

Allgemein

Ein konkretes Beispiel bietet meine praktische Arbeit an einem Fahrradsattel für Frauen. Bevor es direkt um die Form des Sattels ging, war eine besonders ausführliche Recherche von größter Wichtigkeit.

80% der Bevölkerung haben keinerlei Basiswissen über die Ergonomie auf dem Fahrrad und fahren dennoch täglich damit, um zumindestens die Brötchen zu holen. Dabei treten gerade heute, wo die Hersteller dieses Kulturgegenstandes selbst schon die gravierendsten Fehler machen, die größten gesundheitlichen Probleme auf. Die Produzenten verschiedener Fahrradtypen versuchen dabei, sich den Gebrauchsbedingungen der Radler anzupassen. Sportliche Fahrräder mit vorgeneigter Haltung, also Rennrad, Trekkingrad, MTB (=Mountainbike) und Reiserad, fordern 3 Belastungspunkte des Körpers. Diese sind die Füße auf den Pedalen, das Becken auf dem Sattel und die Hände auf dem Lenker. Dabei ist der Winkel zwischen Arm und Oberkörper von größter Wichtigkeit, dazu später mehr. Bei aufrechter Fahrhaltung auf einem Hollandrad fallen die Belastungspunkte der Arme als Stütze weg, so dass der besagte Winkel hier keine Rolle mehr spielt. Hält man den Rücken gerade, gemäß seiner natürlichen Doppel-S-Kurve, so liegt die hauptsächliche Belastung auf den Pedalen, danach folgt die Belastung auf dem Sattel aber die Hände werden nur gering belastet. Bei einer totalkyphotischen Haltung (Rundrücken) kann die Rückenmuskulatur den Oberkörper in der geneigten Sitzposition nicht mehr tragen und das gesamte Gewicht fällt auf die Hände. Durch den Rundrücken fällt das Becken nach hinten (Beckenaufrichtung) und entlastet den vorderen Schambereich. Daher wird diese Haltung unter anderem auch zur Kompensation bei schmerzenden Weichteilen eingenommen.

Die drei Belastungspunkte sind aber unterschiedlich tragfähig. Die Hände sind die sensibelsten, die Last-“Hasser“ und dulden maximal 10 bis 20% des Körpergewichtes. Das Gesäß ist schon etwas standhafter, ein Last-“Dulder“, der bis zu 50% des Körpergewichtes erlaubt. Die Füße sind im eigentlichen Sinne zum Tragen der Körperlast gebaut, sie tragen bis zu 200% des Körpergewichtes, wobei man hierbei vom normalgewichtigen Menschen ausgehen muss!

In den letzten 50 Jahren kam es, wie angedeutet, zu etlichen Fehlentwicklungen im Fahrradbau. Ein Grund dafür liegt darin, dass die durchschnittliche Körpergröße in den letzten 5 Jahrzehnten um etwa 15 Zentimeter zugenommen hat, was vom Fahrradbau komplett unbeachtet geblieben ist, denn die Räder wurden nicht größer, sondern nur kompakter und kürzer. Im Durchschnitt fehlen 10 bis 20 cm an der Gesamtlänge. Die Rahmengenometrien von Sporträdern sind in den letzten 40 Jahren unverändert geblieben, nur mit dem entscheidenden Unterschied, dass diese damals ausschließlich mit Rennlenker gefahren wurden. Der Rennlenker bringt durch seine Form, unabhängig vom Vorbau, 10 bis 15 Zentimeter mehr Sitzlänge mit sich. Das wurde damals mit eingerechnet, weil man auf diese Weise den Rahmen leicht und kompakt bauen konnte und dennoch die ausreichende Sitzlänge erreichte. Mit den heutigen geraden Lenkern, nach MTB-Bauart, fehlen 15 bis 20 Zentimeter in der Länge.

Dieser Fahrradtyp wird heute Treckingrad genannt und ist eine relativ junge Entwicklung aus den letzten 20 Jahren. Es ist ein teilweise gedankenloses Übertragen von der Idee des MTB auf die Fahrradgeometrie des ursprünglichen Reiserennrades. Das ursprüngliche MTB hatte korrekte Maße. Das lange Oberrohr wurde für mehr Schrittfreiheit im Gelände niedrig gebaut, das Sattelrohr war daher verhältnismäßig hoch herausgezogen. Das Trekkingrad ist aber aus dem Reiserennrad entstanden, wobei nur ein gerader Lenker angebaut wurde. Dadurch fehlen mindestens 15 Zentimeter an der Sitzlänge. Dabei war die grundlegende Rahmenform der einfache geteilte Rhomboid.

Da der Rahmenbau nicht länger auf Muffenverbindungen mit festgelegten Winkeln angewiesen ist, sondern durch geschweißte Verbindungen alle Winkel realisiert werden können, schleichen sich auch neben den wirklich guten Ansätzen sehr fatale und unergonomische Ideen ein.

Anpassung der Fahrradgeometrie

Wird die Fahrradgeometrie richtig gewählt und eingestellt, kann man insgesamt nicht nur seine Gesundheit erhalten, sondern auch die Antriebsleistung spürbar verbessern. Dazu muss man einiges beachten. Abgesehen von folgenden Einstellungen am Rad selbst, kann man die Antriebsleistung durch die Tritttechnik verbessern. Das Treten mit dem Vorfuß ist vorzuziehen. Beim Mittelfußtreter ist anzunehmen, dass er damit eine zu niedrige Sattelhöhe unbewusst kompensiert. Außerdem sollte man auch hier die Last reduzieren, indem man immer einen leicht zu tretenden Gang wählt und eine recht hohe Trittfrequenz beibehält. Das erspart nicht nur einen frühzeitigen Verschleiß der Zahnräder am Fahrrad, sondern auch einen frühzeitigen Verschleiß der Gelenke, die man schwieriger ersetzen kann. Das Treten mit dem Vorfuß ist deshalb so wichtig, weil das Sprunggelenk in dieser Haltung eine leicht schräge Kniebewegung gut ausgleichen kann. Die Kniegelenkachse verläuft nie exakt waagrecht, parallel zum Boden oder 90° zum Schienbein. Während mit dem Mittelfuß oder gar der Ferse getreten wird, könnte das Sprunggelenk in seiner eingeschränkten Beweglichkeit die Kniebewegung nicht ausgleichen. Das würde das Knie in eine unnatürliche Bewegung zwingen, was dem Gelenk auf Dauer extremen Schaden zufügen kann.

