

Entwicklung eines rechnerimplementierten parametrischen  
Fußmodells zur einheitlichen Beschreibung der Fußgeometrie in  
Schuhherstellung und –vertrieb  
(Veröffentlichung)

AiF-Forschungsprojekt 13480N

Das Projekt wurde aus Haushaltsmitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V. (AiF) gefördert, wofür an dieser Stelle gedankt wird.

**Prüf und Forschungs-Institut Pirmasens e.V.**  
Marie-Curie-Straße 19  
66953 Pirmasens

## Inhaltsverzeichnis

1. Ziel des Forschungsprojektes.....	3
2. Datenquellen.....	5
2.1. Die Abbildung der bisherigen Parameter in den Ursprungsdatenbanken .....	5
2.2. Die Abbildung der Füße in der Parameter-Datenbank .....	8
2.2.1. Die „Einfach-Datenbank“ .....	8
2.2.2. Die Parameter-Datenbank .....	8
2.2.3. Die Parametrisierung von Schnitten des Vorfußes .....	9
2.3. Arbeiten mit der Datenbank .....	14
2.3.1. Suche von Füßen .....	14
2.3.2. Ergänzung fehlender Informationen .....	14
2.3.3. Interpolation zwischen parametrisierten Querschnitten .....	14
3. Der weitere Weg .....	14
Anhang A. Literaturverzeichnis .....	16

## 1. Ziel des Forschungsprojektes

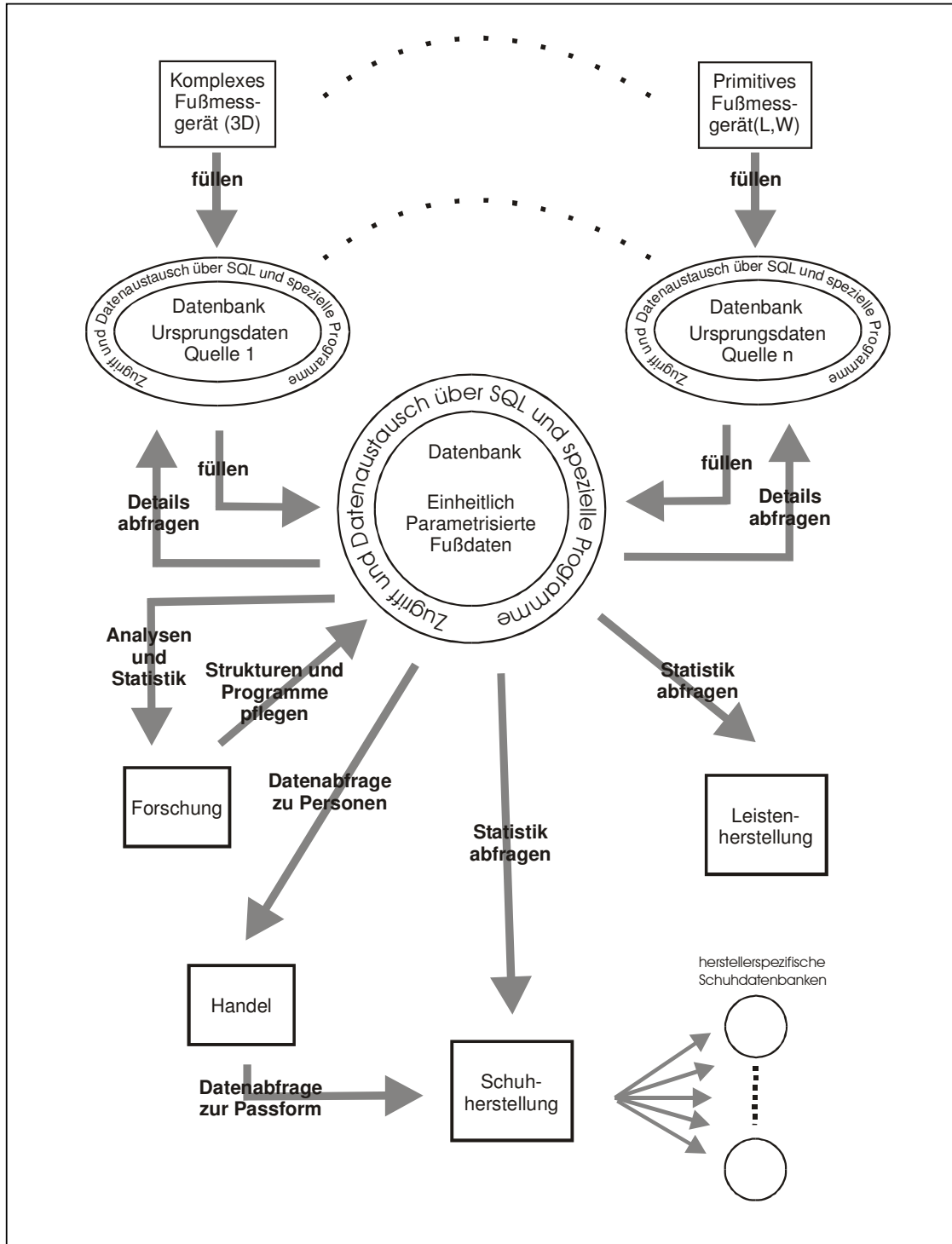
Bisher wird als Schuhgröße meist die Länge des Produktionsleistens in Stich, Size u. a. angegeben. Teilweise wird auch die Weite, die auf dem technischen Ballenumfang des Leistens beruht, angegeben. Durch Produktions- und Materialeinflüsse stimmen diese Daten nur eingeschränkt mit dem fertigen Produkt überein, und die Weite sagt wenig über die Geometrie des Querschnittes aus, da z.B. ein flacher Schuh mit breiter Sohle das gleiche Maß haben kann wie ein schmaler Schuh mit höher aufgebautem Schaft. Bei gleicher Kennzeichnung kann der eine Schuh passen, der andere aber nicht. Es werden also mehr Daten über Fuß und Schuh benötigt, damit eine präzisere Auswahl der potentiell passenden Schuhe erfolgen kann. Im Idealfall stellt in Zukunft der Hersteller für jedes seiner Modelle einen Zuordnungsalgorithmus zur Verfügung, der für konkrete Fußdaten feststellt, ob und in welcher Größenausführung ein bestimmtes Modell zu einem vorgegebenen Fuß passt. Hierzu ist ein möglichst vollständiges Wissen über den Fuß nötig. Gleichzeitig ist aber eine Auswahl anhand der kompletten 3D-Daten, z. B. durch räumliches Matching der Punktwolken von Fuß und Schuhinnenraum für den Einzelfall zu kompliziert. Es wird eine geeignete Beschreibung benötigt, die den Fuß mit geringem Aufwand ausreichend bestimmt und auch funktionelle Daten, z.B. Knickpunkt beim Abrollen des Fußes, und personenbezogene Informationen, z. B. Gewicht, berücksichtigen kann.

