



# **Sattelsitzen - Ergonomie auf dem Fahrrad**

## ***Ein Frauensattel***

Diplomarbeit im Fachgebiet Produktdesign  
an der Kunsthochschule Berlin Weißensee 2009  
von **Katharina Bernstein**



## ***Projektdokumentation***

betreuender Professor: Prof. Hartmut Ginnow-Merkert



Problem



Recherche



Forschung



Ergonomie



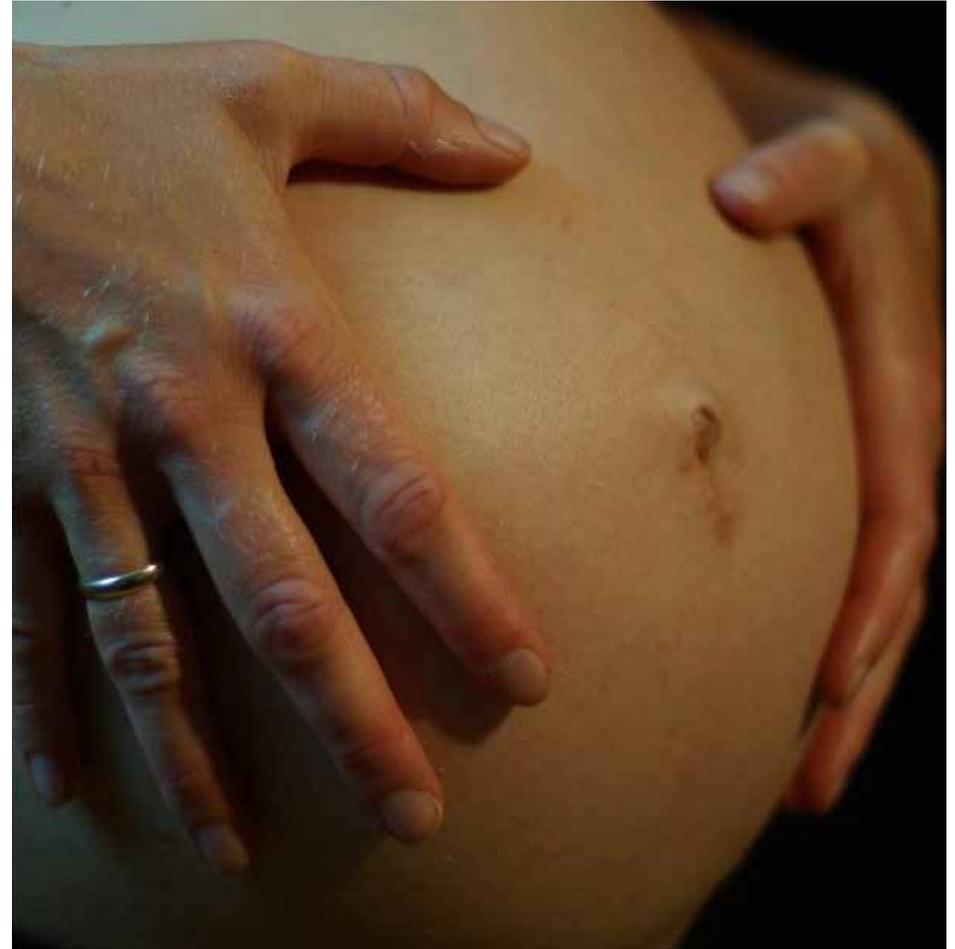
Entwurf



Entwicklung

# Wie alles begann...

- ein schmerzender Po gehört heutzutage zum Fahrrad Fahren, muss das sein?
- Schwangere sind noch empfindlicher, aber inwiefern ?
- dürfen Schwangere noch Fahrrad fahren ?
- ABER: warum auf das Fahrrad verzichten, wenn möglicherweise nur der Sattel die Ursache ist ?
- brauchen Schwangere einen speziellen Sattel ?



# Wo liegt das Problem...?

- Ideen, die ohne oder vor der Recherche entstehen, können am Ende einen gegenteiligen Effekt erzielen
- die Vorstellung, der Sattel macht jede Bewegung mit, gibt nach wie eine Luftmatratze oder spart die schmerzempfindlichen Bereiche aus, täuscht Besserung vor, ähnlich wie ein weiches Gel-Polster
- warum schneidet man dann nicht Löcher in die Schuhsohle, wenn es drückt ?
- dabei entstehen kontraproduktive, unergonomische Produkte



# Forschung ist der halbe Weg...

- bevor ich überhaupt an eigene Entwürfe oder eine konkrete Zielsetzung denke, will ich es genauer wissen
- denn eine gute Recherche kann solche Fehler vermeiden
- aus zwei Perspektiven: Erfahrung und Wissenschaft
- 1. Erfahrung:  
Befragung schwangerer Fahrradfahrerinnen über mehrere Wochen (Fragebogen),  
Druckanalysen mit Schwangeren
- 2. Wissenschaft:  
Anatomie und Ergonomiestudien

