

# Bauformen von Liegerädern

## Eine vergleichende Übersicht

Zu der momentan geführten Diskussion in Pro Velo um das Liegerad [1] möchte ich mit einer umfassenden Bestandsaufnahme über die gebräuchlichsten Bauformen von einspurigen Liegerädern beitragen.

Die einzelnen Punkte können dabei nur angerissen, doch anhand der Literaturhinweise vertieft werden. Mehrspurfahrzeuge sind ein anderes und sehr weites Feld und sollen hier nicht betrachtet werden. Ich schreibe aus meiner Sicht als Konstrukteur und wende mich sowohl an (angehende) Konstrukteure und Selbstbauer als auch an Liegeradinteressierte, um den Einstieg in die Liegeradbegeisterung zu erleichtern.

Das Liegerad gibt es nicht! Genausowenig wie es *das* Fahrrad gibt. Wie sich ein Liegerad fährt, hängt entscheidend von der Rahmengeometrie und der Sitzposition ab. Die übliche Unterscheidung zwischen Langliegern und Kurzliegern ist wohl jedem geläufig [2]. Doch die rasante Entwicklung der letzten Jahre und das inzwischen fast unüberschaubare Angebot verschiedener Liegeradhersteller verlangen nach einer differenzierteren Betrachtungsweise.

Die Abbildungen der Liegeräder sind Prinzipskizzen, bei denen der Rahmen nicht gezeichnet ist. Deutlich wird die unterschiedliche Anordnung von Sitz, Tretlager und Lenkung. Das gelenkte Rad ist an der eingezeichneten Lenkachse zu erkennen. Ist der Lenker mit der Lenkachse verbunden, dann handelt es sich um eine direkte, ansonsten um eine indirekte Lenkung. Antrieb und Kette sind nur angedeutet, Umlenkungen oder Zwischenge triebe sind natürlich bei jeder Bauform denkbar. Sie sind nur gezeichnet, wenn sie einen unverzichtbaren Bestandteil dieser Geometrie darstellen.

Bei Typ A und B handelt es sich um die weitverbreiteten Kurzlieger mit Unten- bzw. Obenlenker. Erkennungsmerkmal ist das weit vorragende Tretlager. Die mittellangen Lieger (Typ C-E) haben das Tretlager mehr über dem Vorderrad, während es bei den klassischen Langliegern (Typ F,G) hinter dem Vorderrad angeordnet ist. Die Typen H-L sind Liegeräder mit Frontantrieb. Bei Typ K-O spricht man aufgrund der geringen Sitzhöhe auch von Tiefliegern, bzw. Ultratiefliegern. Sie sind hauptsächlich für den Renneinsatz konzipiert.

Natürlich sind noch weitere Bauformen denkbar, z. B. indem die Radgrößen variiert werden. Diese sind aber alle Abwandlungen der gezeigten Grundtypen.

Die Tabelle bietet einen Überblick über derzeit in Deutschland käuflich erwerbbar Liegeräder. Sie basiert ausschließlich auf den Liegerad-Hersteller-Heften Nr. 2 und Nr. 3 [3] und gibt damit sicherlich nicht alle erhältlichen Räder wieder.

### Kriterien zur Beurteilung von Liegerädern

Im folgenden habe ich Kriterien zusammengetragen, nach denen sich Liegeräder klassifizieren lassen. Diese hängen zum Teil in komplexer Weise miteinander zusammen. Wenn man (bei der Konstruktion eines Liegerades) zum Beispiel die Tretlagerposition variieren will, ist man durch den notwendigen Abstand zum Vorderrad eingeschränkt. Andererseits ändert sich dabei der Körperwinkel, was wiederum eine Anpassung der Lehnenneigung erfordert

