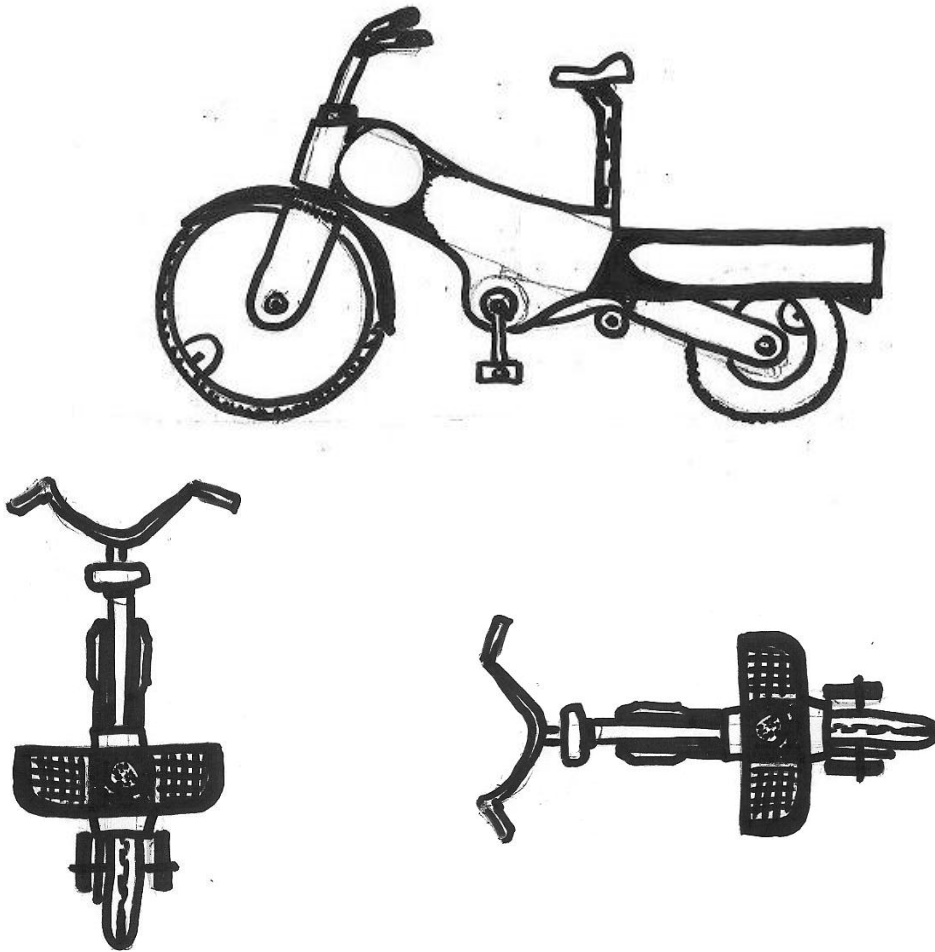


CityAir-Bike

Das CityAir-Bike ist ein druckluftbetriebenes Fahrrad.



Fixierbild: Was ist auf diesen Zeichnungen alles falsch?

Das CityAir-Bike gehört in die Kategorie der Fahrräder mit Hilfsmotor. Dieses ist als fertiggestelltes Fahrrad erhältlich oder es wird ein Nachrüstsatz gekauft der bei fast allen neueren Fahrradmodellen anwendbar ist.

Der Druckluftknabenmotor unterstützt den Fahrradfahrer im Wesentlichen beim Anfahren und zur Überwindung steiler Strassenabschnitte. In ebenem Gelände wird empfohlen vom Motor nur im Ausnahmefall Gebrauch zu machen. Angetrieben wird der Hilfsmotor mit Druckluft aus Industrie-Pressluftflaschen.

Das standardmässig eingebaute Energierückgewinnungssystem ermöglicht einen sehr sparsamen Umgang mit der Pressluft. Zudem kann das System auch ohne Pressluftflaschen eingesetzt werden. Ohne zusätzliche Pressluftflaschen beschränkt sich die Unterstützung allerdings auf kurze Einsätze des Hilfsmotors, vornehmlich als Anfahrhilfe. Hans Ulrich Stalder

Ich distanziere mich hiermit ausdrücklich von allen Inhalten der verlinkten Seiten und mache mir diese Inhalte nicht zu eigen. Für fehlerhafte Angaben und deren Folgen kann weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernommen werden.