Die Sattelhöhe muss so eingestellt werden, dass das Bein voll durchgestreckt ist, wenn man in der fahrradspezifischen Vorneigung sitzt -Hände an den Lenker, denn die Beckenkipfung verändert durch die Lage der Hüftgelenke die Beinlänge - und mit dem Vorfuß bei waagerechter Fußhaltung das Pedal in der Verlängerung des Sattelrohrs ganz nach unten tritt. Da beim Fahren die Ferse leicht angehoben wird, ist das Bein dann nicht ganz durchgestreckt und die Achillessehne wird nicht zu überstreckt. Die meisten Menschen fahren mit zu niedrigem Sattel. Sie merken es erst, wenn die Knie schmerzen.

Die Sattelposition über dem Tretlager muss so gelegen sein, dass in waagerechter Kurbelposition das Knie des vorderen Beines stimmt (siehe Abb. Letzte Seite). Das bedeutet, würde man am Knie ein Lot befestigen, sollte dieses auf die Pedalmitte zeigen und zugleich auf den Ballen. Dadurch liegt der Körperschwerpunkt, der sich in dieser Haltung an der Unterkante des Brustbeines befindet, vor dem Tretlager, so dass man beim Treten die Körperlast einsetzen kann und weniger Muskelarbeit braucht. Bei stark vorgeneigter Sitzposition, das heißt, der Lenker ist deutlich tiefer als der Sattel eingestellt, wie bei einem Rennrad, sollte das Knie sogar vor der Pedalachse liegen, um den Winkel zwischen Oberkörper und Oberschenkel etwas zu öffnen. Dadurch kann der Radler besser atmen und der Bauchinnendruck wird reduziert. Der größere Winkel im Hüftgelenk bedeutet außerdem eine bessere Blutzufuhr für die Beine.



Die Kurbellänge ist etwas schwieriger anzugleichen, denn der Markt bietet hierzu keine ausreichenden Möglichkeiten. Die Standardlänge einer Kurbel beträgt in etwa 17,5 Zentimeter, was wie so oft das Maß für den durchschnittlich großen Menschen darstellt. Dabei ist der Radius, den die Kurbel beim Treten beschreibt, gerade so groß, dass der Radfahrer in der untersten Pedalstellung mit ausgestrecktem Bein bequem im Pedal steht und in der obersten der Winkel im Knie nicht spitzer als 90° ist. Ein Winkel spitzer als 90° erzeugt einen ungünstig hohen Druck auf die Kniescheibe, wodurch die angrenzenden Knorpelflächen beschädigt werden können. Für Menschen, die kleiner sind als der Durchschnittsmensch, ist der Radius der Kurbel zu groß, was dazu führt, dass sie bei passendem Abstand zwischen unterster Pedalstellung und Sattel am oberen Totpunkt das Knie zu stark anwinkeln müssen. Der spitze Winkel führt instinktiv dazu, dass kleine Leute ihren Sattel lieber extra hoch einstellen, um den Winkel zu entschärfen. Dadurch müssen sie das Bein in der untersten Pedalstellung etwas stärker strecken. Für Rennräder und Räder mit Nabenschaltung gibt es kürzere Kurbeln zu kaufen, die aber wegen der mangelnden Nachfrage teurer sein können. Eine 15 Zentimeter lange Kurbel spart in der Gesamtlänge bereits 5 Zentimeter ein.

Für eine gute Sitzposition auf dem Fahrrad ist der 90° Winkel zwischen Oberkörper und Oberarmen wesentlich. Versucht man einmal, aus der Bauchlage Liegestütze zu machen, wird deutlich, wie unterschiedlich der Energieaufwand dabei sein kann. Setzt man die Hände knapp neben dem Kopf an oder auch knapp unter der Brust, dann kostet es unheimlich viel Kraft und führt vielmehr zu einem Muskelkrampf, als dass man es in die vollständige Armstreckung schafft.



Setzt man die Hände rechts und links neben den Schultern an, ohne dabei zu breit auseinander zu gehen, ist das mit vergleichsweise geringem Kraftaufwand machbar. Liegestütze sind nur dann effektiv möglich, wenn die Hände auf Höhe der Schultern angesetzt werden und in voller Armstreckung längs einen 90° Winkel mit dem Oberkörper bilden. Genauso ist es auch auf dem Fahrrad. Bei einem Winkel von etwa 90° ist die Kraftübertragung optimal. Das Gelenk besitzt durch die verhältnismäßig kleine Gelenkpfanne von Schlüsselbein und Schulterblattrand, und durch die Tatsache, dass dieses Gelenk an der beweglichen Hebelarmseite der Schulter liegt, nach oben hin die größte Beweglichkeit. Es bekommt aber in diese Richtung deshalb kaum Stabilität, es sei denn durch enorme Muskelarbeit. Nach hinten hingegen ist das Bewegungspotential relativ gering.



Die großen Knochenplatten der Schulterblätter und ihrer Muskeln stabilisieren die Rückseite. Daher kann ein Druck in diese Richtung ohne große Anstrengung erfolgreich abgefangen werden.

Ist der Winkel zu spitz, gleich den Liegestützen mit den Händen unterhalb der Schulter, so geht die Last diagonal nach oben in das Schultergelenk und kann nur mit großer Muskelkraft gehalten werden. Diese Position wird durch eine zu kurze Distanz zwischen Lenker und Sattel verursacht. In Folge wird der Winkel in der Schulter korrigiert, indem man die Schulter aufwölbt und sich nach hinten drückt, wodurch das Becken aufgerichtet und die Wirbelsäule nach hinten gekrümmt wird. Nun hat der Winkel zwar 90° , der Druck auf die Handgelenke ist aber größer, da der Oberkörper nun noch weniger vom runden Rücken getragen werden kann.

Die Rückenrundhaltung verursacht einen unphysiologischen Druck die Bandscheiben, was durch Erschütterungen bei unebenen Wegen noch verstärkt wird. Es entsteht der Eindruck, die Distanz zum Lenker wäre noch immer zu lang.