Protokoll: Veränderungen auf dem Fahrradsattel während der Schwangerschaft

Mehrfachschwangerschaft: ja  nein  Name: \_\_\_\_\_

Sitzbeinhöcker,  
Schambeinbogen,  
Schambein

genitale Weichteile  
Schmerzen  
bei bestimmten  
Bewegungen

Muskulatur in  
Bauch, Beine,  
Po

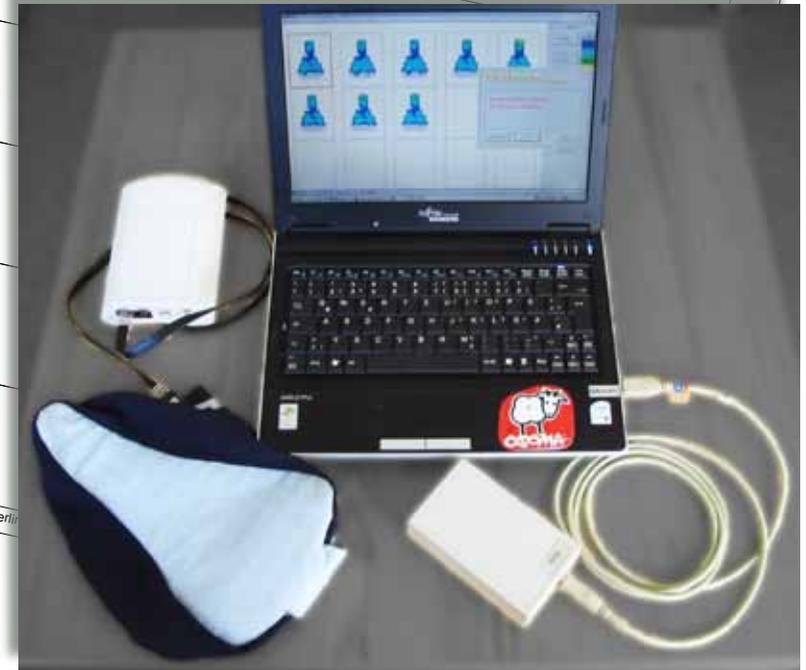
Oberschenkel  
an den  
Sattelkanten

Unterleib,  
innere Organe  
(Stoßrichtungen  
die schmerzen...)

sonstige  
Auffälligkeiten

Fahrdauer/-position: \_\_\_\_\_ Alter: \_\_\_\_\_ Woche: \_\_\_\_\_

Adresse: Katharina Bernstein, Gaillardstraße 23, 13187 Berlin



# Welche Fragen sind zu klären...

- verändert sich während der Schwangerschaft spürbar oder messbar die Anatomie des Beckens so sehr, dass man den Sattel stetig anpassen müsste ?
- Fragebögen zeigen keine beckenformbezogenen Veränderungen auf, nur die zu erwartenden Auswirkungen:
- Gewicht vorn nimmt zu - mehr Druck, Bauchvolumen macht Rückenkrümmung unmöglich und zum Teil breitbeiniges Fahren nötig



# Kathleen und Betty, vermessen von und mit Hilfe von Juliane Neuß

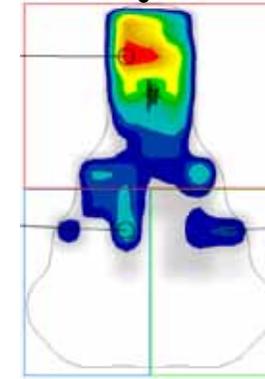
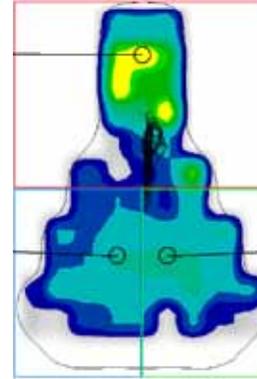
- Kathleen (links) und Betty (rechts), wobei Kathleen die zierlichere ist, Betty aber als angehende Physiotherapeutin doch besser sitzt und kräftigeren Beckenboden aufweist (siehe auch Druckbild)



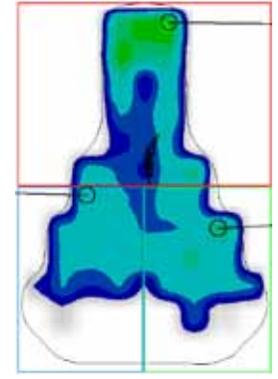
# Druckmessungen ...

- die Druckanalysen mit Schwangeren bestätigen weitgehend die gefühlten Ergebnisse
- alle Schwangeren, mindestens im 7. Monat, sagen aus, dass der Druck auf der Sattelnase stärker wird
- obwohl sich alle auf die Arme stemmen, können die Druckbilder unterschiedlich aussehen
- zwei Gruppen kristallisieren sich heraus: Beckenbodenmuskulatur in mehr (unten) oder weniger (oben) trainiertem Zustand (hier jew. 3 Bsp. von 2 Frauen)
- auffällig ist die durchgängig flächendeckende Belastung der Sattelnase, was durch den geraden Rücken, also durch das richtig Sitzen entsteht, auch bei nichtschwangeren Frauen

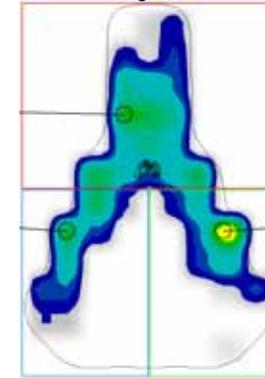
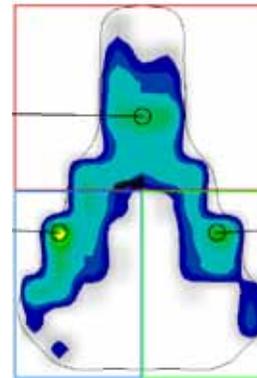
Kathleen -  
4 Wochen Abstand zwischen den Messungen