[Ein Dokument in gleicher Sache wurde auf einer alten Sicherstellung gefunden.](#)

Übersicht

Einfachheitshalber wird nachfolgend nur der Nachrüstsatz beschrieben, dieser besteht aus vier Komponenten:

- Vorderrad mit Nebenaggregat und Scheibenbremse
- Zwischendruckluftspeicher mit Pressluftflussanzeige vom/zum Aggregat
- Zwei Lenkergriffe; rechts mit Drehgriff, kombiniert mit Bremshebel
- Flaschenhaltesystem für eine Pressluftflasche.

Optional sind folgende Einrichtungen:

- Gepäckträger hinten, mit zwei seitlichen Druckluftflaschenhalterungen für 5 l Reserve-Flaschen
- Spezieller Fahrradständer (Gabelständer)
- Abschliesssystem für das Vorderrad, den Zwischendruckluftspeicher und die Pressluftflasche
- Pressluftflaschenhalter für 10 l Flasche hinten und Verlängerungsschlauch.

Sicherheitseinrichtungen:

- Vordergabelverstärkung
- Radaufhängungs-sicherung
- Gleitkupplung
- Überdruckventil am Zwischendruckluftspeicher

Taumelscheiben-Motoren



Quelle <http://www.hermannpapst.de>



Taumelscheibenmotor als Radnabenmotor ausgelegt

Ausgangslage

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf einen Nachrüstsatz ohne Geschwindigkeitsbegrenzung (Modell CityAir-Bike „Unlimited“). Änderungen und Anpassungen vorbehalten.

Die benötigten Pressluftflaschen können bei der Hämmerli AG, Lenzburg, gekauft werden. Die Sauerstoffwerk Lenzburg AG, füllen die Pressluftflaschen nach. Sie verfügen allein in der Schweiz über ein GAS-Depot-Netz von ca. 16 Stellen.

Bedienungskonzept

Mit dem rechten Lenker-Handgriff (Drehgriff) wird der Betriebsmodus eingestellt. Der Drehgriff hat drei Einstellungen. Die Ausgangslage ist immer die „AUS“ Position. In der „AUS“ Position ist das Aggregat mechanisch vom Vorderrad entkoppelt (Freilaufposition). Das Zuluftventil zum Aggregat ist geschlossen und die De-Kompressionsventile, an jedem der vier Zylinder, sind geöffnet.

In Drehrichtung „Gas geben“ wird das Antriebssystem mit dem Rad gekoppelt, mit noch offenen De-Kompressionsventilen. Die erste Stufe ist der Brems-, resp. Verdichtungsmodus. Das heisst in dieser Position wird der Kompressor eingeschaltet (Bremsen mit Energierückgewinnung). Mit weiter drehen Richtung Anschlag werden zuerst die De-Kompressionsventile geöffnet, mit weiter drehen mit dann geschlossenen De-Kompressionsventilen wird der Antrieb aktiviert. Wieder rückwärts Richtung „AUS“ spielt sich dieselbe Sequenz ab, natürlich in umgekehrter Reihenfolge, d.h. Antrieb, neutraler Aggregat-mit-lauf, Verdichten/Bremsen, neutraler Aggregat-mit-lauf, „AUS“.

Preise und Betriebskosten (Zirka-angaben stand 1999)

Nachrüstsatz (ohne Pressluftflasche):	CHF 650.--
Pressluftflasche 5 l (200 bar):	CHF 250.--
Druckrezezierventil:	CHF 60.--
Manometer:	CHF 20.--
Pressluftnachfüllung:	CHF 18.--
Kilometerpreis, ausschliesslich auf Bergfahrten:	CHF -.45, ohne Energierückgewinnung
Praktische Kosten pro km:	CHF -.05, mit Energierückgewinnung und ergonomischer Fahrweise

Hinweise zu ökologischer Fahrweise

- Bei längeren Abwärtsfahrten mit neutralem Aggregat-mit-lauf ist am Drehgriff die Position zwischen „AUS“ und Bremsen/Verdichten zu wählen. Bei der Position zwischen Bremsen/Verdichten und Antrieb besteht die Gefahr, dass ungewollt und unbemerkt Pressluft verbraucht wird.
- Die Pressluftflussanzeige beachten. Diese zeigt die Richtung und Menge des Pressluftflusses an, die zwischen dem Zwischenspeicher und dem Aggregat fliesst.