Sitzt man mit aufgerichtetem Becken und rundem Rücken auf einem Trekkingrad, fallen die Schultern nach vorne und man muss den Kopf in den Nacken legen. Die Halslordose wird verstärkt, die vorderen Muskelgruppen werden überdehnt und die Nackenmuskeln werden extrem angespannt. Die Folge ist eine steife und schmerzende Nackenpartie. Außerdem werden die Rückenmuskeln überdehnt, und die Lendenlordose wird nach hinten weggedrückt. Dabei werden die Bandscheiben extrem belastet und die kleinen Wirbelgelenkkapseln überdehnt. Die S-Form der Wirbelsäule, die eine Federung wie auch das Selbsttragen der Last bedeuten würde, fehlt und verstärkt so den Lastdruck auf die Hände.

Auf dem Cityrad wird der Rundrücken durch die hoch gehaltenen Hände provoziert und wirkt sich dabei ähnlich aus, denn selbst in der scheinbar aufrechten Haltung muss die starke Wirbelsäulenkyphose durch eine verstärkte Halslordose kompensiert werden. Es besteht die selbe Belastung im Nackenbereich, da der Kopf ebenso in den Nacken gelegt wird. Die Wirbelsäule leidet unter den selben Belastungen. Zusätzlich nimmt die hohe Lenkerposition, die durch das nach hinten Herausdrücken des Rückens und den so verkürzten Weg zum Lenker gefordert wird, der Wirbelsäule die letzte Stützaufgabe und trägt ihrerseits zum Halten des Rundrückens bei und oft auch zu einschlafenden Armen.



Die Beckenaufrichtung in der vorgebeugten Haltung geschieht auch als Kompensation auf Grund des unangenehmen Drucks auf die Weichteile an der Sattelnase.

Um die volle Kraft auf die Pedale übertragen zu können, muss das Becken gut fixiert sein (erinnere an Kapitel Becken, höhere Beweglichkeit innerhalb des Beckens bedeutet Kraftverlust in Form von Zeitverzögerung...ein solcher Mensch ist kein guter Sprinter). Man kann die richtige Geometrie auch ohne Fahrrad relativ zutreffend ausrechnen. Man stelle sich ein Dreieck mit rechtem Winkel vor und plaziere den rechten Winkel im Schultergelenk mittig. Die messbare Strecke von der Faustmitte über den ausgestreckten Arm zur Schulter ist Strecke A, die Strecke von der Schulter bis zur Sattelmittige (Rückenlänge) ist B und der dritte Schenkel ist die Strecke von der Sattelmittige zur Faustmitte. Da der rechte Winkel gegeben ist, lässt sich nun C gut über den Satz des Pythagoras ausrechnen: $c^2 = a^2 + b^2$.

Die Lenkerhöhe spielt bei dieser Rechnung keine Rolle, aber grundsätzlich sollte dieser nicht mehr als 10 Zentimeter höher als der Sattel sein, da sonst die Rückenmuskulatur nicht mehr gefordert wird. Alles was nicht dieser ergonomisch sinnvollen Geometrie folgt, führt über kurz oder lang zur Beckenaufrichtung.

Die Angabe der Rahmenhöhe allein sagt noch nichts über das Passen des Rades auf einen Menschen aus, sondern höchstens, ob derjenige noch über dem Rad stehen kann. Die Oberrohrlänge steht nur in einem schwachen Zusammenhang zur Rahmenhöhe. Außerdem liegt das Tretlager bei vollgefederten Rädern deutlich höher über dem Boden als bei ungefederten, so dass man im Zweifelsfalle noch nicht einmal sicher sagen kann, ob derjenige überhaupt über dem Rahmenrohr stehen kann.

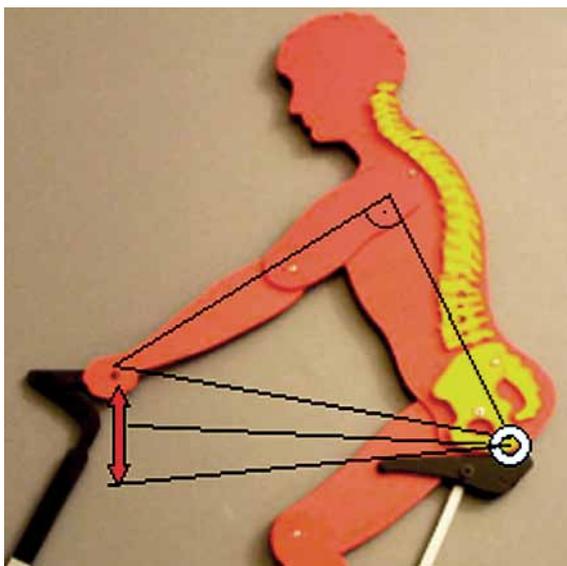
Die verschiedenen Fahrradtypen fordern die Muskulatur in unterschiedlichem Maße. In der aufrechten Haltung des City- oder Hollandrades wird hauptsächlich die Bein- und untere Rückenmuskulatur angesprochen, beim Hollandrad noch deutlich besser die Rücken- bzw. Haltemuskulatur. Bei der vorgebeugten Position des MTB oder Trekkingrades ist beinahe die komplette Skelettmuskulatur im Einsatz.



Es ist zwar enttäuschend und paradox, in längerer Hinsicht aber ein Segen, denn eine ergonomisch sinnvolle und korrekte Haltung muss „anstrengend bequem“ sein, weil möglichst viele Muskeln beteiligt sind. Dadurch bleiben alle Muskeln des Halteapparates gleichmäßig aktiv und einsatzbereit. Muskeln, die nicht benutzt werden, baut der Körper ab. Es entsteht ein muskuläres Ungleichgewicht, das zu Haltungsschäden und damit verbundenen Problemen führt. Daher ist es auch oder gerade beim Fahrradfahren wichtig, die Arbeit auf möglichst viele Muskeln zu verteilen. Das ist aber nur dann möglich, wenn die Geometrie des Fahrrades dies zulässt. Neben dem Trekkingrad muss man Cityrad und Hollandrad strikt voneinander unterscheiden.

Das Cityrad ist infolge einer falschen Schlussfolgerung vieler Orthopäden entstanden, die der Ansicht waren, dass ein hoher Lenker die gerade Sitzhaltung begünstigen würde. Tatsächlich bewirkt das aber das genaue Gegenteil. Durch die hohe Handhaltung gewinnt der Rumpf ein Gefühl von Halt durch die Arme und gibt seine eigene Haltearbeit auf. Die Industrie bedient immer die Nachfrage und baute das Cityrad mit zu kurzer Sattel-Lenker-Distanz und zu hohem Lenker. Die Arme sind waagrecht zum Lenker ausgerichtet und blockieren den Oberkörper so in seiner Beweglichkeit. Das natürliche Ausbalancieren des Oberkörpers kann nicht mehr stattfinden und man fällt spätestens dann in den Rundrücken. Die hohe, unnatürliche Dauerhaltung der Arme stört bei empfindlichen Menschen zusätzliche die Durchblutung der Hände.