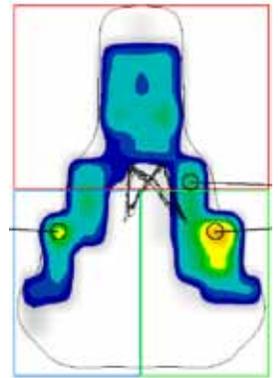
Jenny



Betty -  
4 Wochen Abstand zwischen den Messungen

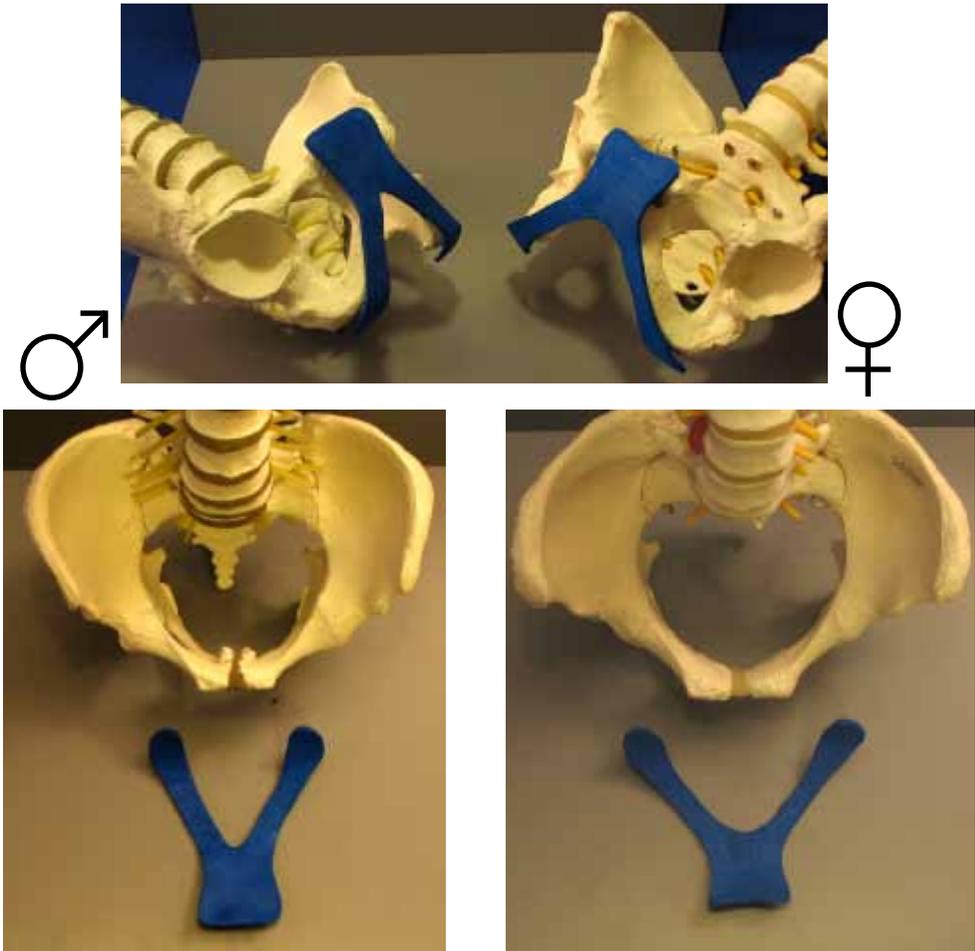


Beata



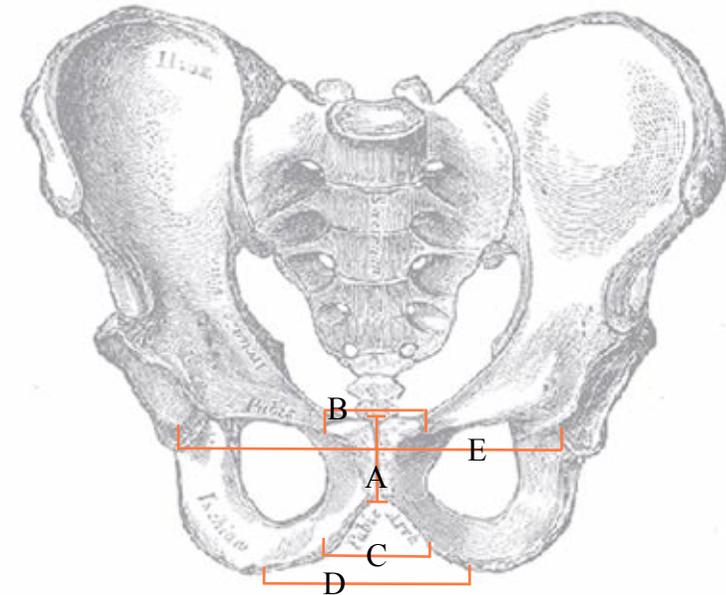
# Anatomie des Beckens...

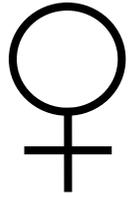
- das weibliche Becken unterscheidet sich deutlich vom männlichen:
- Übergang von der unteren Spange vom Schambein zum Sitzbein geht sofort stark in die Breite, um den Geburtsweg zu öffnen
- die Hüftgelenkspfannen zeigen, häufiger als bei Männern, deutlich nach unten, erklärt Neigung zu X-Beinen bei Frauen und bedeutet mehr Bedarf an Beinfreiheit zwischen den Beinen...