Es wurde ein System konzipiert und zu Testzwecken weitgehend implementiert, das in der Lage ist, alle passformrelevanten Daten von Füßen zu beschreiben. Da die meisten derzeit eingesetzten Fußmessgeräte jedoch nur die Parameter Länge und eventuell Breite des Fußes ermitteln, werden für eine wahrscheinlich längere Übergangsphase fehlende Parameter anhand von Daten komplett vermessener Füße nach Wahrscheinlichkeit ergänzt.

Die Voraussetzung für die Realisierung des Gesamtkonzeptes ist eine zentrale Fußdatenbank, in der die Daten der Füße in einer ausreichend genauen und für statistische Analysen auswertbaren Form gespeichert werden. Gleichzeitig sollen die Ursprungsdaten in unparametrisierter Form archiviert werden, um spätere Anpassungen der Parametrisierungsverfahren auch für bereits erfasste Daten anwenden zu können. Hierzu sind die notwendigen Parameter zu ermitteln, die es erlauben den Fuß weitgehend zu rekonstruieren. Diese Daten sollten in unterschiedlicher Detaillierungsstufe abfragbar sein. Vor allem auf eine gute Rekonstruktion des Vorfußes, der die meisten Variationen aufweist, war zu achten. Um die Parametrisierung auch praktisch testen zu können, war es erforderlich die Daten der bisher verfügbaren Fußmessgeräte in die Datenbank übernehmen und parametrisieren zu können.

Das entwickelte System bildet eine(n)

- Datenbasis für die Erforschung von Zusammenhängen zwischen den einzelnen Maßen der Füße.
- Datenbasis für die Ermittlung der wahrscheinlichsten Fußgeometrie bei nicht vollständiger Fußbeschreibung.
- Ansatz für die Optimierung der Verpassung von Schuhen.



**Bild 1: schematische Gesamtkonfiguration**

## 2. Datenquellen

Es gibt verschiedene Arten von Fußmessgeräten, die entsprechend unterschiedliche Daten liefern. Man kann grob unterscheiden in

- Einfachmessgeräte, die Länge und Breite messen.
- Manuell geführte 3D-Messgeräte, die manuell geführt Punkte am Fuß räumlich vermessen.
- 3D-Scanner, die Punktwolken von der Oberfläche der Füße liefern.

Es existieren also Datenquellen verschiedenster Ausprägung und Komplexität, die für eine gemeinsame Parametrisierung in einer Datenbank erschlossen werden mussten. Für die Projektdurchführung wurden die in Bild 2 dargestellten Datenquellen verwendet. Zusätzlich dazu wurden bei Bedarf gezielte Messungen vorgenommen. Daneben wurden auch Einfachdaten (Länge, Weite und eventuell noch Zehenhöhe) aus vielen anderen Quellen für die statistische Basis erfasst.

Die meisten Informationen konnten der Quelle 1 (/15/) entnommen werden. Bei diesem Projekt wurde bereits ein Ansatz in Richtung Parametrisierung verfolgt, wobei das Ziel allerdings auf der Ermittlung von Regeln für die Veränderung des Fußes bei unterschiedlichen Sprengungen (= Absatzhöhen) lag..

### 2.1. Die Abbildung der bisherigen Parameter in den Ursprungsdatenbanken

Eine direkte Übertragung von Messdaten der verschiedenen Fußmessgeräte in die Suchdatenbank hätte die Umwandlung und auch den Verlust von verschiedenen Ursprungsdaten zur Folge, da die Daten in der Suchdatenbank in einem einheitlichen Format vorliegen müssen. Die Parametrisierung, und damit die Struktur der Suchdatenbank, wird sich jedoch bei Fortschritten der Messgeräte-, Computer- und Softwaretechnik verändern. Um bei solchen Änderungen bzw. bei detaillierteren Untersuchungen alle Daten neu parametrisieren zu können, war es notwendig alle Ursprungsdaten in spezifische Ursprungsdatenbanken zu übertragen.

Im Folgenden wird die Realisierung für die Quelle /15/ beschrieben, die Übertragung der anderen Quellen erfolgte analog.

