

Outcome after primary prosthetic replacement following displaced fractures of the proximal humerus

Ergebnisse nach Implantation einer Schulterprothese nach Drei- und Viersegment Frakturen des Oberarmkopfes

W. Wambacher, K. Golser, R. Wischatta, G. Sperner

Universitätsklinik für Unfallchirurgie, Innsbruck

Summary

The aim of the present study was the evaluation of the radiological and functional postoperative outcome after prosthetic replacement in displaced fractures of the proximal humerus.

From 1990 to 1998, 165 primary shoulder hemiprotheses were implated in 137 shoulders following humeral head fracture. All prostheses were cemented. Eighty-seven patients underwent radiological and functional follow-ups.

According to Neer 7 fractures were classified as type IV/3 (8.1%), 64 as type IV/4 (73.5%), 4 as VI/3 (6%) and 12 as VI/4 (14.1%). Mean patient age was 69.7 years (range: 49 to 90 years). There were 70.1% females and 29.9% males. In 15 cases (17.2%) the greater tuberculum was partially or completely resorbed. 20 patients (23%) had secondary displacement (>5 mm) and in 4 cases (4.6%) the tubercula were primarily resected. 15 of the prostheses were subluxated or dislocated at follow-up. The Constant Functional Score showed an average value of 60.2 points.

Fracture arthroplasty is a demanding surgical technique. Disintegration of the tubercula was common in spite of good primary re-fixation. Good to excellent results are only to be expected when the tubercula heal in and prostheses are implanted correctly. Patients with re-dislocated or resorbed tubercula cannot be expected to achieve shoulder function.

Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Untersuchung war die radiologische und funktionelle Auswertung des postoperativen Ergebnisses nach Implantation einer Frakturprothese an der Schulter.

Zwischen 1990 und 1998 wurden an unserer Klinik 165 Frakturprothesen implantiert, wobei 137 Patienten primär versorgt wurden. Bei allen Patienten wurde eine zementierte Hemiprothese implantiert. Bei 87 Patienten konnte der postoperative radiologische Verlauf und das funktionelle Ergebniss beurteilt werden.

Nach der Neer Klassifikation fanden sich 7 IV/3 (8,1%), 64 IV/4 (73,5%), 4 VI/3 (6%) und 12 VI/4 (14,1%) Frakturen. Das Durchschnittsalter der 70,1% weiblichen und 29,9% männlichen Patienten lag zu Zeitpunkt der Operation bei 69,6 Jahren (49 bis 90 Jahre). Bei der radiologische Auswertung war das Tuberkulum majus in 15 Fällen partiell bis komplett resorbiert (17,2%), in 23% mehr als 5 mm disloziert, eine primäre Resektion wurde in 4 Fällen (4,6%) durchgeführt. Die Prothesenimplantation im Schaft war in 11,5% zu hoch und in 17,2% zu tief. Bei 15 Patienten kam es zu einer Subluxation oder Luxation (17,2%). Bei einer mittleren Nachuntersuchungszeit von 27,5 Monaten (12 bis 90 Monate) wurde das postoperative Ergebnis mit dem Constant-Score im Mittel mit 60,2 Punkten bewertet.

Die Frakturprothetik ist eine anspruchsvolle Operationstechnik, die Desintegationsrate der Tuberkula trotz primär oft gelungener Refixation hoch. Gute bis sehr gute Ergebnisse sind nur bei eingehielten Tuberkula und korrekter Prothesenimplantation zu erwarten. Demgegenüber ist bei Dislokation oder Resorption der Tuberkula eine Funktion der Schulter nicht zu erwarten.

Einleitung

Die Therapie und hier vor allem die operative Therapie der dislozierten Oberarmmehrfragmentfraktur ist anspruchsvoll.

Die avaskuläre Oberarmkopfnekrose ist hierbei eine häufige Komplikation, vor allem bei der operativen Behandlung dieser Frakturen muß bei der Indikationsstellung zur Rekonstruktion die Durchblutungssituation bedacht werden (10). Offene Techniken führen bei der dabei notwendigen Exploration der Fraktur häufig zu einer zusätzlichen Schädigung der Weichteilstrukturen und nachfolgend zu einer Verschlechterung der Durchblutung des Oberarmkopfes (5). Mit minimal-invasiven Techniken wird versucht diese zusätzliche Durchblutungsstörung zu vermeiden, Ziel ist eine übungsstabile Rekonstruktion (20,23). Der primäre prothetische Ersatz des Oberarmkopfes ist bei porotischem und/oder multifragmentiertem Knochen des älteren Menschen, bei Kalottenfrakturen (Head Split) oder schweren Mehrfragmentluxationsfrakturen des Oberarmkopfes indiziert (4,5,12).