### Radgrößen

Meist wird ein großes Hinterrad (26" oder 28") und ein kleines Vorderrad (16"-20") verwendet. Ein großes Antriebsrad ergibt bei Verwendung von herkömmlichen Kettenblättern die gewohnten Entfaltungen. Ein kleines Vorderrad bringt genügend Beinfreiheit und/oder geringe Tretlagerhöhe mit sich. Inzwischen weit verbreitet sind auch zwei 20 Zoll Laufräder, mit dem Vorteil, daß nur eine Reifengröße für Ersatzreifen benötigt wird. Außerdem wird das Rad insgesamt etwa 20 cm kürzer als mit großen Hinterrad. Um auf die richtige Entfaltung zu kommen, werden entweder Kettenblätter mit ca. 66 Zähnen oder eine (kombinierte) Nabenschaltung (z.B. Sachs 3x7 o. Shimano Nexus Inter4) benötigt. Denkbar sind auch Zwischengetriebe mit Übersetzung oder die Verwendung des Mountaindrive Tretlagergetriebes.

Bei den 20 Zoll Reifen der Größe ETRTO 406 sind inzwischen viele Fabrikate mit Reifenbreiten zwischen 28 und 47mm erhältlich, während die Größen 440 und 451 im Rückgang begriffen sind. Auch hinsichtlich des Rollwiderstands brauchen sich die kleinen Reifen nicht zu verstecken: Eigene Messungen [4] haben ergeben, daß Druck, Aufbau und Qualität der Reifen einen größeren Einfluß

auf den Rollwiderstand haben als die Reifengröße. Lediglich beim Verschleiß schneiden kleine Reifen um den Faktor 1,5 schlechter ab, da das Rad sich für die gleiche Strecke häufiger drehen muß als ein großes.

### Antriebsrad

Bei den meisten Liegerädern wird das Hinterrad angetrieben (Typ A-G.M-O). Eine etwa dreimal so lange Kette ist dafür erforderlich. Doch der Verschleiß ist entsprechend geringer und man kann bis zum nächsten Kettenwechsel auch dreimal so weit fahren.

Je nach Rahmengeometrie und Radgrößen ist entweder eine direkte Kettenführung möglich oder es sind eine oder mehrere Umlenkrollen oder Zwischengetriebe nötig. Eine direkte Kette hat natürlich den besten Wirkungsgrad, aber theoretische Überlegungen haben gezeigt daß Umlenkrollen oder ein Zwischengetriebe bei optimaler Funktion den Wirkungsgrad nur um etwa 2%-Punkte verschlechtern [5]. Umlenkrollen sollten insbesondere im Zugtrum einen möglichst großen Durchmesser haben, um die Verluste klein zu halten.

Der Wunsch nach einer kurzen Kette führt zum Frontantrieb (Typ H-L). Die Vorteile liegen auf der Hand: Das geringere Gewicht und die Entlastung des Rahmens vom Kettenzug. Sehr ansprechend ist auch die aufgeräumte Optik.

Problematisch ist allerdings, daß sich Lenkung und Antrieb gegenseitig beeinflussen können und daß das Vorderrad insbesondere bergauf und mit Gepäck die Bodenhaftung verlieren kann.

Beim Frontantrieb ist zu unterscheiden zwischen

- Knicklenker, bei denen das Tretlager mit-schwenkt (Typ I). Die Umgewöhnungsphase kann Tage bis Wochen dauern, bis man sich einigermaßen wohlfühlt damit dann aber ist freihändig fahren der übliche Fahrstil, da man mit den Beinen lenkt [6].
- Frontlenker, bei denen das Vorderrad sowohl angetrieben als auch gelenkt wird (Typ H,K,L). Der Lenkeinschlag ist dabei begrenzt und die Kette wird beim Lenken tordiert, was moderne Schaltungsketten aber klaglos mitmachen. Dieser Typ ist gerade bei Rennliegerädern im kommen, da im Renneinsatz geringes Gewicht mehr gefragt ist als gute Wendigkeit.

- Hecklenkern, die zweifellos die technisch und optisch eleganteste Lösung darstellen (Typ J). Mit Ihnen ist aber keine dynamische Eigenstabilität erreichbar, wie bei der Vorderradlenkung [7]. Mit Tricks, wie Federn und Dämpfung in der Lenkung kann die Fahrstabilität verbessert werden. Die Praxistauglichkeit muß erst noch getestet werden.