### Vergleich der Fußdaten aus allen Quelldateien

Daten	Quelle 1 / Text-Datei		Quelle 2 / Text-Datei		Quelle 3 / Text-Datei		Quelle 4 / Access Datenbank		Quelle 5 / Excel-Datei		Quelle 6 / Excel-Datei	
	vorhanden	Position in Quelldatei	vorhanden	Position in Quelldatei	vorhanden	Position in Quelldatei	vorhanden	Position in Quelldatei	vorhanden	Position in Quelldatei	vorhanden	Position in Quelldatei
linker bzw. rechter Fuß	einzel	Z: 1, S: 5	kombiniert		kombiniert		kombiniert		einzel		einzel	S: 3
Fersenbreitenmessebene(l)		(nicht festgelegt)	x	Z: 15	x	Z: 14	x	li: S: 17				
Nr. der längsten Zehe		(nicht festgestellt)	x	li: Z: 17, re: Z: 36	x	li: Z: 16, re: Z: 35	x	li: S: 19, re: S: 66				
Fersenbreite	x	aus P: 7 ermittelbar <sup>6</sup>	x	li: Z: 18, re: Z: 37	x	li: Z: 17, re: Z: 36	x	li: S: 20, re: S: 67	x	S: 7	x	S: 10
Umfang Ferse	x	P: 7	x	li: Z: 19, re: Z: 38	x	li: Z: 18, re: Z: 37	x	li: S: 21, re: S: 68				
Umfang Spann/Rist	x	P: 6	x	li: Z: 20, re: Z: 39	x	li: Z: 19, re: Z: 38	x	li: S: 22, re: S: 69			x	S: 7?
Umfang Ballen	x	P: 4	x	li: Z: 21, re: Z: 40	x	li: Z: 20, re: Z: 39	x	li: S: 23, re: S: 70			x	S: 6
Umfang Knöchel/Gelenk		(nicht gemessen)	x	li: Z: 22, re: Z: 41	x	li: Z: 21, re: Z: 40	x	li: S: 24, re: S: 71			x	S: 8?
Fußlänge(npunkt)	x	P: 0, Z: 1 L - Z: 9 L	x	li: Z: 24 Lwh, re: Z: 43 Lwh	x	li: Z: 23 Lwh, re: Z: 42 Lwh	x	li: S: Z-AB Lwh, re: S: BU-BW Lwh	x	S: 9	x	S: 4
erster Zehenhöhe(npunkt)	x	P: 0, Z: 2 lwH <sup>5</sup>	x	li: Z: 25 lwH, re: Z: 44 lwH	x	li: Z: 24 lwH, re: Z: 43 lwH	x	li: S: AD-AF lwH, re: S: BY-CA lwH	x	S: 11	x	S: 9
Ballenhöhe(npunkt)	x	max H (P:4)	x	li: Z: 26 lwH, re: Z: 45 lwH	x	li: Z: 25 lwH, re: Z: 44 lwH	x	li: S: AH-AJ lwH, re: S: CO-CQ lwH				
Fußbreite(npunkt)	x	P: 0, Z: 3 IWh - Z: 4 IWh	x	li: Z: 27 IWh, re: Z: 46 IWh	x	li: Z: 26 IWh, re: Z: 45 IWh	x	li: S: AL-AN IWh, re: S: CG-CI IWh			x	S: 5
Spannhöhe(npunkt)	x	max H (P:6)	x	li: Z: 28 lwH, re: Z: 47 lwH	x	li: Z: 27 lwH, re: Z: 46 lwH	x	li: S: AP-AR lwH, re: S: CK-CM lwH	x	S: 15		
Fersenumfangshöhe(npunkt)	x	max H (P:7)	x	li: Z: 29 lwH, re: Z: 48 lwH	x	li: Z: 28 lwH, re: Z: 47 lwH	x	li: S: AT-AV lwH, re: S: CO-CQ lwH				
Mittlerer Knöchelpunkt lateral	x	P: 0, Z: 7 LWH	x	li: Z: 30 LWH, re: Z: 49 LWH	x	li: Z: 29 LWH, re: Z: 48 LWH	x	li: S: AX-AZ LWH, re: S: CS-CU LWH				
Unterer Knöchelpunkt lateral		(nicht gemessen)	x	li: Z: 31 LWH, re: Z: 50 LWH	x	li: Z: 30 LWH, re: Z: 49 LWH	x	li: S: BB-BD LWH, re: S: CW-CY LWH				
Mittlerer Knöchelpunkt medial	x	P: 0, Z: 6 LWH	x	li: S: 32 LWH, re: S: 51 LWH	x	li: Z: 31 LWH, re: Z: 50 LWH	x	li: S: BF-BH LWH, re: S: DA-DC LWH				
Unterer Knöchelpunkt medial		(nicht gemessen)	x	li: Z: 33 LWH, re: Z: 52 LWH	x	li: Z: 32 LWH, re: Z: 51 LWH	x	li: S: BJ-BL LWH, re: S: DE-DG LWH				
Fersensprengung	x	Z: 1, S: 6										
Spitzenpunkt	x	P: 0, Z: 1 LWH										
Außenballenpunkt	x	P: 0, Z: 4 LWH										
vorderer Beugepunkt	x	P: 0, Z: 5 LWH										
hinterer Beugepunkt	x	P: 0, Z: 8 LWH										
Fersenwölbungspunkt	x	P: 0, Z: 9 LWH										
Mittellinie <sup>1</sup>	x	P: 1										
Fersenbogen <sup>2</sup>	x	P: 2										
Gelenklinie <sup>3</sup>	x	P: 3										
technischer Ballenumfang	x	P: 5										
Fußquerschnitt bei 25 %	x	P: 8										
Fußquerschnitt bei 42 %	x	P: 9										
Fußquerschnitt bei 50 %	x	P: 10										
Fußquerschnitt bei 75 %	x	P: 11										
Fersenauftrittslinie <sup>4</sup>	x	P: 12										

re = rechter Fuß

li = linker Fuß

Z = Zeilennummer

S = Spaltennummer (bei Textdateien Positionsnummer in der Zeile)

lwH = Länge Weite Höhe (Koordinaten des Meßpunktes, Großbuchstabe zeigt relevanten Wert)

P = Polygonnummer

<sup>1</sup> Mittellinie von der Mitte der 2. Zehe über den Fußrücken bis zum vorderen Beugepunkt mit konstanter Breitenkoordinate

<sup>2</sup> Fersenbogen auf der maximalen, proximalen Wölbung der Ferse von der Auftrittsebene bis zum hinteren Beugepunkt

<sup>3</sup> Gelenklinie auf der Fußsohle im Gelenkbereich, soweit erfassbar, mit der Breitenkoordinate der Mittellinie

<sup>4</sup> zwei Punkte der Fersenauftrittslinie (Fersenauftrittslinie)