Technische Spezifikationen

Nachrüstsatz Gewicht (komplett):	3 kg (+ ca. 3 kg für die Pressluftflasche)
Antriebsmedium:	Pressluft (Normalluft, ohne Ölzusatz)
Pressluftflaschenhalt:	5 l (200 bar)
Luftverbrauch:	ca. 1,5 l für 10 km (sehr geschwindigkeitsabhängig)
Zwischendruckluftspeichergrösse:	5 l (bei max. 20 bar)
Reichweite:	ca. 30 km (ohne Energierückgewinnung)
Aggregat (Motor/Kompressor):	4 Zylinder
Zylinderanordnung bez. Druckluft:	Kaskade 3-stufig
Zylinderinhalt total:	ca. 73 cm ³
Kolbenhub:	3 cm
Expansionsstufen:	a b cc
Zylinderinhalte:	11,5 cm ³ ; 24 cm ³ ; 2 x 24 cm ³
Kolbendurchmesser:	2,2 cm; 3.2 cm; 2 x 3.2 cm
Kolbenfläche:	3,8 cm ² ; 8.0 cm ² ; 2 x 8.0 cm ²
Drehmoment bei 6 bar / 560 U/m:	ca. 0,5 Nm
Leistung bei 6 bar:	ca. 0,2 kW (0,27 PS)
Übersetzung:	1:1,2
Betriebswahl:	manuell, via Drehgriff
Betriebsmodi:	Aus - Bremsen/Verdichten - Antrieb
Aggregat-typ:	Kolben (3-stufige Expansion, resp. Verdichtung)

Funktionsprinzip des Antriebssystems (Motormodus)

Das ganze Antriebssystem ist in den Radnabenbereich eines Vorderrades integriert. Von der Pressluftflasche (mit ca. 200 bar Druck) wird die Pressluft über ein Druckrezeierventil in ein Zwischendruckbehälter (von ca. 8 bar) geführt. Eine weitere Druckleitung leitet die Druckluft bis zum Aggregat. Mit dem Einschalten wird etwas verzögert der Betriebsdruck im Zylindersystem aufgebaut und andererseits das Antriebssystem via ein Kupplungssystem mit dem Vorderrad verbunden.

Wenn beim ersten der kaskadisch angeordneten Zylindern (mit kleinstem Inhalt), der Kolben in der obersten Position ist, wird die Pressluft in diesen geleitet. Sobald beim zweiten Zylinder der Kolben in der obersten Position ist, hat der erste Kolben den Druckluftübergang in den zweiten Zylinder freigegeben. Die Pressluft wird daher in den zweiten Zylinder geleitet. Derselbe Vorgang läuft zwischen dem zweiten und den parallel¹ geschalteten dritten und vierten Zylindern ab (mit zusammen dem grössten Inhalt). Die abgestuften Zylindergrössen ermöglichen eine optimale Ausnutzung der Pressluft.

Bei sehr langsamer Fahrt kann auch im zweiten Zylinder der maximale Betriebsdruck aufgebaut werden. Je schneller aber die Umdrehungszahl ist, desto grösser wirkt sich die als Drosselung dimensionierte Übergangsleitung aus. In die dritte und somit letzte Stufe (3. und 4. Zylinder) gelangt nur noch vor-expandierte Druckluft. Wenn in der dritten Stufe die Kolben den untersten Punkt erreicht haben, hat die Druckluft beinahe Normaldruck erreicht. Die Kolbendurchmesser sind so dimensioniert, dass bei mittlerer Geschwindigkeit, in einem Umgang, von jeder Stufe etwa gleich viel Arbeit geleistet wird.