Das Hollandrad hingegen hat seinen Lenker tief in Oberschenkelhöhe und lässt dem Oberkörper die nötige Bewegungsfreiheit und fordert zur eigenen Balance auf. Die Lenkergriffe zeigen nach hinten, so dass die Arme dicht am Körper bleiben. Die Position ähnelt dem des Reitens auf einem Pferd und damit auch der des aufrechten Gehens. Das Ausbalancieren des Oberkörpers ist problemlos möglich. Die Arme und Hände sind die einzigen Körperteile ohne Stützaufgabe, ihre Haltung behindert nicht den Rest des Körpers. Die Hollandradposition ist die ursprünglichste von allen Positionen. Die Wirbelsäule behält ihre Doppel-S-Form bei (so fern es der „Reiter“ will) und der Rumpf behält seine Balanceaufgabe. Damit liegen die wichtigsten Grundsätze für eine ergonomische Haltung auch auf dem Fahrrad auf der Hand. Die doppelt geschwungene, natürliche Form der Wirbelsäule schützt in jeder Lage vor Überlastung.



Die Doppel-S-Form der Wirbelsäule ist auch beim Fahrradfahren wichtig, denn sie fördert die funktionelle Belastung der Muskulatur. Sie wirkt wie eine Feder elastisch und stoßdämpfend, und ermöglicht zudem auch noch die Drehung um die Längsachse.

Erst in dieser Form ist die Stabilisierung des Beckens durch Muskulatur möglich, wodurch die Antriebsleistung der Beine verbessert wird. Das funktioniert aber nur, solange die Haltemuskulatur auch arbeiten kann.

Wer in vorgebeugter Haltung (Reiserad o.ä.) mit üblichem zu kurzem Sattel-Lenker-Abstand die Arme zu stark durchdrückt und sich abstützt, wird zwangsläufig auch in den Rundrücken fallen und das Becken aufrichten, da der Körper von sich aus nach dem rechten Winkel zwischen Oberarm und Oberkörper sucht. Durch das Durchdrücken der Arme werden diese steif und zu einem Punktum Fixum. Die Federung durch die Arme fällt weg und der Rundrücken setzt sich in einer Auswölbung der Lendenlordose fort. Alle Fehlhaltungen landen in der Beckenaufrichtung und die Aufrichtung hat immer dieselben Folgen (z.B. Bandscheibenvorfall), kann aber unterschiedliche Ursachen haben. Ein zu tiefer Sattel kann ebenso dafür verantwortlich sein, wie ein zu hoher Lenker, ein falscher Sattel oder wenn der Sattel ungünstig nach hinten geneigt ist und die Sattel-Nase dadurch zu hoch steht. Ebenso eine in sich falsche Fahrradgeometrie, wie ein zu kurzes Oberrohr und ähnliches können mögliche Ursachen sein.

Die Beckenaufrichtung ist die wirkungsvollste und schädlichste Kompensationshaltung, die es gibt. Infolge dessen kommen die Beschwerden in Nacken, Schulter, Rücken und Handgelenken zustande, deren Ursachen fast immer an der falschen Stelle gesucht werden.

Drucklast und Sattelform

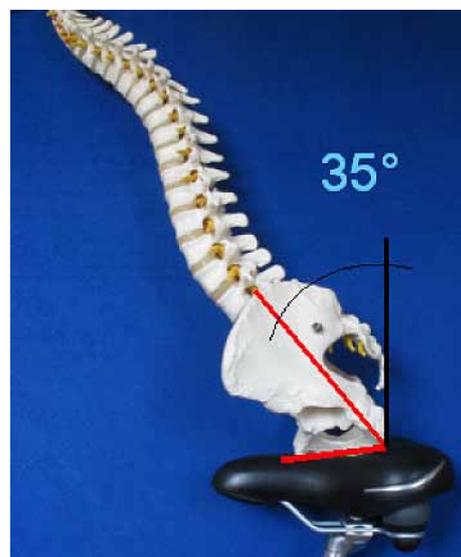
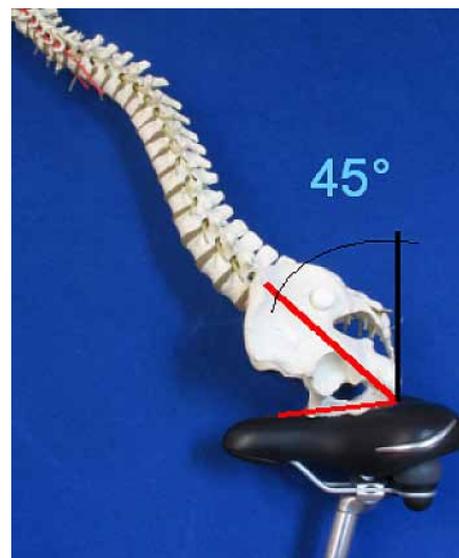
Der Druck, der beim Radfahren auf so wenige Körperpunkte begrenzt ist, macht sich schnell unangenehm bemerkbar, weil Druck gleich Kraft pro Fläche ist, sich also das gesamte Körpergewicht auf diese kleinen Bereiche verteilen muss. Um den Druck zu verringern, muss man also eine sinnvolle Lastverteilung durch die richtige Fahrradgeometrie herstellen, und andererseits die Auflageflächen am Lenker und auf dem Sattel optimieren. Da die Füße dafür ausgelegt sind, das doppelte Körpergewicht allein zu bewältigen, ist es generell besser, dass mehr Körperlast auf die Pedale fällt. Beim Rennrad können das bis zu 80% des Körpergewichtes sein, wodurch der Druck auf dem Sattel vorteilhaft gering wird. Das Eigengewicht der Beine liegt aber nur bei einem Drittel des Gesamtgewichtes, was bewusste Arbeit für die Lastverteilung bedeutet, um die restlichen 2/3 des Oberkörpers weitgehend auf die Pedale zu verlagern. Dafür ist ein geeignetes, nicht zu weich besohletes Schuhwerk von Bedeutung. Das Verhältnis der Lastverteilung verstärkt oder verändert sich noch, sobald man ein Gepäckstück auf dem Rücken trägt oder übergewichtig ist.