### Radstand

Der Radstand ist das augenscheinlichste Merkmal, welches die Fahrdynamik beeinflusst. Ein kurzer Radstand bringt bessere Wendigkeit mit sich, während ein langer Radstand für ruhigeren Geradeauslauf sorgt. Für Touren- und Reiselieger ist ein Radstand im Bereich zwischen 110 und 125cm optimal, was insbesondere bei den mittellangen Liegern realisiert wird (Typ C-E). Durch den Radstand wird außerdem die Radlastverteilung beeinflusst.

### Radlastverteilung

Anzustreben ist eine gleichmäßige Belastung von Vorder- und Hinterrad, d.h. der Schwerpunkt sollte sich mittig zwischen beiden Rädern befinden. Für eine Abschätzung kann man davon ausgehen, daß der Schwerpunkt des Menschen etwa im Bereich des Bauchnabels liegt.

Das angetriebene (Hinter-) Rad braucht genügend Last, um bei kräftigem Antritt nicht durchzurutschen, während das gelenkte (Vorder-) Rad auch in schnellen Kurven noch ausreichende Bodenhaftung haben muß. Die Radlastverteilung ist in Verbindung mit der Lenkgeometrie entscheidend für ein gutmütiges Fahrverhalten verantwortlich.

Zu beachten ist, wie sich die Radlasten bei Zuladung von Gepäck verändern. Die ohnehin schon große Hinterradlast bei Langliegern wird mit Gepäck noch größer, während sich die Lastverteilung beim Kurzlieger mit Gepäck sogar verbessern kann.

### Tretlagerposition

Das Tretlager hätte dort seinen besten Platz, wo sich leider schon das Vorderrad befindet. Deshalb muß das Tretlager entweder vor, über oder hinter dem Tretlager positioniert sein, woraus sich die Grundtypen der kurzen, mittellangen und langen Lieger ergeben. Eine weitere Möglichkeit ist die koaxiale Anbringung des Tretlagers in der Vorderradnabe.

Oft wird in der Literatur eine Tretlagerüberhöhung angegeben, d.h. um wieviel das Tretlager höher liegt als die Sitzfläche. Galt vor über zehn Jahren noch [8], daß das Tretlager etwa 15cm tiefer als der Sitz liegen sollte, um zu ei-

nem Optimum zwischen Aerodynamik und Ergonomie zu gelangen (klassischer Langlieger), so ist das Tretlager bei den meisten derzeit verkauften Liegern etwa auf gleicher Höhe oder gar bis zu 20 cm über dem Sitz. Dadurch wird der Luftwiderstand verringert, und das Fahrgefühl ist sportlicher. Wichtig für die Praxis sind vor allem der Körperwinkel (s.u.) und die Augenhöhe, die durch die Tretlagerhöhe beeinflusst werden.

### Augenhöhe

Für eine ausreichende Übersicht im Verkehr ist eine Augenhöhe von mindestens 120 cm zu empfehlen. Dabei kann man gut durch Autofenster hindurchsehen und Blickkontakt mit Autofahrern halten. Die Augenhöhe ist von Sitzhöhe, Sitzwinkel und der Körpergröße der RadlerIn abhängig und damit keine radspezifische Konstante.

### Körperwinkel

Gemeint ist der Winkel zwischen der gedachten Linie Sitzhinterkante-Tretlager und der Rückenlehne des Sitzes. Die Ergonomie der Sitzposition läßt sich vor allem am Körperwinkel erkennen. Bei etwa 115 Grad erreicht man eine Sitzhaltung wie auf dem klassischen Rennrad, nur um 90 Grad nach hinten gedreht. Der Oberschenkel-Streckmuskel erhält dabei eine gewisse Vorspannung, was für maximale Leistung sorgt, aber auf Dauer etwas un bequem ist.