Material und Methode

Zwischen 1990 und 1998 wurden an unserer Klinik 165 Frakturprothesen implantiert, wobei 137 Patienten primär versorgt wurden. Bei allen Patienten wurde eine zementierte Hemiprothese implantiert. Bei 87 Patienten konnte der postoperative radiologische Verlauf und das funktionelle Ergebnis beurteilt werden. Nach der Neer Klassifikation fanden sich 7 IV/3 (8,1%), 64 IV/4 (73,5%), 4 VI/3 (6%) und 12 VI/4 (14,1%) Frakturen. Das Durchschnittsalter der 70,1% weiblichen und 29,9% männlichen Patienten lag zu Zeitpunkt der OP bei 69,6 Jahren (49 bis 90 Jahre). Die rechte Schulter war in 57,5% und die linke in 42,5% betroffen. Die Nachuntersuchungszeit lag im Mittel bei 27,5 Monaten (12–90 Monate).

Operationstechnik

Über einen deltopektoralen Zugang wurde die Fraktur dargestellt, die Tuberkula identifiziert und mobilisiert. Nach Einbringen von Haltefäden wurde das Kopffragment aufgesucht und entfernt, anschließend der Kopfdurchmesser bestimmt und die Implantationshöhe anhand des mit der Kopfkalotte ausgebrochenen Schaftfragmentes geschätzt, der Sulcus bicipitalis wurde als Landmarke für die Retrotorsion verwendet (19). Nach dem Aufraspeln des Humerusschaftes wurde mit einer Probierpro-

these die korrekte Position der Prothese geprüft. Alle Frakturprothesen wurden zementiert und anschließend die Tuberkula zum größten Teil mit starken nicht resorbierbaren Fäden refixiert. Bei einem Teil der Operationen wurde Spongiosa vom Kopffragment an die Prothese angelagert.

Nachbehandlung

Postoperative stellten wir die operierte Schulter mit einem Schultergurt für 3-4 Wochen ruhig. Mit einer passiven Übungsbehandlung in der Scapularebene wurde zwischen dem 2. und 10.Tag begonnen, wobei auf eine Rotation in den ersten 4 Wochen verzichtet wurde. Nach Abnahme des Schultergurtes wurden aktive Flexions- und Abduktionsbewegungen erlaubt, erst nach gesicherter knöcherner Heilung der Tuberkula war ein Krafttraining erlaubt.

Results

Radiologisches Ergebnis:

Eine partielle oder komplette Resorption des Tuberkulum majus wurde bei 15 Schultern nachgewiesen (17,2%), eine Sekundärdislokation von mehr als 5mm (Abb-1) bei 20 Patienten (17,2%), während bei 4 Patienten (4,6%) die Tuberkula schon primär reseziert wurden. Das Tuberkulum



Abb-1 : Sekundärdislokation des Tuberkulum majus in den Subacromialraum (Pfeil schwarz)

minus (n=76 Patienten) war in 14,5% disloziert und radiologische Anzeichen einer Resorption wurden in 3,9% festgestellt. Ein Hochstand des Prothesenkopfes wurde in 17 Schultern (20,7%) gemessen und 15 Prothesen (17,2%) waren subluxiert oder luxiert (Abb-2).



Abb-2a-d: Luxation der Prothese bei dislozierten Tuberkula (Pfeil, Tub.Mj), Revision mit Delta-Inversprothese (d)

Funktion

Mit dem Score nach Constant und Murley (8) wird der postoperative Schmerz (15 Punkte), die Aktivitäten des täglichen Lebens (20 Punkte), die Beweglichkeit (40 Punkte) und die Kraft (25 Punkte) gemessen, wobei maximal 100 Punkte erreicht werden können. In unserem Kollektiv konnte nach protetischem Ersatz eines frakturierten Oberarmkopfes ein durchschnittlicher Wert von 60,2 Punkten erreicht werden.