Erst, wenn die gesamte Fahrradergonomie stimmig ist, kann man an die Problembeseitigung bei Sattelform und Griffen nachdenken. Die Überlegung sollte nicht sein, wie belaste ich meine Hände schonender, sondern vielmehr, wie bekomme ich die Last von den Händen weg! Nach der Anpassung der Geometrien muss man dem Körper und den Muskeln Zeit geben, um sich dementsprechend umzugewöhnen und vom Muskelaufbau her anzupassen. Die richtige Haltung lernt man nicht an einem Tag. Erst wenn die Muskulatur der Lendenwirbelsäule ausreichend aufgebaut ist, um den Oberkörper zu halten, wird man einen Effekt in Form einer Entlastung der Handgelenke spüren können. Für die Umgewöhnungszeit ist ein etwas erhöhter Lenker manchmal hilfreich. Dieser sollte aber nicht mehr als 10 Zentimeter höher als der Sattel sein und auf keinen Fall die notwendige Distanz zum Sattel verkürzen.

Ergonomisch betrachtet ergibt der Rennlenker die beste Handhaltung, weil hier die Handrücken nach außen zeigen und die Handachse eine Verlängerung der Unterarmachse bildet, so dass die Arme zum Körper hin einfedern können. Beim geraden Lenker wie beispielsweise beim MTB, wo die Handrücken nach oben zeigen, müssen die Arme beim Einfedern nach außen hin ausweichen. Während bei der Rennradhandhaltung sämtliche Muskeln am Arm eine Aufgabe haben, auch wenn sie im Fall des Bizeps nur statisch ausfällt, sind am geraden Lenker die Beuger in der Handhaltung auch nicht statisch beteiligt. Die leichte nach hinten geneigte Biegung vieler Lenker macht das Einfedern fast vollständig unmöglich, weil die Hand im Gelenk seitlich stark verwinkelt wird.

Eigentlich entgegnet das ihrer natürlichen Bewegungsrichtung. Das kostet viel Kraft und schadet den Gelenken. Eine Alternative sind Lenker-Hörnchen, welche die Handgelenke, sofern die Hörnchen im richtigen Winkel angebracht werden, wieder in einer günstigen Position zum Körper und in ihren Gelenken bringen. Die Lenkerbreite muss der Schulterbreite angeglichen werden, denn eine zu breite Stellung führt auch hier wieder zu Muskelverspannungen und -verhärtungen in den Schultern auf Grund von erhöhtem Muskelaufwand.

Stimmt die Sitzgeometrie, geht die Problembeseitigung beim Sattel gleich in ein neues Kapitel. Es gibt unzählige verschiedenen Sattelmodelle und die meisten haben dasselbe Problem: sie passen sich dem Körper nicht genügend an und verursachen relativ schnell Beschwerden. Die Fraktion der „Unisex“-Sättel kann man von vornherein nicht ernst nehmen, da der Beckenbau von Mann und Frau sich so gravierend unterscheidet, dass kein Sattel beiden genügen könnte. Schaut man sich die Abbildung der nächsten Seite etwas genauer an, dann sieht man, dass der Winkel zwischen Schambein-Tangente und Wirbelsäulen-Tangente beim Mann kleiner ist als bei der Frau.



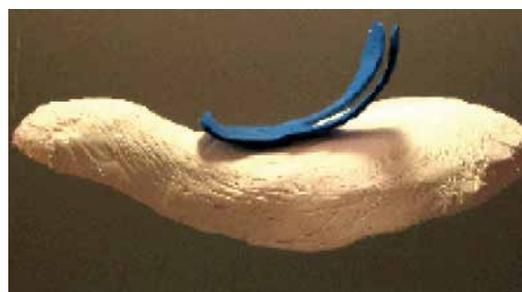
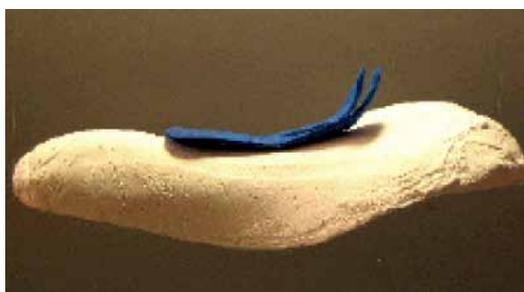
Die Neigung nach vorne bei gerader Wirbelsäule ist beim Mann um 10° stärker möglich als bei der Frau, die nur einen Winkel von etwa 35° Oberkörperneigung zur Sattelfläche schafft. Der Grund dafür ist unter anderem die gebogene Form der Schambein-Sitzbein-Bögen des weiblichen Beckens und die insgesamt offenere Form des kleinen Beckens zwecks Gebärtauglichkeit.

In den folgenden Abbildungen kann man den Unterschied der Auflageflächen zwischen den Geschlechtern deutlich erkennen. Links, jeweils das männliche Becken, hat ebene Schambein-Sitzbein-Kufen und findet daher auf ebenen Flächen auch eine gute Druckverteilung. Die weiblichen Schambeinkufen gehen nicht nur breiter auseinander, sie sind auch stärker gebogen.



Der Abstand der Sitzbeinhöcker hat weniger Bedeutung als viele Sattlerhersteller meinen. Nur in der aufrechten Haltung auf City- und Hollandrädern kommen sie wirklich zum Tragen,

Dadurch liegen sie auf ebenen Flächen immer nur punktuell auf. Der Versuch, die schmerzverursachenden Flächen im Sattel einfach auszusparen, hat einen gegenteiligen Effekt erzielt.



während in der leicht bis stark vorgebeugten Haltung die Schambein-Sitzbein-Bögen auf dem Sattel aufliegen und diese bewegen sich auf dem Weg zur Symphyse (Schambeinfuge) aufeinander zu. Der Abstand wird also geringer, je weiter man sich nach vorn neigt. Für den Mann gibt es bereits einigermaßen gute Sättel, da sein Schambein-Sitzbein-Bogen eine relativ ebene Auflagefläche bietet und seine Weichteile zum größten Teil vor dieser gelegen ist. Für Frauen gibt es bislang noch keinen wirklich gut passenden Sattel, der allen folgenden Voraussetzungen genügt, was auf der nachstehenden Abbildung sehr deutlich wird.

Ein Frauensattel muss ohne große Verformungsarbeit der Wölbung der Schambein-Sitzbein-Übergänge entsprechen und deren Kufen eine durchgängige Auflagefläche bieten. Ein Abrutschen oder Abrollen nach vorne sollte gar nicht möglich sein und die Sattelnase darf die Oberschenkel nicht in ihrer Bewegungsfreiheit einschränken.