Körperwinkel um 125 Grad stellen einen guten Kompromiß zwischen Komfort und Leistungsentfaltung dar. Bei Körperwinkeln größer als 135 Grad fühlt sich die Körperhaltung zunächst sehr entspannt an, doch bei längeren Touren oder am Berg kann man seine Kraft nicht richtig in die Pedale bringen.

### Sitzhöhe, Sitzwinkel

Der Sitz sollte hoch genug sein, um einen guten Überblick zu gewährleisten, aber niedrig genug, um auch kleinen Leuten das bequeme Auf- und Absteigen zu ermöglichen. Dies ist bei Sitzhöhen um 60 cm der Fall. Ist der Sitz niedriger als 45 cm, wird das Aussteigen wieder mühsamer. Ein niedriger Sitz wird bei Rennliegern wegen der besseren Aerodynamik angestrebt. Die Sitz- und damit die Schwerpunkthöhe beeinflusst außerdem die Fahrdynamik. Ein hoher Schwerpunkt erleichtert das Balancieren. Wenn das Rad anfängt zu kippen, hat man mehr Zeit, die Störungen auszugleichen. Ein niedriger Schwerpunkt dagegen verbessert das Bremsverhalten.

Die Sitz- bzw. Lehneneigung (gemessen zur Horizontalen) liegt zwischen ca. 40 Grad bei Rennliegern mit hohem Tretlager und 80

Grad bei Langliegern mit tiefen Tretlager. Ein aufrechter Sitz gibt ein vertrautes Fahrgefühl und gute Übersicht im Verkehr, da man sich besser umdrehen kann.

Bei flacher geneigten Sitzen verteilt sich das Körpergewicht auf eine größere Fläche, der Hintern wird entlastet. Die Reaktionskräfte beim Treten müssen aber durch passende Becken- und Schulterabstützungen aufgenommen werden, da man sonst im Sitz auf und ab rutscht [9].