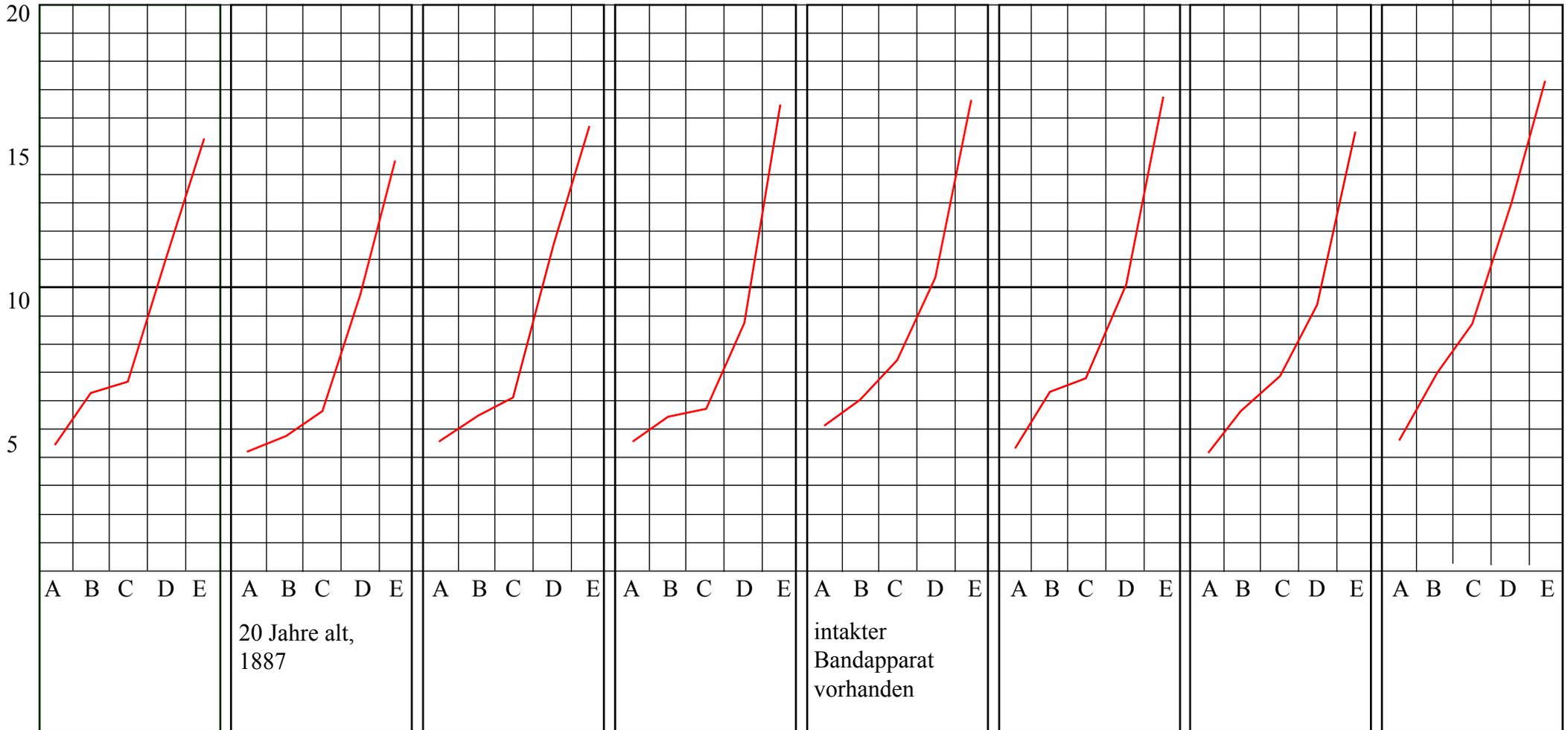
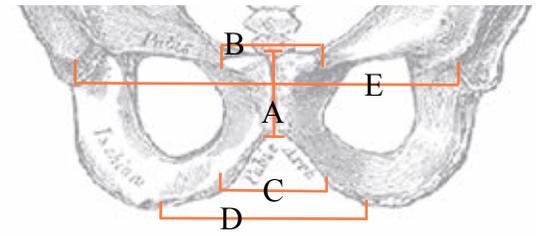
# Vermessungen von Becken aus der Anatomischen Sammlung

- Druckanalysen und Befragungen haben gezeigt, dass ein Sattel, der für Schwangere angemessen ist, für Frauen allgemein besser passen würde
- Schwangere eignen sich doch bestens als Probandinnen, da sie empfindlicher sind und gezwungenermaßen richtig sitzen = mit geradem Rücken, nur Doppel-S-Form bietet den nötigen Schutz für alle Organe durch federnde Eigenschaft
- genaue Analyse durch Vermessungen und weiterführendes Vergleichen von Mann und Frau
- B, C, D beschreiben den Weg von vorne nach hinten
- folgende Diagramme veranschaulichen diese Maße





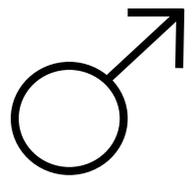
# weibliche Beckenmaße...