Der Druck muss nun auf noch weniger Fläche verteilt werden und verursacht auch in den ausgesparten Bereichen größere Druckschmerzen, als bei einem Sattel ohne Loch, wobei die Weichteile geradezu in das Loch gepresst werden können. Wissenschaftliche Tests haben ergeben, dass der Druck auf die Blutgefäße nicht im geringsten verringert wird, im Gegenteil. Die seitlich verbleibenden schmalen Auflagekufen üben auf die Gefäße der Haut einen so starken permanenten Druck aus, dass Druckgeschwüre entstehen und Hautpartien nekrotisch werden können. Die erhöhte Gefahr der Impotenz oder anderer Schäden im Genitalbereich durch den Druck auf der Sattelnase ist erwiesen.

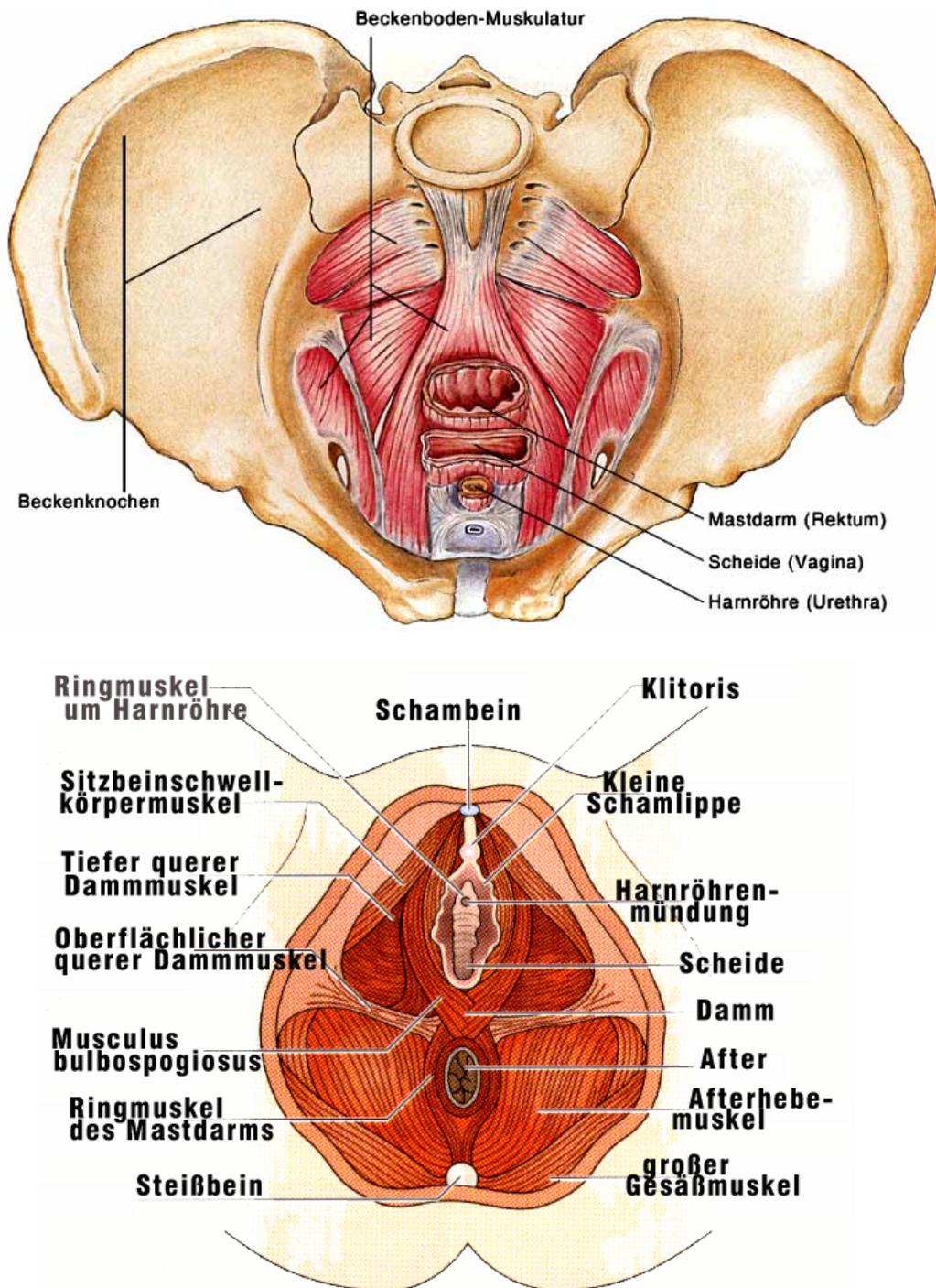
Jedoch ist ein Weglassen der Sattelspitze, wie von vielen gefordert, nicht unbedingt sinnvoll, da die benötigte vordere Auflagefläche für die Schambeinbögen damit auch wegfällt. Besonders ungünstig ist das bei Schwangeren und Übergewichtigen, weil der Körperschwerpunkt nach vorne verschoben wird.

Dadurch wird auch das Becken stärker nach vorne gekippt und benötigt an der Symphyse, wo die Schambeine verbunden sind, die stärkste Auflagefläche. Satteldruckanalysen mit Schwangeren haben ergeben, dass der Druck auf die Sattelnase mit zunehmenden Schwangerschaftsmonaten deutlich zunimmt, wobei gleichzeitig der Druck auf die Sitzbeinhöckern abnimmt. Man muss vermuten, dass die Form der Sattelnase dem Körper immer noch nicht richtig angepasst ist.

Einer anderen Studie zu Folge sinkt die Sauerstoffversorgung im Genitalbereich nach weniger als 3 Minuten Fahrradfahren um bis zu 80%. Bei einer schmalen convex geformten Sattelnase, die punktuell zu einem ebenfalls convexen Körperteil Kontakt hat, kann das nicht verwundern. Dabei ist es völlig belanglos, wieviele Design Awards ein „schicker“ Sattel gewonnen hat oder nicht.