### Sitzgestaltung

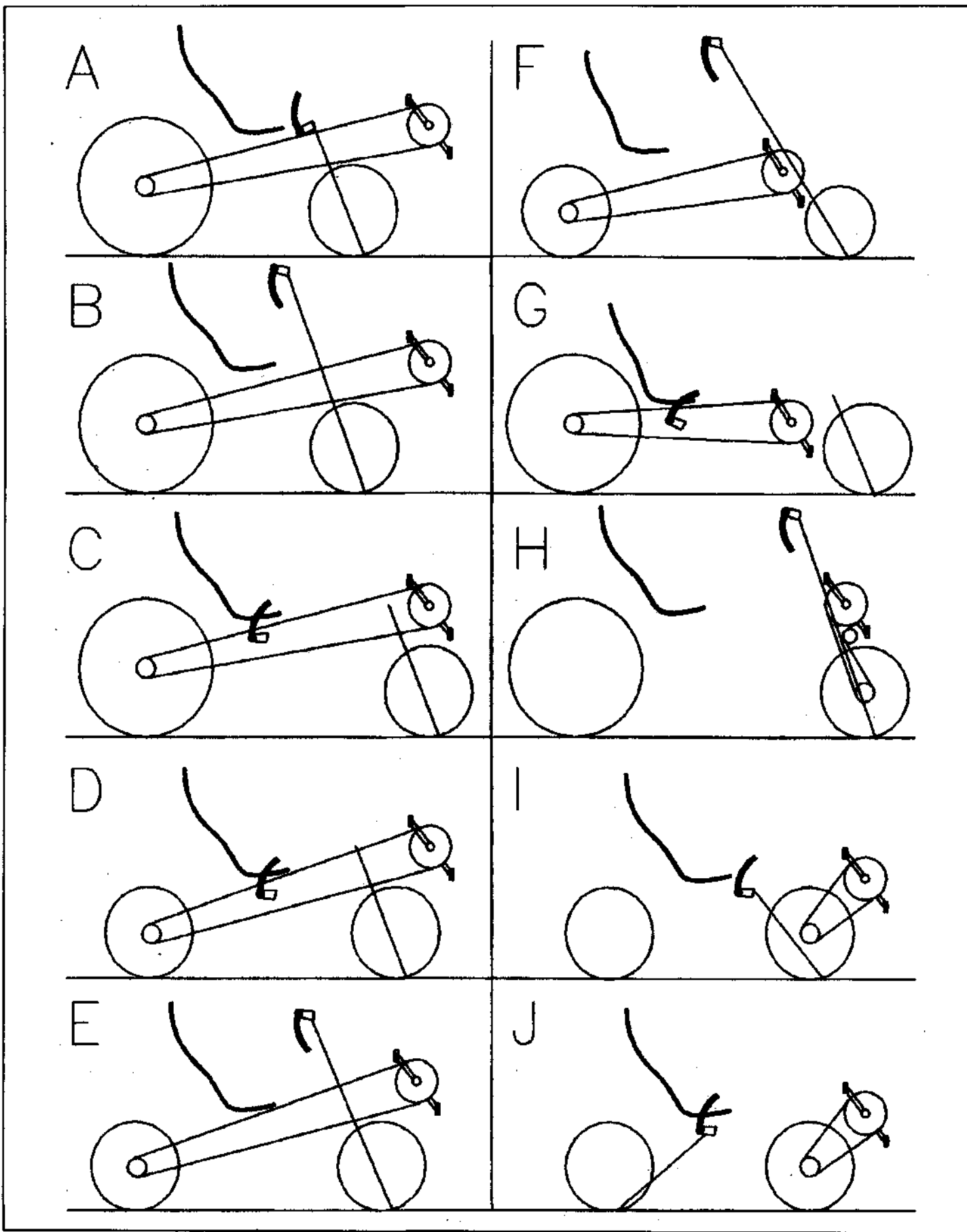
Der Sitz ist das wichtigste und spezifischste Bauteil am Liegerad. Hier sind noch einige Verbesserungen denkbar, vor allem bezüglich Sitzkomfort und individueller Einstellbarkeit. An einen Sitz werden vielfältige Anforderungen gestellt, die sich zum Teil schwierig miteinander vereinen lassen. Er soll die Sitzhöcker, den Beckenrand und evtl. auch die Schultern gut unterstützen, muß aber andererseits den Muskeln genügend Freiraum lassen [8]. Eine vielfältige Verstellbarkeit ist von Vorteil. Dabei kommt in Frage: Abstand zum Tretlager, Lehneneigung, Vorwölbung im mittleren Bereich und Höhe und Neigung der Schulterabstützung.