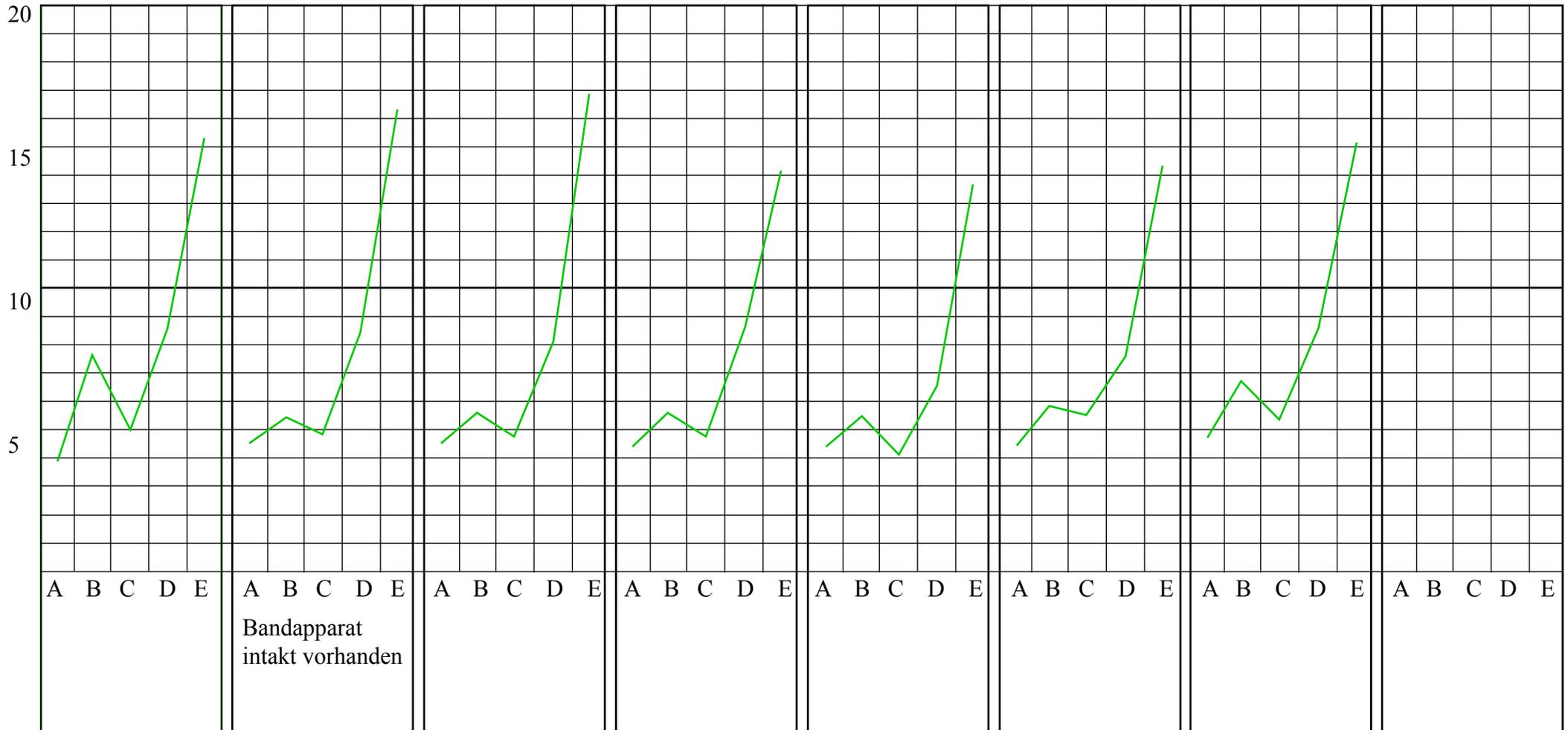
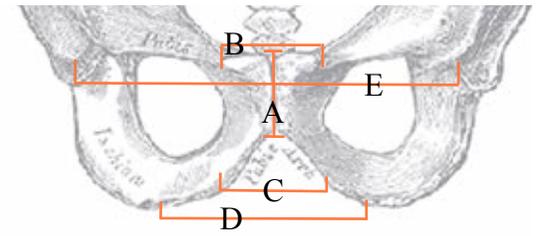
20 Jahre alt,  
1887