Die Verteilung der Resultate im Constant Score zeigt, daß 25,4% der Resultate als schlecht (unter 40 Punkte) zu bewerten sind, 52,4% der Patienten konnten ein mäßig bis zufriedenstellendes (40-75 Punkte) Ergebnis erzielen, und 22,2% wurden mit gut bis sehr gut bewertet (>75 Punkte). Der Durchschnittswert der nicht verletzten kontralateralen Schulter betrug 82,7 Punkte, dabei lag der Constant Score bei 92,1% der Patienten über 75 Punkte.

Unterteilt man den Constant Score in seine Einzelsparten, wurde beim Schmerz ein durchschnittlicher Wert von 11,2 Punkten (vs 14,7 Punkte Gegenseite), bei den Aktivitäten des täglichen Lebens 12,1 Punkte (vs 18,1 Punkte Gegenseite), für Beweglichkeit 19,5 Punkte (vs 34,9 Punkte Gegenseite) und für die Kraft durchschnittlich 10,3 Punkte (vs 15,3 Punkte Gegenseite) erreicht. Nach Implantation einer Frakturprothese war im Vergleich mit der Gegenseite demnach die Beweglichkeit am stärksten eingeschränkt.

Korreliert man das radiologische mit dem funktionellen Ergebnis, konnte nur in jenen Fällen ein gutes oder sehr gutes Resultat erzielt werden, bei denen es zu einer weitgehend anatomischen Einheilung der Tuberkula gekommen ist. Andererseits sank der Punktwert des Constant Score mit der Desintegration der Tuberkula. Schlechte postoperative Ergebnisse (<40 Punkte) waren assoziiert mit einem hohen Prozentsatz (73,7%) an Sekundärlokationen und Resorptionen, in 31,6% war dabei die Prothese luxiert oder subluxiert.

Diskussion

In der Literatur werden in den meisten Studien nur bescheidene Ergebnisse nach Implantation einer Frakturprothese angegeben und es wird daraus gefolgert, daß die operative Versorgung einer Oberarmkopffraktur mit einer Schulterprothese eine anspruchsvolle und schwierige Technik ist (1,4,11,13).

Das funktionelle Ergebnis korreliert dabei mit der Qualität der anatomischen Rekonstruktion, und diese hängt im wesentlichen von der richtig eingestellten Retroversion, der Wiederherstellung der exakten Humeruslänge, der richtigen Kopfgröße und vor allem von der anatomischen Einheilung der Tuberkula ab (2,12). In unserer Serie war die Desintegrationsrate mit Sekundärdislokation und Resorption der Tuberkula hoch, andererseits konnte nur dann ein gutes und sehr gutes Ergebnis erzielt werden, wenn es zu einer Einheilung der Tuberkula gekommen war (Abb-3a+b, Abb-4).



Abb-3: radiologisches (a) und funktionelles (b) Ergebnis nach 3 Jahren bei 3-segmentluxationsfraktur bei einer 79-jährigen Patientin

Der Punktwert des Constant Scores sank mit der Desintegrationsrate der Tuberkula, bei schlechten Ergebnissen lag diese Rate an Resorption oder Dislokation bei 73,7%.

In Übereinstimmung mit anderen Studien ist die anatomische prothetische Rekonstruktion einer Oberarmkopffraktur der Schlüssel zu einem zufriedenstellenden funktionellen postoperativen Ergebnis (2,12). Schlechte Knochenqualität und



Abb-4: 6 Jahresergebnis nach prothetischer Versorgung einer 4-Segmentfraktur, anatomische Einheilung der Tuberkula

