthop Unfall* 2011; 149: 554–559
- 5 Burkhart KJ, Nijs S, Mattyasovszky SG et al. Distal humerus hemiarthroplasty of the elbow for comminuted distal humeral fractures in the elderly patient. *J Trauma* 2011; 71: 635–642
- 6 Charissoux JL, Mabit C, Fourastier J et al. Comminuted intra-articular fractures of the distal humerus in elderly patients. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 2008; 94 (Suppl. 4): 36–62
- 7 Cheung EV, Adams R, Morrey BF. Reimplantation of a total elbow prosthesis following resection arthroplasty for infection. *J Bone Joint Surg [Am]* 2008; 90: 589–594
- 8 Chochole M, Wilk MV. Ellenbogen- und Handgelenkendoprothetik beim Rheumatiker – Richtlinien der Rehabilitation. *J Miner Stoffwechs* 2008; 15 (Sonderheft 1): 17–20

- <sup>9</sup> Coonrad RW, Morrey BF. Operationsanleitung Coonrad/Morrey Ellenbogenprothese. Kiel: Zimmer GmbH
- <sup>10</sup> Dietz SO, Nowak TE, Burkhart KJ et al. Distale Humerusfraktur beim älteren Menschen. Pro und Contra endoprothetischer Ersatz. Unfallchirurg 2011; 114: 801–814
- <sup>11</sup> Kraus E, Harstall R, Borisch N et al. Primärer endoprothetischer Ellenbogengelenkersatz bei komplexen intraartikulären distalen Humerusfrakturen. Unfallchirurg 2009; 112: 692–698
- <sup>12</sup> McKee M, Veillette C, Hall J et al. A multicenter, prospective, randomized, controlled trial of open reduction-internal fixation versus total elbow arthroplasty for displaced intra-articular distal humeral fractures in elderly patients. J Shoulder Elbow Surg 2008; 18: 3–12
- <sup>13</sup> Morrey BF. The elbow and its disorders. 3. Aufl. Philadelphia: Saunders; 2000
- <sup>14</sup> Müller LP, Kamineni S, Rommens PM et al. Primäre totale Ellenbogenprothese zur Versorgung distaler Humerusfrakturen – Primary total elbow replacement for fractures of the distal humerus. Oper Orthop Traumatol 2005; 17: 119–142
- <sup>15</sup> Müller LP, Kamineni S, Korner J et al. Primäre Ellenbogenprothese bei distalen Humerustrümmerfrakturen. Akt Traumatol 2004; 34: 289–295
- <sup>16</sup> Prasad N, Dent C. Outcome of total elbow replacement for distal humeral fractures in the elderly: a comparison of primary surgery and surgery after failed internal fixation or conservative treatment. J Bone Joint Surg [Br] 2008; 90: 343–348
- <sup>17</sup> Weber O, Burger C, Kabir K et al. Primäre Alloarthroplastik des frakturierten Ellenbogens beim hochbetagten Patienten. Unfallchirurg 2009; 112: 778–784
- <sup>18</sup> Weber O, Källicke T, Wirtz D et al. Distale intraartikuläre Humerusfraktur beim älteren Patienten: Endoprothese oder Osteosynthese? Z Orthop Unfall 2009; 147: 553–560

**Dr. med. Lars Becker**

Assistenzarzt

**Dr. med. Kay Schmidt-Horlohé**

Assistenzarzt

**Prof. Dr. med. Reinhard Hoffmann**

Ärztlicher Direktor

---

Abteilung für Unfallchirurgie und

Orthopädische Chirurgie

Berufsgenossenschaftliche

Unfallklinik Frankfurt am Main

Friedberger Landstraße 430

60389 Frankfurt am Main

[lars.becker@bgu-frankfurt.de](mailto:lars.becker@bgu-frankfurt.de)