intakter  
Bandapparat  
vorhanden



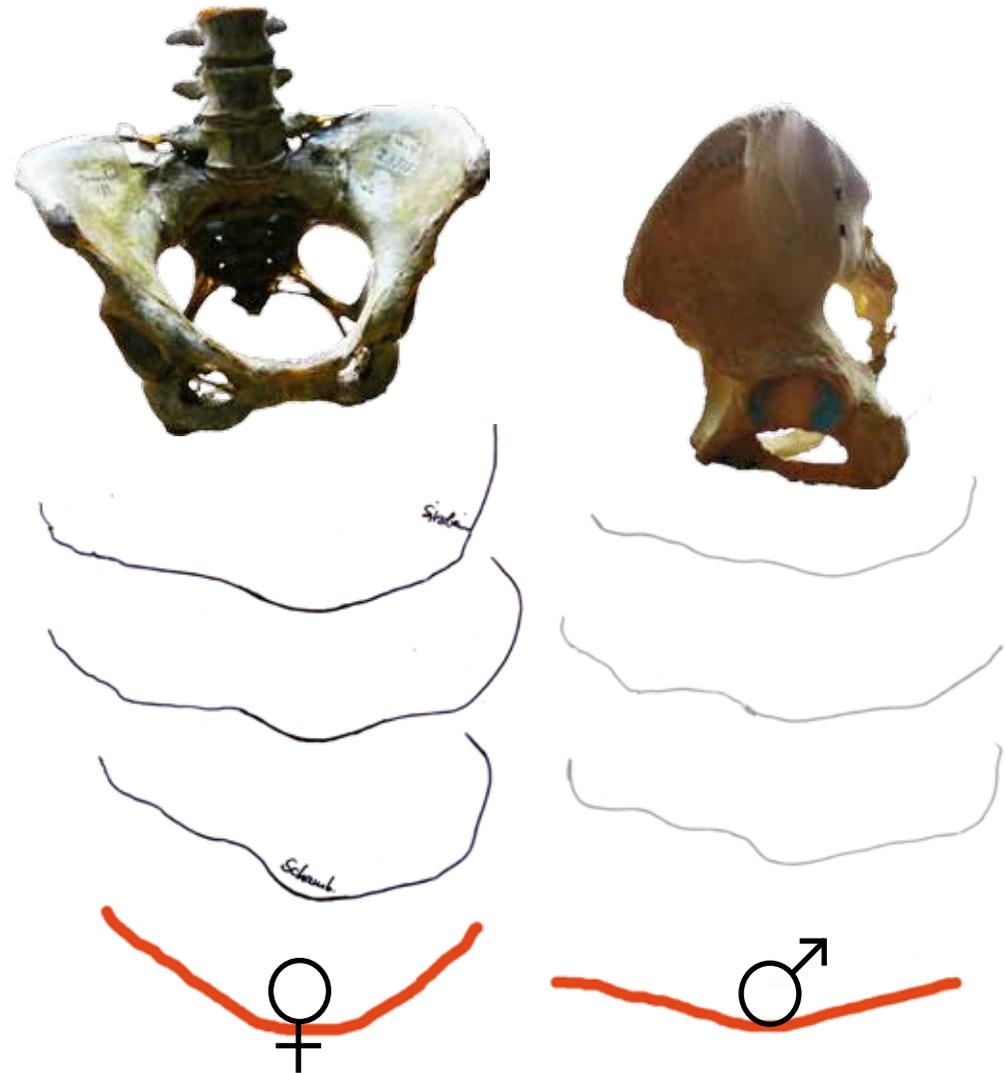


# männliche Beckenmaße...



# Sitzkurven...

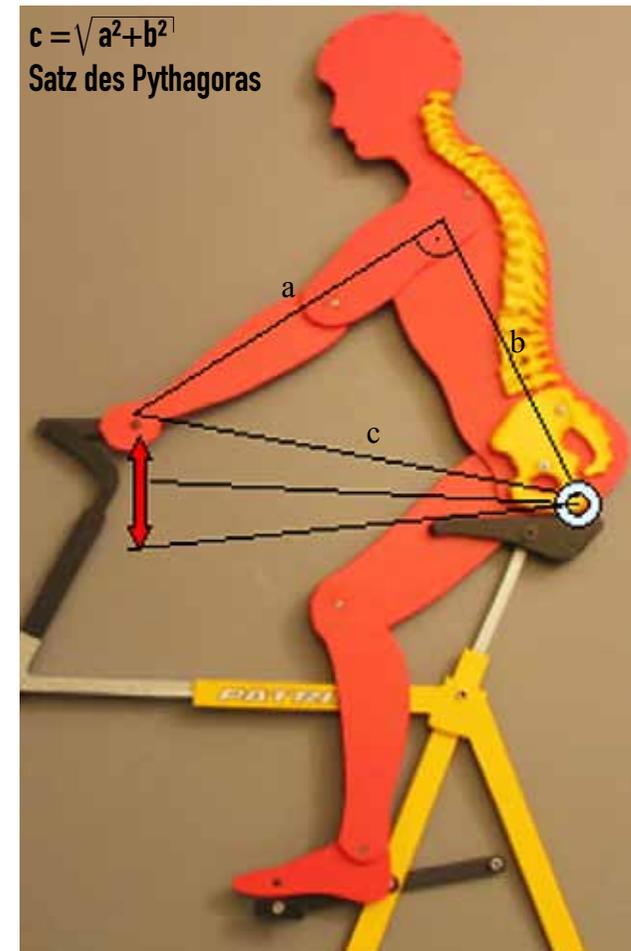
- die Sitzkurven beschreiben den Weg von der Symphyse (Schambeinfuge) bis hinter die Sitzbeinhöcker von links nach rechts (wie rechtes Foto steht)
- von über 20 vermessenen sind hier jeweils 3 typische Kurven, die zeigen, dass Frauen eine stärkere Biegung aufweisen und auf geraden Sattelflächen nur punktuell aufsitzen
- die Tendenz steigt, je jünger die Skelette sind, die ältesten von vor 200 Jahren, sind weniger gebogen