multifragmentierte Tuberkula bei älteren Patienten und herabgesetzte Durchblutung über die Rotatorenmanschette (vor allem bei Zerstörung aller peristalen Verbindungen) sind unfallbedingt und schwer beeinflussbar, und oft Grund für fehlgeschlagene Einheilung und folglich schlechter postoperativer Funktion (4). Unsere Analyse zeigte, daß die mangelhafte Refixation der Tuberkula die Hauptursache für eine frühe Redislokation vor allem des Tuberkulum majus war. Ursache für fehlgeschlagene Refixation waren vor allem eine excessive Freilegung der Fragmente (Störung der Blutversorgung führte zur Resorption) und eine inadäquate Nahttechnik. Fehler bei der Nahttechnik können die Verwendung von resorbierbarem oder zu dünnem Nahtmaterial, zu wenige Nähte, fehlende Refixationsnähte zum Schaft oder verbleibender Spalt zwischen den Tuberkula sein. Werden die Tuberkula nur über die Finnen an die Prothese refixiert, können diese beim Knüpfen der Nähte durch die falsche Zugrichtung türflügelartig auseinanderklappen (2,12) (Abb-5). Um die Stabilität zu erhöhen sollte auch medial um (oder durch) den Hals der Prothese eine kräftige Naht geführt werden, wodurch die Tuberkula an die Prothese

gepresst werden. Andere Innovationen zur Erhöhung der Stabilität der Tuberkula beinhalten Drahtcerclagen (15) und Miniplattenanlage (19). Allerdings bleibt zu diskutieren, ab wann eine zwar stabile aber ausgedehnte Anlage multipler Nähte die von Anfang an herabgesetzte Durchblutung zu den Tuberkula irreversibel schädigt (9).

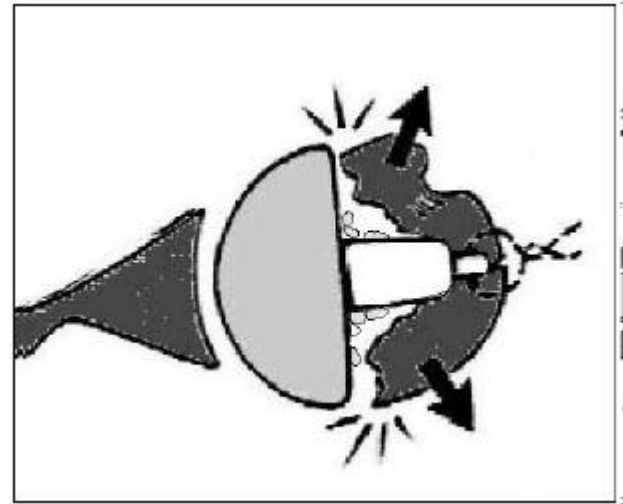


Abb-5: türflügelartiges Aufklappen der Tuberkula bei mangelhafter Nahttechnik

Eine primäre Resektion der Tuberkula wurde in 4 Fällen durchgeführt, wodurch der Schulter von vorneherein jegliche Funktion genommen wurde.

Obwohl eine anatomische Refixation der Tuberkula die Grundvoraussetzung für deren Einheilung ist, war die Desintegration trotz primär guter Refixation trotzdem noch hoch. Wie oben bereits erwähnt beeinflussen auch andere Faktoren, wie Retrotorsion, richtige Kopfgröße und Humeruslänge wesentlich das radiologische und funktionelle Resultat und nicht zuletzt die Möglichkeit des Einheilens der Tuberkula (2,12).

Ein wichtiger Grund für eine gute postoperative Funktion ist das Vermeiden einer excessiven Retrotorsion. In der Literatur und in Operationsanleitungen werden immer wieder eine Retrotorsion von 30°-40° angegeben bzw. empfohlen (6,7,24). Allerdings haben anatomische Studien eine große Streubreite der Retrotorsion zwischen 0° und 50° nachgewiesen, im Mittel liegt sie bei 20° (3,12,21,22). In unserer Serie sind, den Operationsberichten zu folgen, die Mehrzahl der Prothesen mit einer größeren als 20° Retrotorsion eingebaut worden. Heutzutage wird allgemein ein Retrotor-

sion von 20° bei Implantation einer Schulterprothese empfohlen, wobei schon Charles Neer in seinen frühen Publikationen eine Retrotorsion von 20° gefordert hat (17).

Wird bei der Implantation des Prothesenschaftes die Retrotorsion zu groß gewählt, kann oft das Tuberkulum majus nur noch in Aussenrotation refixiert werden, es kommt dann bei zunehmender (Innen)Rotation zu einer steigenden Zugbelastung mit dem Risiko einer frühzeitigen Redislokation des Tuberkulum majus (2).