Die weit verbreitete falsche Fahrradgeometrie, wie sie weiter oben beschrieben wurde, hat zahlreiche gesundheitliche Folgen. Besonders wenig professionell Rad fahrenden Menschen bewegen sich oftmals mit fataler Geometrie. Verschiedene Studien berücksichtigen dies aber nicht und so kann man nur vermuten, warum gerade Amateurmountainbiker (44 Personen in einer Studie) in einer solchen zu 96% pathologische Veränderungen in den Hoden im Ultraschallbefund zu beklagen hatten. Dabei handelte es sich um Verkalkungen im Hodenbereich, Wasserbrüche, Spermazysten und ähnliches. Auch Hodenverdrehungen, die, sofern sich nicht operativ korrigiert werden, zum Absterben der Hoden führen können, wurden verzeichnet.

In der Vergleichsgruppe (leider war diese nicht weiter beschrieben) waren hingegen nur 16% betroffen.



Unklar bleibt, inwiefern die reine Form des Sattels verursachend für diese Schäden gewirkt hat -abgesehen von der ungünstig eingestellten Neigung und Position. Demnach steckt die Entwicklung der Sattelform immer noch in den Kinderschuhen. Folgender Satz aus einem Internetartikel (www.jungwirth.info/andrologie-8.htm) sollte jedem, der die Absicht hat, einen Sattel zu bauen, im Hinterkopf verbleiben:

„Die zur Zeit auf dem Markt befindlichen Fahrradsättel egal ob harter Rennsattel oder weicher Turnsattel, führen zu einem konstanten Druck auf die Blutgefäße und Nerven (Arteria und Vena pudenda bzw. Nervus pudendus) und diese Gefäße bzw. Nerven werden durch den konstante Druck geschädigt.“

Vorgeschädigten wird angeraten, einen geteilten Sattel, bei dem die Nase komplett fehlt, und dessen zwei Backen gegeneinander beweglich sind, zu benutzen. Allerdings findet auf diesem Modell das Becken bei vorgeneigter Haltung nicht die nötige Stützung, was wiederum wegen der möglichen Überlastung der Rückenmuskulatur einen erhöhten Druck auf die Handgelenke bedeuten kann.

Auch im aufrechten Fahren etwa auf einem Hollandrad, findet das Becken durch die beweglichen Teile nicht die notwendige Fixierung und der Radfahrer verliert dabei viel Kraft für den Antrieb. Daher ist dieser Sattel nicht einmal als Übergangslösung empfehlenswert. Viel wichtiger wäre es, eine Schädigung von vornherein zu vermeiden, sowohl durch eine sinnvolle Fahrradgeometrie, als auch durch einen wirklich durchdachten ergonomischen Sattel. Aber auch die Fitness der inneren organhaltenden Muskeln tragen zu einem geringeren Druck auf den Genitalien bei und verringern zudem das Inkontinenzrisiko im Alter. Die dafür zuständigen Beckenbodenmuskeln halten die Geschlechtsorgane im Beckeninneren und unterstützen die Schließmuskeln. Ist dieser Muskelverbund zu schwach, kann es zu einer Absenkung der inneren Organe (z.B. Gebärmuttervorfall) und zur Inkontinenz kommen. Das bedeutet beim Sitzen einen erhöhten Druck von oben nach unten, denn nur diese Muskeln halten die Organe wie Gebärmutter, Blase und Enddarm in ihrer vorgesehenen Position. Zusätzlich unterstützen verschiedene Bänder die Muskeln, die aber auch elastisch und dehnbar sind. Bindegewebsstränge, in welche die Nerven und Gefäße eingelagert sind, versorgen die Organe (Paracysticum – Harnblasenversorgung, Parametrium – Gebärmutterversorgung, Paracolpium – Scheide, Paraprocticum – Enddarm). Körperlich harte Arbeit, Verstopfung, chronischer Husten und schwere Geburten können die Ursache für eine Schwächung und ein Ausleiern dieser Bänder sein, da das Pressen der Bauchmuskeln in allen Fällen die Organe nicht nur in den Bauch, sondern auch in den Beckenboden drückt.

Übergewicht kann eine ähnliche Wirkung haben, da das zusätzliche Gewicht permanent stark nach unten wirkt. Sind die Organe ersteinmal vorgefallen und kommen nicht mehr in ihre ursprüngliche Lage zurück, kann es bereits beim Sitzen auf einem Stuhl zu Verletzungen kommen. Daher ist es äußerst wichtig, das Training des Beckenbodens so früh wie möglich in ein tägliches Trainingsprogramm aufzunehmen, um solche Beschwerden von vornherein zu vermeiden. Die folgenden Abbildungen zeigen die Beckenbodenmuskeln einmal von innen und einmal von außen. Es wird deutlich, dass die relativ große Öffnung nur durch einen kräftigen Muskel gesichert wird. Besonders bei der Frau muss die zusätzliche Öffnung (Vagina) zusammen mit einem zusätzlichen Organ (Uterus) im Muskelverband getragen werden.

Das Radfahren ist für jemanden mit Beckenbodenmuskelschwäche denkbar ungünstig. Man muss also zunächst von einem intakten Muskelverband ausgehen und dafür sorgen, dass das so bleibt. Dafür ist die Weichheit des Sattels, auch Shore-Härte genannt, maßgeblich.

Die Shore-Härte des Schaumstoffes richtet sich nach der Dauer des Fahrens. Je länger man auf dem Fahrrad verbringt, desto härter sollte der Schaumstoff sein. Das mag unlogisch erscheinen, ist aber erklärbar. Langzeitradler müssen besonders darauf achten, dass ihre Weichteile geschützt werden. Finden die Skeletteile eine Auflagefläche, die weitgehend formstabil bleibt, kommen die Weichteile zwischen ihnen gar nicht zu stark zum Aufliegen. Ist der Schaumstoff jedoch weicher, versinken die Knochen zu tief in ihm und der Druck auf die Weichteile erhöht sich dementsprechend. Diejenigen, die täglich über eine halbe Stunde Fahrrad fahren, sind zudem an den Druck auf die Skeletteile gewöhnt. Damit aber der Druck nicht permanent auf einer Stelle bleibt, sollte ein minimales Wechseln von vorne nach hinten und umgekehrt gewährleistet sein. Erst mit diesem Wissen ist man in der Lage, einen Sattel zu entwickeln, der sowohl bedienergonomisch als auch leistungsergonomisch sinnvoll ist. Damit kann man den Winkel des Beckens in vorgebeugter Fahrhaltung und die Härte des Schaumstoffes mit beachten.