# Ergonomie und Geometrien...

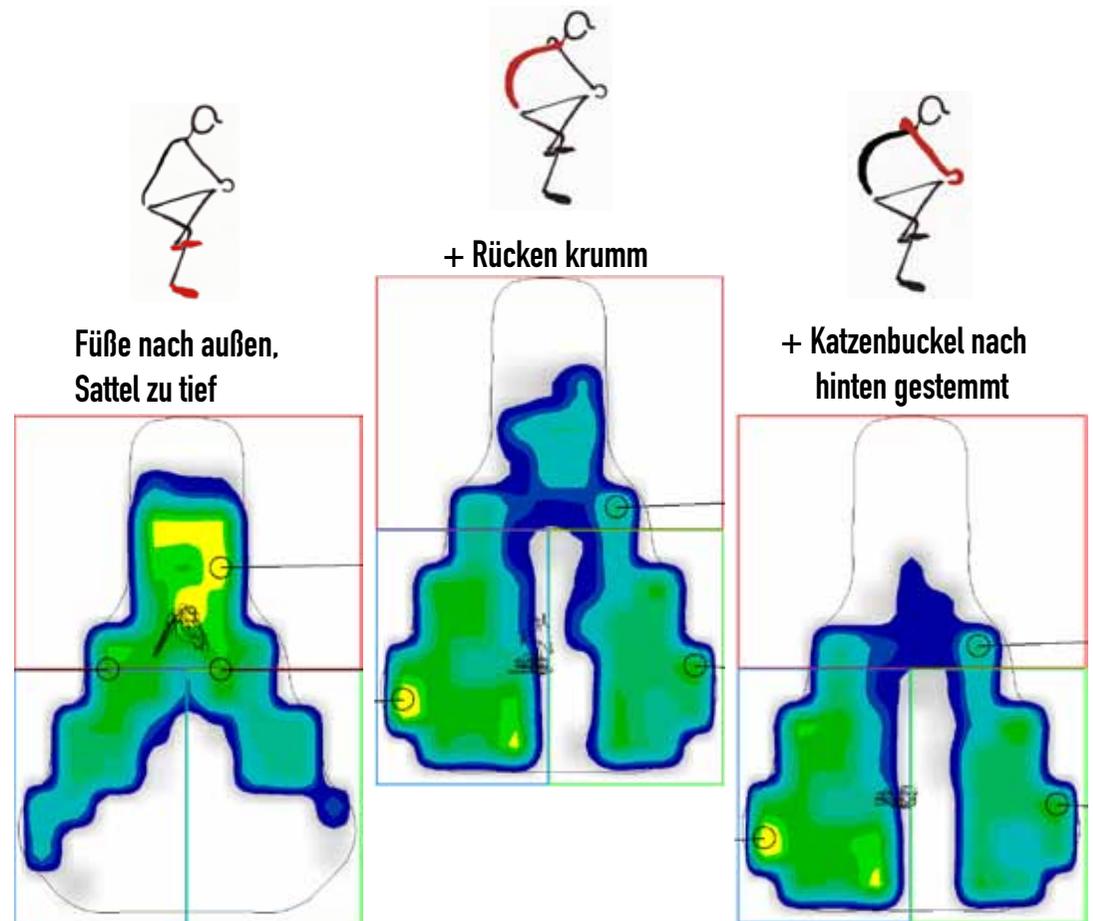
= Bedienergonomie + Leistungsergonomie

- **Bedienergonomie** bedient die Körperform, **Leistungsergonomie** bedient die Biomechanik, die Bewegungsphysiologie des Körpers
- für den Sattel bedeutet das, die Fahrradgeometrie muss zuerst stimmen, dann darf die Sattelform bedacht werden :
- 90° Winkel im Schultergelenk ist wichtig, der Lenker darf nicht zu hoch sein, d.h. höchstens 10 cm höher als der Sattel, da Rücken sonst Stützfunktion einbüßt und in den Rundrücken sackt
- Sattelhöhe soll so sein, dass man das Pedal unten gestreckt nur mit dem Vorfuß erreicht, das ist wichtig für die Gesundheit der Knie!
- das Knie soll über der Pedalachse stehen (Sattelrohrwinkel)
- Unterschied zum Hollandrad: dieses ist wie aufrechter Gang, Lenker hat keine Stützfunktion und muss daher tief neben den Oberschenkeln stehen



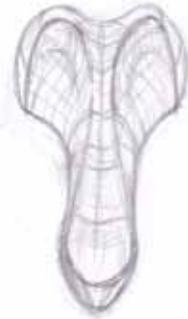
# heutige Standardsättel...

- wenn man die meist schmalen und immer konvex geformten Sattelnasen betrachtet, sind diese ausschließlich für die aufrechte Hollandradposition geeignet
- optimales Druckbild entsteht nur bei zu niedrigem Sattel, nach außen gestellten Füßen und einem in sich zusammengesackten, krummen Rücken
- für Frauen gibt es keinen passenden Sattel auf dem Markt
- **MEINE ZIELSETZUNG:** ein Frauensattel, der nicht nur die Körperform besser bedient, sondern auch der geometrisch korrekten Haltung und Bewegungsphysiologie gerecht wird



# Modellbau...

- erste Skizzen als Umsetzungsplan
- Übertragen der gewonnenen Maße und Erkenntnisse auf ein Claymodell (oberes Foto)
- 3D-scannen, in Rhino nachbauen und in Hartschaum fräsen (unteres Foto)
- Hartschaummodell wiederholt mit einigen Frauen testen und anpassen - übertragen auf das Rhino-Modell



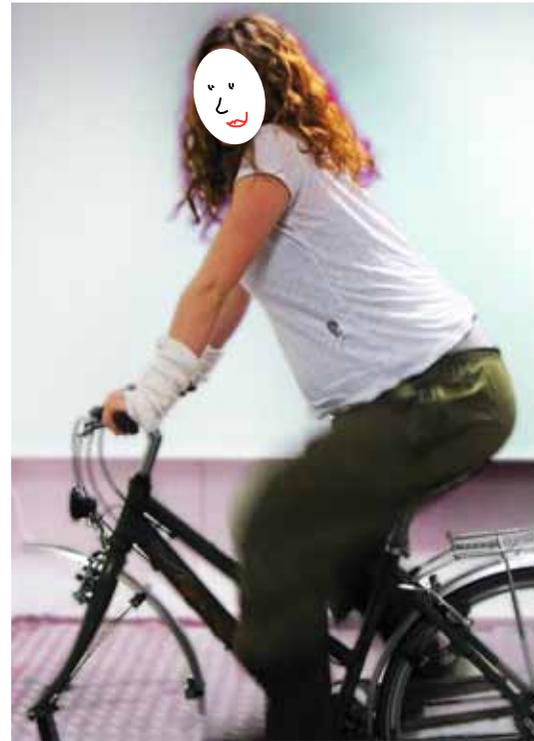
# Prototypenbau...

- mit freundlicher Unterstützung von der Firma **GebioMized** aus Münster, vertreten durch **Daniel Schade** und **Juliane Neuß**, wurde mir nicht nur viel wertvolle Information, sondern auch Material zur Verfügung gestellt
- in einen formstabilen Schaumstoff der Shorehärte 40 und mit Hilfe meiner Hilfskonstruktion zum Einspannen der Sattelschale wird der Sattel CNC-gefräst



# Messung des Prototyps...

- Larissa's Fahrrad ist zu kurz, dadurch stemmt sie die Schultern hoch und drückt die Lendenwirbelsäule heraus
- nach einer Weile sacken die Schultern wieder nach unten und der Rücken rundet sich noch stärker
- allerdings verhindern Schwangerschaft und Sattel immerhin einen totalen Rundrücken
- Gewohnheit, sich nach hinten zu stemmen, war manifestiert, dadurch die Sattelspitze unangenehm spürbar
- nach Aufforderung, sich ins Hohlkreuz zu setzen, war der Sattel von vorne bis hinten komfortabel



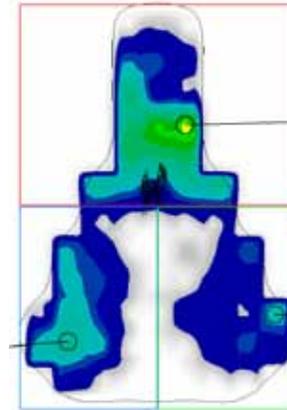
Larissa



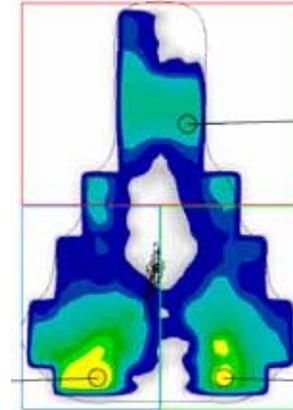
# Druckbilder, die erfrischen...