<sup>5</sup> Großzeihenhöhenpunkt

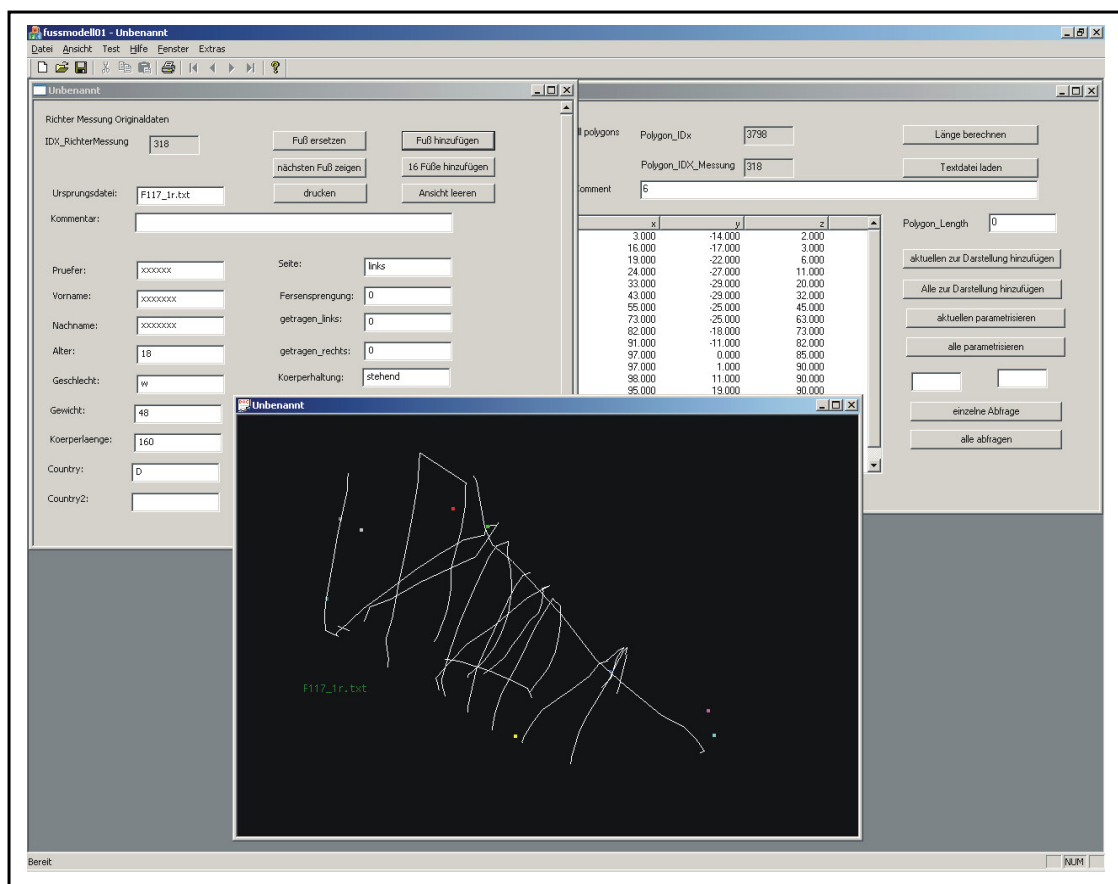
<sup>6</sup> Spezialfunktion erforderlich

## Bild 2: Informationsgehalt der verschiedenen Datenquellen

Die Daten der Quellen lassen sich strukturieren in

- administrative Daten      die Person und die Messumstände beschreiben, je nach Ziel der Fußmessungen werden hier unterschiedlichste Daten erfasst
- skalare Kenngrößen      z.B. Länge, Breite, Ballenumfang. Diese Werte sind bei der Quelle /15/ nicht direkt angegeben, sondern können aus den Punkten berechnet werden.
- Punkte      Spitzenpunkt, Fersenpunkt, Innenballenpunkt usw.. (Bei der aktuellen Implementierung der Datenbank wird zwischen Standardpunkten, die immer gemessen werden und sonstigen Punkten unterschieden)
- Polygon und Schnitte.      Dies sind offene oder geschlossene Folgen von Punkten. Die Speicherung von jedem dieser Punkte als eigenen Datensatz würde die Datenbank und die Zugriffsroutinen lähmen. Diese Punkte werden deshalb in sogenannten BLOBs (Binary Large Objects) gespeichert..

Für den Import und die Darstellung dieser Daten von den Fußmessgeräten wurden die jeweils notwendigen Programme erstellt. Ein Beispiel der Benutzerschnittstellen zeigt Bild 3.



**Bild 3: Benutzerschnittstelle zur Sichtung und Visualisierung der Fußmessdaten**

## 2.2. Die Abbildung der Füße in der Parameter-Datenbank

### 2.2.1. Die „Einfach-Datenbank“

Für die einfachen Fußmessgeräte, die nur Länge und Breite liefern, ist der Aufwand der Speicherung jeder einzelner Messung nicht gerechtfertigt. Da die Daten für statistische Auswertungen benötigt werden, wurde für diese Daten eine Summendatenbank erstellt, in der die Häufigkeit der Kombinationen „Geschlecht, Länge, Breite, Zehenhöhe“ in Schritten von 1 mm gestuft abgespeichert und aktualisiert wird.

### 2.2.2. Die Parameter-Datenbank

#### 2.2.2.1. Die Parametrisierung von messbaren Werten

Um die Werte unterschiedlicher Füße sinnvoll vergleichen zu können, müssen diese Werte von Einflussfaktoren wie z.B. „Position des Fußes im Raum“ befreit werden, d. h. der Fuß, und damit alle in Koordinatenform vorliegenden Punkte und Polygone, müssen auf das gemeinsame Fußkoordinatensystem umgerechnet werden. Da auch der Vergleich unterschiedlichster Füße möglich sein soll und eine Aussage über ihre Ähnlichkeit (auch bei verschiedenen Längen) möglich sein soll, werden für die Datenbankspeicherung alle eindimensional messbaren Parameter auf die Länge des Fußes normiert. Zusätzlich werden recht Füße gespiegelt, damit hier bei Suchläufen das volle Spektrum der Fußgeometrien einfach abfragbar ist. Von Punkten wird der oder werden auch mehrere relevante Koordinatenwert(e) einzeln abgespeichert und ebenfalls auf die Länge normiert.

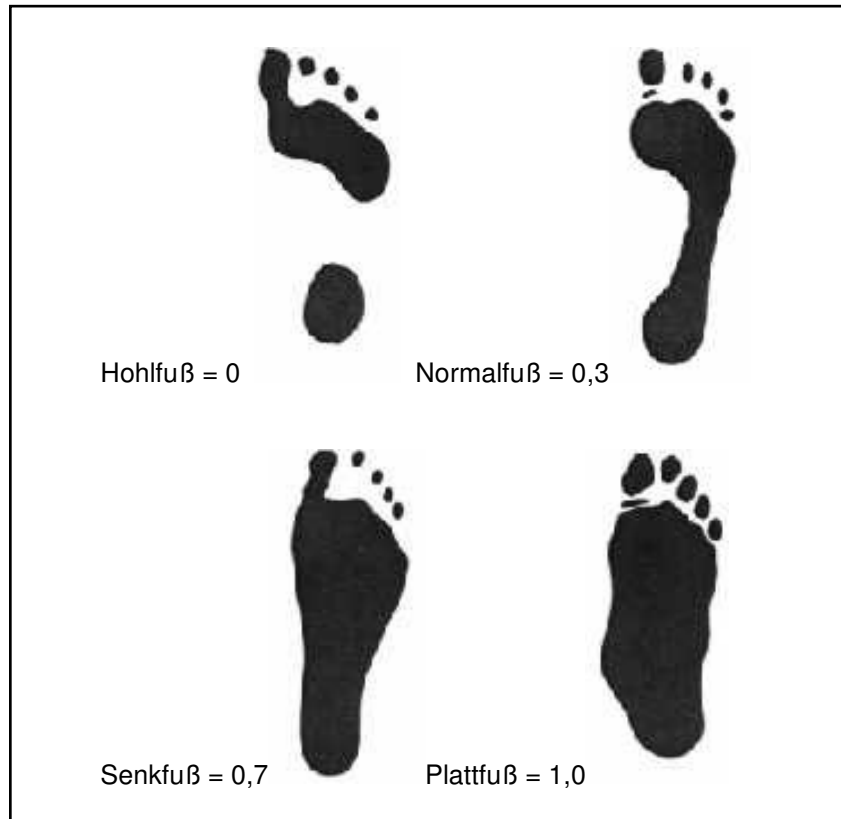
#### 2.2.2.2. Die Parametrisierung nicht direkt messbarer Werte