Die Orientierung bei der operativen Exploration einer dislozierten Oberarmkopffraktur ist schwierig, es gibt auch wenig Anhaltspunkt für eine exakte Implantation hinsichtlich Retroversion und Humeruslänge. Für die Einstellung der Retroversion wird der Sulcus bicipitalis als Landmarke diskutiert, dabei soll die laterale Finne ungefähr 5-10mm hinter der hinteren Begrenzung des Sulcus bicipitalis liegen (12,14). Während Boileau und Walch hierbei auf Grund des S-förmigen Verlaufes von proximal-lateral nach distal-medial die Gefahr einer falschen Retrotorsion von bis zu plus 20° sehen (2), fanden andere Autoren keine klinische Relevanz für die Retrotorsion trotz des S-förmigen Verlaufes und erklärten dies mit dem Kompensationseffekt durch den abnehmenden Schaftdurchmesser (14).

In unserer Nachuntersuchung ergab die radiologische Auswertung, daß 11,5% der Prothesen zu hoch und 17,2% zu tief im Humerusschaft implantiert wurden. Das heißt, daß in 28,7% nicht die richtige Humeruslänge wiederhergestellt wurde. Eine nicht richtig eingestellte Humeruslänge kann auch ein Grund für das Nichteinheilen der Tuberkula sein. Ursache für ein zu tiefes Einsetzen der Prothese kann ein Fehlen der medialen Kante am Humerusschaft und damit das Fehlen eines wichtigen Orientierungspunktes sein (19). Ist die Prothese zu tief implantiert (eine Korrektur ist nach dem Zementieren des Prothesenschaftes kaum möglich), können die die Tuberkula nicht mehr eingepaßt werden, die Folge ist eine starke Überlappung mit dem Oberarmschaft und eine dadurch verursachte Lücke zwischen Tuberkula und Prothese. Ausserdem verursacht die verkürzte Oberarmlänge einer Verkürzung der Muskelfasern des Deltoideus, um den Prothesenkopf in der Pfanne halten zu können, diese Dauerkontraktur des Deltoideus führt auf Dauer zu einer Einschränkung der Flexion (2,12).

Umgekehrt erhöht eine zu hoch implantierte Prothese die Zugbelastung auf die Tuberkula, was das Risiko der Redislokation und der Pseudarthrosenbildung erhöht, und weiters zu einem subakromialen Impingement führt.

Fazit

Die Frakturprothetik ist eine anspruchsvolle Operationstechnik, die Desintergationsrate der Tuberkula trotz primär oft gelungener Refixation ist hoch. Gute bis sehr gute Ergebnisse sind nur bei eingehielten Tuberkula und korrekter Prothesenimplantation zu erwarten. Demgegen ist bei Dislokation oder Resorption der Tuberkula eine Funktion der Schulter nicht zu erwarten.

Die neue Generation von Schulterprothesen muß eine anatomische prothetische Rekonstruktion nach dislozierten Oberarmkopffrakturen ermöglichen, daß heißt die Tuberkula müssen suffizient refixiert werden können (zusätzliche Bohrung am medialen Prothesenhals), exaktes Einstellen der Retrotorsion und exakte Wiederherstellung der Humeruslänge ermöglichen und eine große Modalität hinsichtlich der Prothesenkopfgröße haben.

Abschließend darf die Qualifikation des Operateurs nicht unterschätzt werden, Voraussetzung für eine ansprechende prothetische Versorgung sind ausreichende Erfahrung nicht nur in der Schulterprothetik, sondern auch Erfahrung in der rekonstruktiver Schulterchirurgie einschließlich Indikationsstellung.

Zu fordern ist eine akute, nicht aber eine überstürzte Versorgung, bei der eine adequate Versorgung nicht gewährleistet werden kann.