- Druckbilder von Larissa von links nach rechts oben :
  - erst der Normalsattel, punktuelle Belastung auf der Sattelnase
  - 2. der Prototyp mit rundem Rücken, hohles Aufsitzen mit Schwerpunkten vorn und hinten
  - 3. der Prototyp mit geradem Rücken, gleichmäßige Druckverteilung auf größtmöglicher Fläche
- untere Reihe von links nach rechts:
  - Rita erst mit zu waagrecht gestellter Sattelfläche, zweitens richtiger Neigung, letztes ICH
- Druckbilder zeigen, wo es noch Verbesserung bedarf:
  - hintere Beinfreiheit, Nasenspitze niedriger

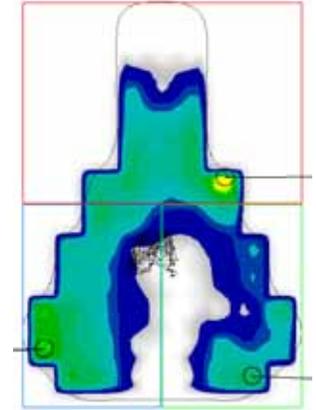
Larissa: 1. eigener Sattel



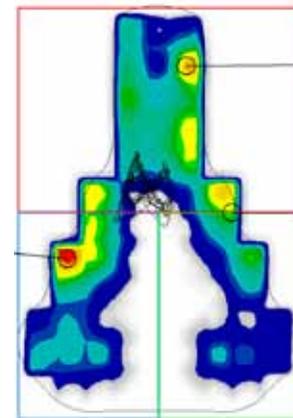
2. Proto falsch



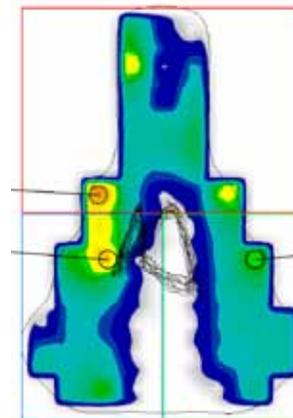
3. Proto richtig



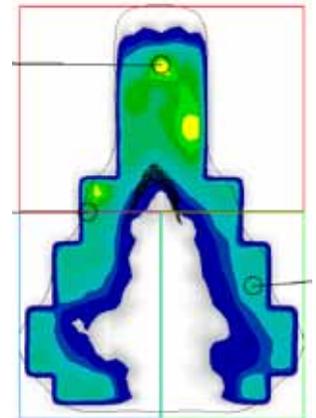
Rita falsch



Rita richtig



ICH



# Bearbeitung des Prototyps...

- entgegen der verbreiteten Meinung, je breiter, desto bequemer, sitzt man bei einem breiten Sattel nur auf der Nase, weil die Beine Platz zum Arbeiten brauchen
- oben gezeigter Prototyp vor Bearbeitung ist hinten noch zu breit undengt dadurch noch etwas ein
- im Rhino-Modell unten ist die Bewegungsfreiheit vollständig gegeben
- obere Nasenspitze, vorderes Ende der Sitzkurve, ist abgerundet



# verbesserte Version des Prototyps...

- Muskeln, Blutgefäße und Nerven mit bedacht, bleibt den Beinen an der hinteren Kante nun genug Freiraum
- die nötige Beckendynamik während des Fahrens wird gewährleistet, ohne die Möglichkeit für einen Katzenbuckel zu bieten
- für kurze oder stark gebogene Sitzkurven kann ein mehr oder weniger keilförmiges Kissen aus unterschiedlich weichem Schaumstoff die Sitzkurve verengen
- hier nur eine Ideenskizze als Modell, noch viel zu grob und zu groß (genauere Konzeptskizze existiert auf dem Papier bereits)



gute Position



schlechte Position



# letzter Test am lebenden Subjekt...

- obwohl nicht darauf hingewiesen, fahren die Probandinnen entspannt mit geradem Rücken
- auch der subjektive Eindruck ist ausgesprochen positiv
- der Sattel passt sich der Beckenform an, besonders auch auf der Sattelnase, das Keilkissen wurde bisher von keiner Testperson benötigt
- der relativ harte Schaumstoff ermöglicht Abstützung der Skeletteile und schützt so die Weichteile
- wenn die Form stimmt, ist die Härte nicht unangenehm auffallend



# Gestaltung der Oberfläche...

- die anatomisch korrekte Form bedarf einer ästhetischen Optimierung, um attraktiv zu wirken
- die Gestaltung der Oberfläche, hier als Bezug genäht, kaschiert die mittlere Verbreiterung und lässt die Form als dynamisches Ganzes erscheinen
- hier: aus Kleiderstoff-Lederimitat auf alter Haushaltsnämaschine in stundenlanger Handarbeit selbst gefertigt
- Die Falten und unsauberen Nähte stellten mich noch nicht zufrieden ...



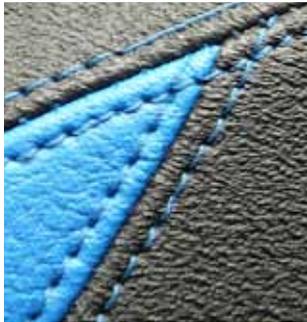
# Ausarbeitung der Oberfläche...

- durch die freundliche Unterstützung der Sattlerei Jens Günther war mir die professionelle Umsetzung möglich
- nicht nur mit dem geeigneten Material, Zeit und Rat wurde ich versorgt
- auch das Vertrauen, mit Industrienähmaschinen umzugehen ...



# Perfektionierung der Oberfläche...

- das bielastische Kunstleder ist unter anderem:
  - UV-beständig, schweiß-, und urinbeständig,
  - reißfest, hautverträglich, wasserdicht
  - und wichtig für Fahrten an der Küste :
    - salzwasserbeständig
- glatte Kanten und saubere Nähte lenken nicht mehr von der Gestalt ab



# Varianten...

- das Keilkissen ist einfach gestaltet, denn je weicher der Schaumstoff, desto stärker sind die Nähte beansprucht und auch spürbar
- Keilkissen befindet sich hier noch im Konzeptstadium, zeigt aber bereits, dass durch die spezifische Form ein Verrutschen des Bezugs unmöglich ist, wodurch es für eine präzise Individualisierung interessant wird