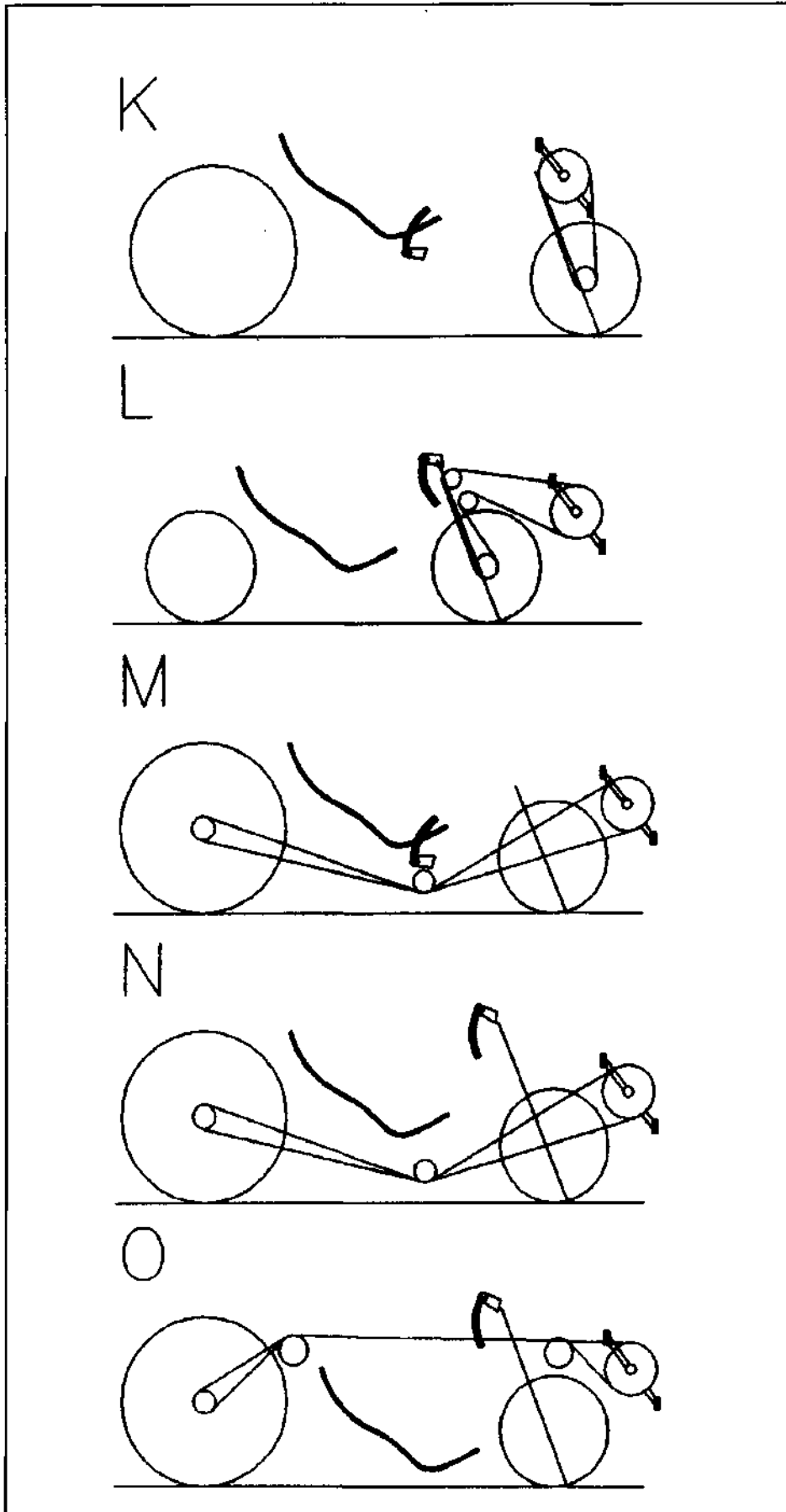
Eine gute Belüftung soll die Transpiration in Grenzen halten. Ganz verhindern läßt sich verschwitzte Kleidung aber nicht, da sie bei jedem Sitz an den Körper gedrückt wird und die Feuchtigkeit aufnimmt. Die wirkungsvollste Methode gegen nasse Kleidung setzt direkt auf der Haut an: Eine verstärkte Einlage aus Frottestoff wird am Rücken unter das Hemd gesteckt und nimmt den Schweiß auf. Nach der Fahrt wird sie herausgezogen und getrocknet. Die Kleidung bleibt dabei fast trocken [10]. Oder man trägt direkt auf der Haut ein grobes Netzhemd, das die Kleidung auf Abstand hält. Die Maschen müssen aber sehr weit und mindestens 5 mm dick sein und aus nichtsaugendem Material bestehen. Man kann es sich auch aus einer Nylonschnur selber knüpfen.

Die gebräuchlichsten Sitze lassen sich einteilen in Schalensitze und Rohrgestellsitze. Schalensitze sind leicht und sehen schnittig aus. Meist werden sie aus GfK, Holz oder Alublech hergestellt.

Rohrgestellsitze mit Netzbespannung belüften den Rücken etwas besser. Eine konvexe und nicht zu weiche Sitzfläche ist für längere Fahrten empfehlenswert, da man bei Sitzflächen aus Netzmaterial vorwiegend auf der Muskulatur und nicht auf den Sitzhöckern sitzt. Rohrgestellsitze sind oft relativ schwer und lassen (bis auf wenige Ausnahmen) die Eleganz vermissen.