Die Parameterdatenbank soll sowohl Werte von manuellen als auch Daten aus automatischen 3D-Messungen auf einem gleichen Niveau bündeln. Hier ist ein sehr großes Problem, dass die festgelegten Kenngrößen oft subjektiv erfasst werden und deshalb nur beschränkt vergleichbar sind.

Der Wertebereich und die Abbildungsvorschrift muss für jeden Parameter möglichst präzise festgelegt werden, auch wenn das Messpersonal den Vorgaben nicht immer optimal folgen kann. So muss z.B. für die „Fußstellung“ eine Anleitung nach Bild 4 vorliegen, mit der die Fußstellung anhand der Trittspur bestimmt wird. Damit wird es dem Messpersonal möglich, zumindest annähernd einen Parameterwert festzulegen. Trotzdem ist die Zuordnung bzw. Festlegung von Zwischenwerten anhand dieser optischen Vorschrift von Person zu Person verschieden.

Langfristig ist zu hoffen, dass genügend präzise 3D-Daten vorliegen, aus denen auch solche Kenngrößen berechnet werden können. Für die Berechnung der Fußstellung wären die Form der Querschnitte im Bereich 40% bis 50% auszuwerten und ebenfalls auf das Intervall [0 .. 1] abzubilden.

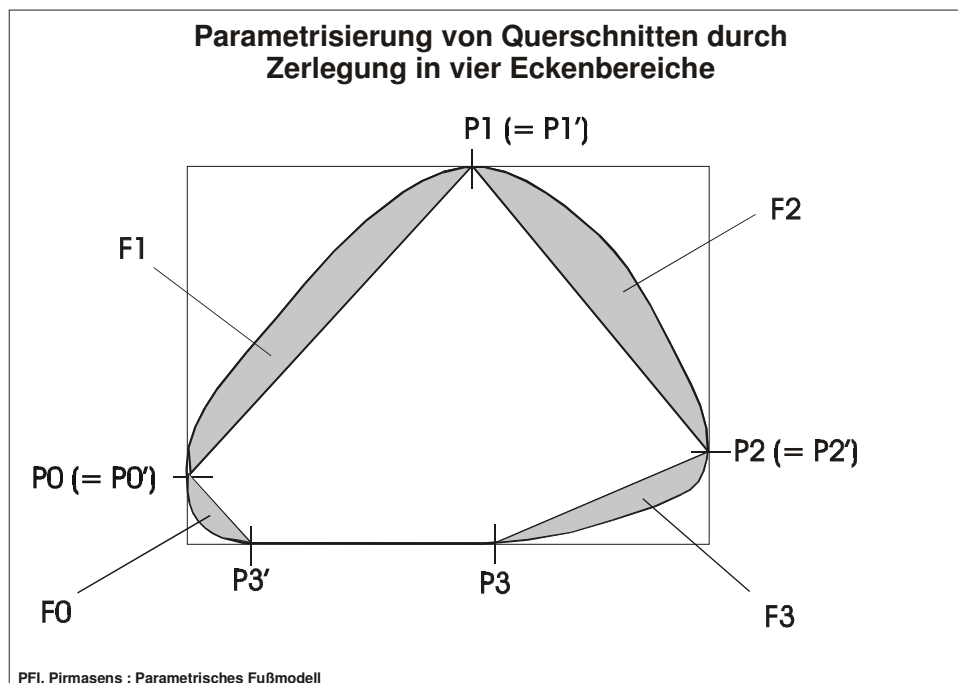




**Bild 4: Beispiel für die Abbildung der Fußstellung in den Wertebereich [0 .. 1]**

### 2.2.3. Die Parametrisierung von Schnitten des Vorfußes

Der Vorfuß ist der am stärksten variable Teil des Fußes. Will man diesen Bereich einigermaßen genau beschreiben, so benötigt man eine 3D-Oberfläche oder hinreichend dichte Schnitte, die eine Interpolation zu einem dreidimensionalen Vorfuß erlauben. Sollen auch die Daten verschiedener Füße schnellen Selektionen und Vergleichen zugänglich gemacht werden, so muss man sicherstellen, dass durch den Vergleich von nur wenigen Stützstellen eine Aussage über die Ähnlichkeit zweier Schnitte getroffen werden kann. Gemessen an diesen Randbedingungen wurden verschiedene Interpolationsverfahren untersucht und eine Spezialisierung der Hermite Interpolation für die Parametrisierung und Rekonstruktion von Vorfußquerschnitten entwickelt.