Literatur

1. Boileau P, Tinsi L, LeHouc JC, Molé D, Sinnerton R, Walch G (1999) Results of shoulder arthroplasty in acute fractures of the proximal humerus. In: Walch G, Boileau P (eds) *Shoulder arthroplasty*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York pp 331-345
2. Boileau P, Walch G (1999) Shoulder arthroplasty in acute fractures of the proximal humerus: problems and solutions. In: Walch G, Boileau P (eds) *Shoulder arthroplasty*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York pp 297-314
3. Boileau P, Walch G, Mazzoleni N, Urien JP (1993) In vitro measurement of humeral head retroversion. *J Shoulder and Elbow Surg* 2: 12
4. Bosch U, Fremerey RW, Skutek M, Lobenhoffer P, Tschern H (1996) Die Hemiarthroplastik - Primär- oder Sekundärmaßnahme für 3- & 4-Fragment Frakturen des proximalen Humerus beim älteren Menschen. *Unfallchirurg* 99: 656-664
5. Boss A, Hintermann B (1999) Primary endoprosthesis in comminuted humeral head fractures in patients over 60 years of age. *Int Orthop* 23(3):172-4.
6. Compito CA, Self EB, Bigliani LU (1994) Arthroplasty and acute shoulder trauma, reasons for success and failure. *Clin Orthop* 307: 27-36
7. Craig EV (1989) Prosthetic replacement for fourpart fractures of the proximal humerus *Tech Orthop* 3: 70-80
8. Constant CR, Murely HG (1987) A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop* 214: 160-164
9. Frankie M, Kioschos J, Ondrovic L, Markee B, Lee W (2000) Tuberosity reconstruction in hemiarthroplasty for four-part proximal humerus fractures: a biomechanical study to assess interfragmentary stability. Books of abstracts 14th Congress of SECEC/ESSSE, September, Lisboa, Portugal, pp 104
10. Gerber C, Schneeberger AG, Tho-Son Vink (1990) The arterial vascularisation of the humeral head. An anatomical study. *J Bone Joint Surg* 72A: 1486-1494
11. Goldman RT, Koval KJ, Cuomo F, Gallagher MA, Zuckerman JD (1995) Functional outcome after humeral head replacement for acute three- and four-part fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 4(2):81-86
12. Habermeyer P, Ebert T (1999) Aktueller Entwicklungsstand und Perspektiven der Schulterendoprothetik. *Unfallchirurg* 102:668-683
13. Hawkins RJ, Swilyk P (1993) Acute prosthetic replacement for severe fractures of the proximal humerus. *Clin Orthop* 289: 156-160
14. Hempfing, Leinig M, Ballmer F, Hertel R (2000) Surgical landmarks to determine humeral head retroversion of hemiarthroplasty in fractures. Books of abstracts 14th Congress of SECEC/ESSSE, September, Lisboa, Portugal, pp 102
15. Hübschle L, Hertel R (2000) Suture fixation versus wire fixation of the tuberosities in hemiarthroplasty for comminuted fractures of the proximal humerus. Books of abstracts 14th Congress of SECEC/ESSSE, September, Lisboa, Portugal, pp 100
16. Kraulis J, Hunter G (1977) The results of prosthetic replacement in fractures dislocations of the upper end of the humerus. *Injury* 8: 129-131
17. Neer CS III (1955) Articular replacement for the humeral head. *J Bone Joint Surg* 37A: 215-228
18. Tanner MW, Cofield RH (1983) Prosthetic arthroplasty for fractures and fracture dislocations of the proximal humerus. *Clin Orthop* 179:116-128
19. Resch H. (2000) Stellenwert der Schulterendoprothetik in der Unfallchirurgie. Abstractband, 36. Jahrestagung der Österreichischen Gesellschaft für Unfallchirurgie, Oktober, Salzburg, Österreich
20. Resch H, Povacz P, Frohlich R, Wambacher M. (1997) Percutaneous fixation of three- and four-part fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg* 79B(2):295-300.
21. Roberts SNJ, Foley APJ, Swallow HM, Wallace WA, Coughlan DP (1991) The geometry of the humeral head and the design of prosthesis. *J Bone Joint Surg* 73B: 647-650
22. Walch G, Boileau P (1991) Morphological study of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg (Suppl I)* 74B: 14
23. Weber E, Matter P. (1998) Surgical treatment of proximal humerus fractures--international multicenter Study. *Swiss Surg* 4(2):95-100.
24. Zuckerman JD, Cuomo F, Koval K (1997) Proximal humeral replacement for complex fractures: indications and surgical technique. In: Springfield DS (ed) *Instructional Course Lectures* 46: 7-14

Korrespondenz an

Dr. Markus Wambacher

Univ.Klinik Für Unfallchirurgie

Anichstr.35.

6020 Innsbruck

Tel. +43-512-504-2821

e-Mail: Markus.Wambacher@uibk.ac.at