Fortsetzung S. 7





Autor

Thomas Senket erwarb sein Physik-Diplom an der Uni Oldenburg, AG Fahrradforschung. In vierzehnjähriger Liegerad-Baupraxis entwickelte er zahlreiche Prototypen und ist Konstrukteur der Viento Liegeräder.

Literatur

- [1] div. Leserbrief: Pro Velo 50 (3/97), S. 8-15
- [2] Fleischer, B.: Gegensätzliche Liegeradkonzepte im Vergleich; Pro Velo 33 (2/93), S. 21-23
- [3] Pooch, A.: Liegerad-Datei und Liegeradrad-Hersteller-Heft Nr. 2 und 3
- [4] Senkel, T.: Plädoyer für einen guten Reifen; Pro Velo 32 (1/93), S. 15-19
- [5] Schweiher, R.: Der Wirkungsgrad von Umlenkrollen, Zwischengetrieben und Kettengetrieben allgemein; Info Bull und HPV-Nachrichten, Nr. 74 (März/April 97), S. 13-15
- [6] Fleischer, B.: Erste Erfahrungen mit dem Flevobike; Pro Velo 24 (1/91), S. 11-12
- [7] Schnieders, J.: Hinterradlenkung fürs Liegerad; Pro Velo 35 (4/93), S. 35-38
- [8] Kutzt, C.: Entwicklung eines Langstreckenfahrrades unter Berücksichtigung ergonomischer und aerodynamischer Gesichtspunkte; Diplomarbeit an der FH Kiel, Industrie-Design, 1984, 180 S.
- [9] Staubach, M.: Beobachtungen zur Ergonomie des Liegerades; Pro Velo 24(1/91), S. 38
- [10] Fuchs, J.: Nassen Rücken beim Liegeradfahren vermeiden; Pro Velo 41 (2/95), S. 42
- [11] Pivitt, R.: Erschütternde Radwege; Pro Velo 12 (März 88), S. 27-34
- [12] Stiffel, W.: Federung für Liegeräder, Pro Velo 29 (2/92), S. 40-48
- [13] Thies, C.: Fahrradfederungen ohne Pedalrückschlag; Pro Velo 38 (3/94), S. 13-17
- [14] Stiffel, W.: „Roter Falter“ + Faltverkleidung für Langlieger mit direkter Lenkung; Pro Velo 42 (3/95), S. 33-35
- [15] Winkler, H.: Die Kunst des Karosseriefleischens; Heft zur Liegerad-Weltmeisterschaft vom 26.7. bis 3.8.1997 in Köln, S. 8-9
- [16] Fehlau, G.: Das Liegerad; Moby Dick 1993, 191 S.