**Bild 5: Parametrisierung eines Querschnittes**

### 2.2.3.1. Die Repräsentation der Querschnitte in der Datenbank

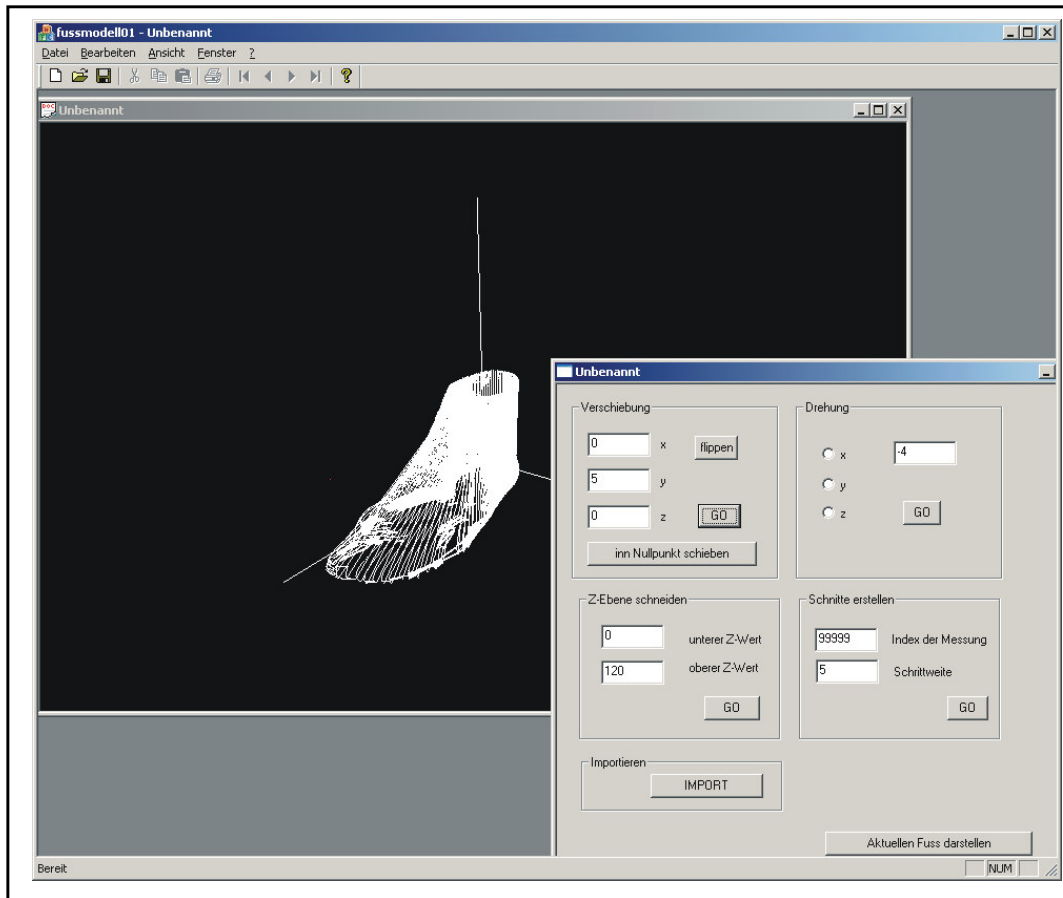
Die mathematische Beschreibung eines Querschnittes nach dem gewählten Verfahren erfolgt durch die 4 Eckpunkte des Rechtecks, 8 Punkte auf den Rechteckseiten und 4 Flächenverhältnissen. Man könnte nun diese Werte in der Datenbank abspeichern und daraus später den Querschnitt rekonstruieren. Das Ziel des Projektes ist jedoch nicht nur die Rekonstruktion bekannter Füße, sondern vor allem auch die Suche ähnlicher Füße in der Datenbank zu unvollständig vermessenen Füßen. Da ein direkter Vergleich der Punkte hier nur wenig nützlich ist, wurde eine Repräsentation entwickelt, die nur noch die Position der Eckpunkte als Koordinaten beschreibt und die anderen Punkte als Prozentwerte der Rechteckseiten beschreibt. Zusätzlich werden noch einige redundante Werte gespeichert, die der Suchzeitverkürzung dienen, indem man z.B. zunächst nur nach ähnlichen Rechtecken sucht und erst in einem zweiten Suchlauf die vorselektierten Schnitte weiter vergleicht. Zusätzlich ist natürlich noch die auf die Länge des Fußes normierte Position des Schnittes auf der Längsachse erforderlich.

Diese Repräsentation in der Datenbank ermöglicht es, durch Vergleich von Zahlenwerten Flächen zu identifizieren, die zwar kleiner oder größer aber weitgehend formidentisch sind. Man kann damit z.B. den nächst kleineren und den nächst größeren Schnitt auswählen, und durch eine prozentual angepasste Vermittlung fehlende Maße ergänzen.

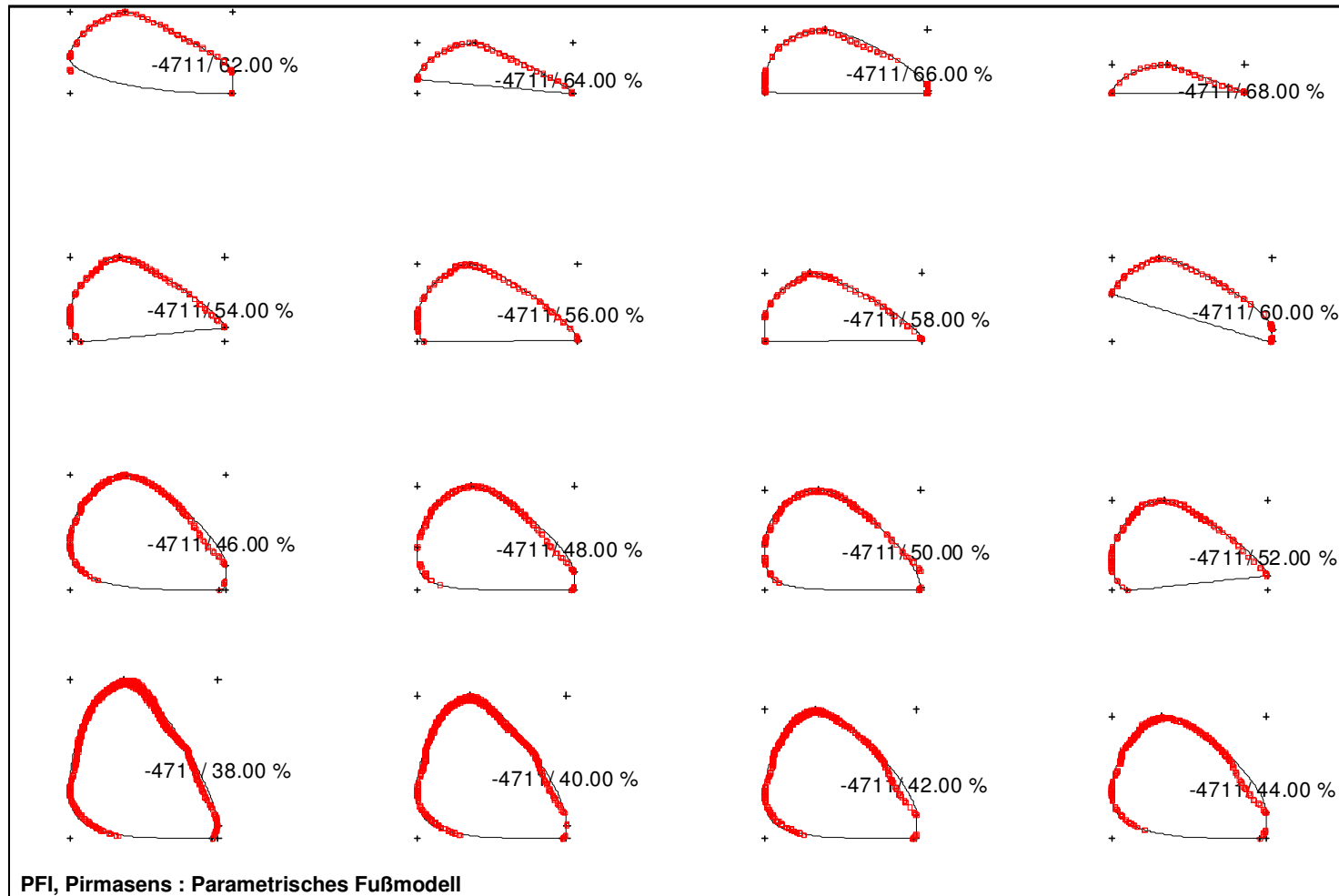
### 2.2.3.2. Die Generierung der Querschnitte