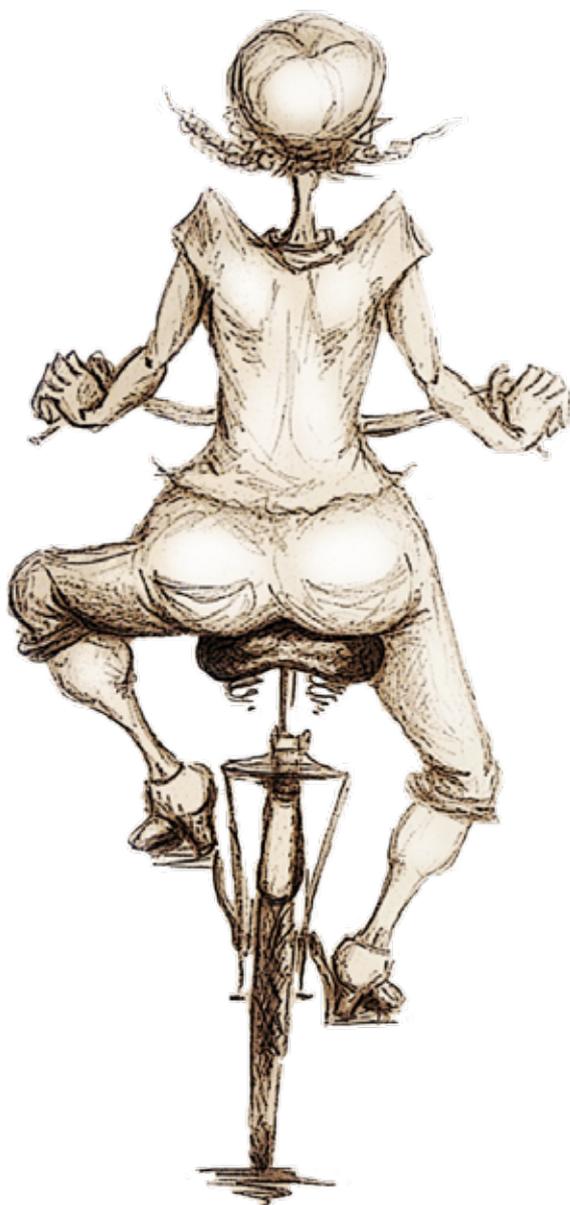
Genau das habe ich im Zuge der praktischen Arbeit getan und einen akzeptablen Anfang für die weitere Entwicklung von Frauensätteln geschaffen. Dennoch muss eine weitere Individualisierung stattfinden, denn die Sitzbein-Schambeinkurve der Frauen ist unterschiedlich stark gebogen, unterschiedlich breit und lang. Deswegen kann der Sattel nur eine Basis darstellen, auf die man bei Bedarf beispielsweise eine Art Keilkissen mit unterschiedlich steilen Keilen aufbauen kann, um der Beckenkurve der jeweiligen Frau gerecht zu werden. Dadurch könnte man allerdings auch die Shore-Härte des Schaumstoffkissens variieren. Die spezifische Form macht ein Verrutschen des Kissens mit Spannbzug so gut wie unmöglich.



Der Sattel wie auch die Keilkissen wären problemlos industriell in einer Massenproduktion herstellbar. Die Abbildungen zeigen den ersten Prototypen ohne Bezug und zwei unterschiedliche Beckenformen, die einmal mit und einmal ohne Keilkissen die passende Dynamik aufweisen, ohne dabei in den Rundrücken fallen zu können.

Zusammenfassung

Ergonomie im Alltag und ergonomisch geformte Produkte sind eine relativ moderne Erscheinung. Die meisten Menschen besitzen aber nur unzureichendes Wissen darüber, so auch viele Designer, wodurch sich ein gefährliches Halbwissen etabliert. Anstatt Dynamik und Ergonomie im Zusammenhang zu betrachten, sind viele Produkte lediglich der Körperform angepasst und fälschlich als ergonomisch vermarktet. Meine Arbeit soll zeigen, dass der Designer durch ein fundiertes anatomisches Wissen durchaus in der Lage ist, sinnvoll ergonomische Produkte zu entwerfen. Außerdem sollte sie aufzeigen, welche negativen Auswirkungen mangelndes anatomisches Grundlagenwissen der Designer haben kann. Dieser Mangel an Wissen hat seine Ursache unter anderem in den zwei sehr unterschiedlichen Sprachen von Medizinern und Designern.



Im ersten Teil dieser Arbeit habe ich deswegen alle anatomischen Grundlagen, die für das Sitzen von Bedeutung sind, in einer leicht verständlichen Sprache aufgeführt, um den Lesern ein ausgiebiges Lateinstudium zu ersparen und ein besseres Verständnis zu erreichen. Anschließend steht eine ausführliche Beschreibung, inwiefern man diese Grundlagen auf das Sitzmöbel anwenden kann und in der Vergangenheit angewendet hat, um bereits gemachte Fehler zu verstehen und ausschließen zu können. Abschließend habe ich einen kurzen Einblick in meine praktische Arbeit gegeben, um ein Beispiel anzuführen, wie ergonomisches Design aussehen könnte. Zugegeben bleibt dem Designer wenig Spielraum zur freien Gestaltung, allerdings muss das für einen fantasievollen solchen kein Hindernis darstellen. Die Gestaltung der Fläche kann beispielsweise uneingeschränkt genutzt werden.

Ergonomie bedeutet nicht Bequemlichkeit um jeden Preis, sondern die Gesundheit des Bewegungsapparates. Das heißt eine ausgewogene Aktivierung aller Muskeln und ist für untrainierte Menschen zunächst einmal anstrengend und unangenehm. Aufklärung der Konsumenten ist deswegen von größter Wichtigkeit.

Das Wissen um die Ergonomie ist zwar nicht sehr weit verbreitet, aber keineswegs neu. Das beweist ein sehr treffendes und sehr altes Zitat aus dem Radsport.

„Das Reiten des Stahlrades ist eben nicht, wie die oben erwähnten Sattelnichtkenner meinen, eine müßige Spielerei, sondern ebenso wie das Reiten des Pferdes mit Strapazen und Schmerzen verbunden, zu deren Überwindung Ausdauer und Selbstverleugnung gehört. In der Ausbildung dieser beiden Charaktereigenschaften besteht der hohe sittliche Wert, der beiden Leibesübungen, dem Reiten, wie dem Radeln gemeinsam ist.“

(Aus „Der Radfahrersport in Bild und Wort“ 1897, herausgegeben von Dr. Paul von Salvisberg)