Hersteller/Typ	Bauform	Radgrößen	Antriebsrad	Radstand [cm]	Tretlagerhöhe [cm]	Sitzhöhe [cm]	Sitzgestaltung	Lenkerposition	Anlenkung	Federung	Gewicht [kg]
Aerobike	B	20"/28"	h	143-153	58	77-83	Rohr/Polster	OL	dir.	-/h	15-16,5
Aeroprojekt	A	20"/28"(26")	h	85-100	50-75	32-62	GFK-Schale	UL	dir.	(v)/-	4,1-4,7 R
BikeE	F	16"/20"	h	132	44	62-77	Rohr/Netz	OL	dir.	-/-	14
CC-Modulflex	A/C	20"/28"	h	111	64/74	60	GFK-Schale	UL	ind.	(v)/h	13,8
Challenge Twister	A	406/559	h	104	67	57	Alu-Schale	UL	dir.	(v)/h	ab 12,5/16
Challenge Wizard 20	E	406/406	h	90-95	52	35	Alu-Schale	OL	dir.	(v)/h	ab 12,5
Challenge Wizard 26	B	406/559	h	108	60	52	Alu-Schale	OL	dir.	(v)/h	
Dalli Allrounder	M	451/559	h	120-125	68-74	40-47	Schale	UL	ind.	-/-	13,5
Flevo Bike	I	406/406	v	110	62	52	GFK-Schale	UL	dir.	v/h	17
Flux S-Comp	B	451/559	h	112	66	44	Holz-Schale	OL	dir.	-/-	ab 12,2
Flux S-RX	B	406/559	h	115	70	48	Holz-Schale	OL	dir.	(v)/-	ab 14,9
Flux ST2	A	406/559	h	108	72	(48)68?	Holz-Schale	UL	dir.	-/-	ab 13,4
HP Velo. StreetMachine	A	406/622	h	105	67	62	GFK-Schale	UL	dir.	v/h	14
HP Velotechnik Wavey	E	406/406	h	108	70	53-58	Rohr/Netz	OL	dir.	(v)/-	15
Kaiserrad	B	406/622	h	103-110	65	65	GFK-Schale	OL	dir.	Sitzf.	13-14
Kingcycle	B	18"/24"	h	95-104	58	45	Rohr/Gurt	OL	dir.	(v)/-	11
Kingcycle Wasp	L	24"/24"	v	102	52	28	Rohr/Gurt	OL	dir.	-/-	12,5
Lightning P38	B	18"/28"	h	111	61	50	Rohr/Netz	OL	dir.	-/-	11,8
MCS TransPort	F	406/559	h	141	67	59-78	Schale/Spez.	OL	dir.	Sitzf.	20-22
mega-rad	G	406/622	h	160-180	36	60-65	Rohr/Netz	UL	ind.	(Sitzf.)	ca. 15
Nöll SL4L	A	406/559	h	98	68-76	60	div. Schalen	UL	dir.	v/h	15
Nöll SL5race	N	406/559	h	111	63	28	div. Schalen	OL	dir.	-/-	ab 13,5
Orbit Crystal	B	451/622	h	99	67-72	(37)57?	Rohr/Netz	OL	dir.	(v)/-	12,5
Ostrad Presto	D	406/406	h	106-112	68	66	Rohr/Gurt	UL	ind.	v/h	16,8
Ostrad Adagio	D/C	406/406	h	156-168	62	65	Rohr/Gurt	UL	ind.	v/h	ab 17,3
Pichlerad pd95	G	406/622	h	153	38	65	Rohr/Netz	UL	ind.	(Sitzf.)	16,5
Pivot Harpoon	A	406/559	h	106	68-74	62	GFK-Schale	UL	dir.	v/h	5,8 R
Pivot Race	A	20"/28"	h	100-106	67	62	GFK-Schale	UL	dir.	(v)/-	12,5
Pocak Gepard	C	20"/26"	h	108-110	75	64	Alu-Schale	UL	ind.	v/h	16,5
Quantum Susp AF3	A+B	406/559(622)	h	105(107)	70	55-70	div. S/R	UL	dir.	v/h	3,7 R
Radius Hornet	A	406/559	h	102-113	71	60	Alu-Schale	UL	ind.	v/h	ab 12,5
Radius Peer Gynt	G	440/622	h	168-178	40	65	Rohr/Netz	UL	ind.	-/h	17,5
Viento Racer	E/N	406/406	h	102	55	40	div. Schalen	OL	dir.	v/h	ab 13
Viento Touring	D+E	406/406	h	105-125	60	55	div. Schalen	UL	ind.	v/h	ab 15
Voss Bevo Bike	H	406/559	v	136	68	78	Rohr/Spez.	OL	dir.	-/h	ca. 16
Weygand Cappucino	A	406/622	h	106	70	58	Alu-Schale	UL	dir.	v/h	18/15,5
Willems Tanaro	C	20"/26"	v	135-145	66-87	64	Rohr/Netz	UL	ind.	Sitzf.	19
Z&Z Horizont fast	B	406/571?	h	104	55	49	GFK-Schale	OL	dir.	Sitzf.	9,9
Z&Z Horizont swing	C	406/559	h	102	54	59-62	Rohr/Spez.	UL	ind.	Sitzf.	14,9