Für die Daten aus /15/ und eigene Messungen, die das gleiche Datenformat benutzen, wurde eine Parametrisierungskomponente geschrieben, die Polygone in Schnittparameter überführen kann (s. Bild 3). Für 3D-Scandaten wurde experimentell ebenfalls eine Schnittstelle geschaffen, die es erlaubt, den Fuß interaktiv in das gewählte Fußkoordinatensystem zu transformieren und dann den Fuß in vorgegebenem Raster in Parameterschnitte zerlegt (s.

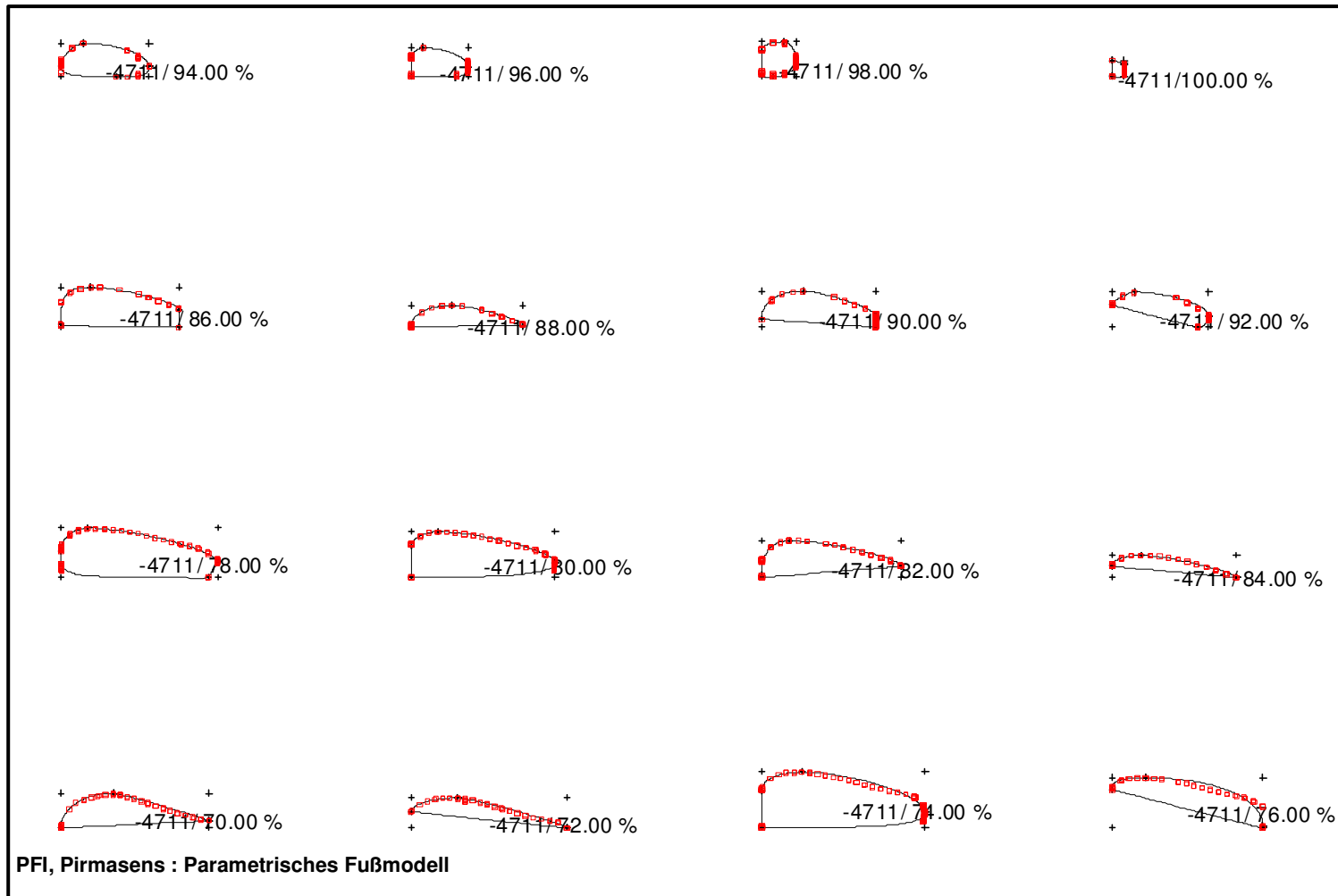
Bild 6). Leider war die Entwicklung des zur Verfügung stehenden 3D-Scanners noch nicht abgeschlossen und die Daten sind noch mit Ausreißern überlagert, was auch in den Schnittresultaten (s. Bild 7 und Bild 8) zu erkennen ist.



**Bild 6: Benutzerschnittstelle zum Import und Parametrisierung von 3D-Scans**



**Bild 7: Vorfußschnitte bei 38% bis 68% und Rekonstruktion des 3D-Scans (leider sind die Originaldaten z. T. lückenhaft)**



**Bild 8: Vorfußschnitte bei 70% bis 100% und Rekonstruktion des 3D-Scans (leider sind die Originaldaten z. T. lückenhaft)**

## 2.3. Arbeiten mit der Datenbank

### 2.3.1. Suche von Füßen

Durch die strikte Abbildung aller relevanten Maß- und Formwerte auf skalare Größen, kann die Auswahl von Füßen durch SQL-Anweisungen erfolgen. Diese Anweisungen werden mit wachsender Parameteranzahl sehr komplex und man wird in den späteren praktischen Anwendungen spezifische Programme schreiben, die die gesuchten Wertebereiche vom Benutzer erfragen, und dann entsprechende SQL-Abfragen generieren und an die Datenbank absetzen.

Ist der gesuchte Fuß gefunden, so kann die vorhandene Parameterbeschreibung mittels der ausgegebenen Kennnummer mit einem Rekonstruktionsprogramm wieder in echte Werte, Punkte und Polygone übertragen werden.

### 2.3.2. Ergänzung fehlender Informationen

Sollen zu einem unvollständigen Parametersatz weitere Parameter ergänzt werden, so sind zwei Wege möglich:

- es wird ein Fuß mit vollständigem Parametersatz aus der Datenbank gesucht, der die geringsten Abweichungen zu den vorgegebenen Parametern hat.
- es wird für jeden fehlenden Parameter ein Fuß gesucht, der die geringsten Abweichungen zu den vorgegebenen Parametern hat (das Ergebnis setzt sich aus Parametern unterschiedlicher Füße zusammen!).

Werden mehrere Füße gefunden, die alle Vergleichskriterien erfüllen, so wird die am häufigsten vorkommende Parameterkombination gewählt. Bei gleicher Verteilung können Median oder Mittelwert als Ergebnis bestimmt werden.

Der erste Weg wäre der wünschenswerte, da sichergestellt ist, dass der selektierte Fuß in der Realität ein Pendant hat. Bei der zweiten Variante ist es nicht auszuschließen, dass Werte unterschiedlicher Füße in einer Art kombiniert werden, die es in der Realität so nicht gibt. Solange jedoch die Zahl der vollständigen Fußmessungen noch gering ist, muss auch mit der zweiten Variante gearbeitet werden, damit das System überhaupt eine Antwort geben kann. Erst wenn schätzungsweise mehrere Tausend Füße vollständig vermessen sind, kann man für das erste Verfahren mit häufigen Treffern rechnen.

### 2.3.3. Interpolation zwischen parametrisierten Querschnitten

Werden Querschnitte zu einem Fuß an Positionen gefordert, an denen keine Querschnitte erfasst sind, so können diese gegebenenfalls aus den nächstliegenden erfassten Querschnitten interpoliert werden. Dies ist allerdings nur sinnvoll, wenn die erfassten Schnitte nicht zu weit von der Wunschposition entfernt liegen. Diese Interpolation kann ohne Rekonstruktion allein in der parametrisierten Form erfolgen.

## 3. Der weitere Weg

In diesem Projekt wurden die Grundlagen für die Sammlung, Parametrisierung und Selektion von Fußdaten gelegt und es steht nun eine gute Basis zur Verfügung, die eine Optimierung des Systems nach weiteren Fußmessungen ermöglicht. Durch die weitere Füllung der Datenbasis, sowie Ausbau und Verfeinerung der Interpolationsinformationen und der

statistischen Auswertelgorithmen wird sich die Qualität der interpolierten Fußmaße eines konkreten Fußes immer weiter verbessern, ohne dass der Fuß notwendigerweise neu gemessen werden muss.

Wenn die Entwicklung der 3D-Scanner hinsichtlich Datenpräzision und Kostenminimierung weitergehen wird, so ist damit zu rechnen, dass bei entsprechenden

Entwicklungsanstrengungen eine vollständig automatisierte Parametrisierung von 3D-Fußscans in wenigen Jahren möglich sein wird.

## Anhang A. Literaturverzeichnis

- /1/ Martin Eibel  
Benchmark Studie über Fußmessgeräte, Diplomarbeit 2001  
Fachhochschule Albstadt-Sigmaringen, Prof. Ing. F.J. Kuhn  
Adidas AG, Christoph Berger
- /2/ Nicole Nagel  
Korrelation Fuß-, Schuh-, Leistenmaße, Diplomarbeit 2001  
Fachhochschule Kaiserslautern Prof. Mattil  
PFI, Peter Schultheis
- /3/ Oswald Besching  
„Handbuch der Schuhindustrie“ 8. Auflage S.187- S. 251  
Schuhindustrie-Verlag Seiler&Co. , Bad Ems
- /4/ Dr. Dieter Renno  
„Technologie der Schuhherstellung“ 2. Auflage S. 49 ff  
VEB Fachbuchverlag Leipzig
- /5/ Hauptverband der Deutschen Schuhindustrie e.V.  
„WMS Das Maßsystem für Kinderschuhe“ Mai 2000  
Richtlinien des „Arbeitskreises Kinderschuhe“
- /6/ Prof. Dr. Dr. Hans W. Jürgens  
„Fußmessstudie 1996: Wachstumstrends bei Kinderfüßen“  
Forschungsgruppe Industrieanthropologie an der Universität Kiel  
DSI Das Schuhinstitut
- /7/ AIF Forschungsvorhaben Nr. 13047 BG  
„Erarbeitung von Berechnungsgrundlagen fersensprengungsabhängiger Fußmaße“
- /8/ AIF Forschungsvorhaben Nr. 12076B  
„Erweiterung des Kinderschuhangebotes mit passgerechten Schuhen für einen höheren  
Versorgungsgrad“
- /9/ AIF Forschungsvorhaben Nr. 12744 BG  
„Entwicklung eines Preiswerten optischen Fußmessgerätes zur sicheren Auswahl  
passender Schuhe“
- /10/ STEPTECHNIK  
„Maßschuhe für jedermann“ S 13-15 Steptechnik Ausgabe 2 Juni 2001  
Verlag Otto Sternefeld
- /11/ EU – Projekt GRD1 - 2000 - 25761  
„Extended User Oriented Shoe Enterpriese EUROShoE“  
Projektplan



- /12/ DIN 66074 Schuhgrößen  
„Grundlagen eines Größensystems ( Mondopoint System )“  
Deutsche Normen
  
- /13/ Arbeitskreis Leisten  
Niederschrift über 4. und letzte Sitzung am 19. April 2000  
Prüf- und Forschungsinstitut für die Schuhherstellung
  
- /14/ AIF Forschungsvorhaben Nr. 12743 N  
„Entwicklung einer Stabilisierungseinrichtung für fertige Schuhe als Basis zur  
räumlichen Vermessung des Innenraumes mit optischen Verfahren“
  
- /15/ AIF Forschungsvorhaben Nr. 13047B  
„Erarbeitung von Berechnungsgrundlagen fersensprengungsunabhängiger Fußmaße“