¹ Beim Naben-Pendelscheibenmotor sind alle Zylinder doppelt angelegt; parallel heisst hier: die folgenden Zylinder.

Funktionsprinzip des Brems-, resp. Energierückgewinnungssystems (Kompressor-Modus)

Das Einschalten in den Bremsmodus hat eine Umkehrung des Luftflusses zur Folge. Jeder der vier Zylinder hat eine Druckluftverbindung zur Pressluftleitung. In diese ist je ein Rückschlagventil eingelassen. Sobald in einem Zylinder ein grösserer Druck aufgebaut wird als die Pressluftleitung beinhaltet, wird die Luft in die Pressluftleitung gepresst. Ist der Pressdruck in der Leitung allerdings grösser, wird die Luft in den nächsten Zylinder gepresst. Im Zylinder mit dem kleinsten Inhalt kann die Luft auf etwa. 20 bar komprimiert werden und gelangt somit immer in die Pressluftleitung, resp. den Zwischendruckbehälter von ca. 8 bar.

Das gedrosselte System

Beim Modell für die Benutzung in der Schweiz ist die Drosselung so ausgelegt, dass bei über 35 km/h das System fast keine Kraft mehr abgibt. Beim EU Modell setzt die Drosselung schon bei ca. 24 km/h ein.

Die Einstellung der Drosselung erfolgt an zwei Orten im Aggregat. Die erste Drosselungsdüse ist unmittelbar nach der Presslufterführung ins Aggregat. Mit dieser Drosselung kann der Gesamtdruckluftdurchfluss geregelt werden und bestimmt im Wesentlichen die Leistung sowie den Pressluftverbrauch. Die Drosselung wird über eine Stellschraube ermöglicht. Die zweite Drosselungsdüse limitiert den Luftdurchfluss vom ersten in den zweiten Zylinder und limitiert im Wesentlichen die Maximalgeschwindigkeit. Diese Drosselungsdüse ist als Rohreinschub konzipiert. Damit das Volumen der Schadluft möglichst klein. Auf die Anfahrkraft haben die beiden Drosselungssysteme keinen Einfluss.

Kupplungssystem

Die beiden Seiten der Trocken-Lamellenkupplung sind mit je einem Metallring gekoppelt. Auf dem einen Metallring sind im Abstand von ca. 10 mm Kugellager drehbar fixiert. Im gegenüberliegenden Metallring sind im gleichen Abstand Öffnungen in Kugellagergrösse gebohrt. Mit dem Drehen des Handgriffes aus der „AUS“ Position schliesst sich die Kupplung und der eine der beiden Metallringe wird durch eine Feder gegen den anderen Metallring gepresst. Sobald die beiden Kupplungswellen, Antrieb und Abtrieb, annähernd dieselbe Geschwindigkeit haben, setzen sich die Kugellager in den Öffnungen des gegenüberliegenden Ringes fest. Mit dem verschiebbaren Metallring ist das Hauptpressluftventil gekoppelt sowie alle De-Kompressionsventile der einzelnen Zylindern. Das heisst, bei auseinanderliegenden Metallringen sind alle De-Kompressionsventile offen und das Hauptpressluftventil ist zu, bei aneinanderliegenden Metallringen ist es gerade umgekehrt. Dieser Mechanismus schützt die Kupplung und beruhigt das Fahrverhalten des Fahrrades.

Weitere Anmerkungen zum Aggregat (Motor sowie Kompressor)

Ausserhalb der „AUS“ Position ist das Aggregat immer mit dem Vorderrad gekoppelt. Durch die relativ kleine Kraft, die auf das Vorderrad wirkt, kann das Aggregat auch im Stillstand unter normalem Betriebsdruck von 6 bar gehalten werden.

Das Hauptpressluftventil wird durch ein Rückschlagventil überbrückt und ermöglicht ein Einspeisen von Druckluft in die Zuleitung (im Kompressor-modus).

Jeder der vier Zylinder ist zusätzlich mit einem Rückschlagventil versehen um Aussenluft im Kompressor-modus ansaugen zu können. Zudem verhindern diese Rückschlagventile ein Abbremsen durch die Kolben, wenn infolge einer ökologischen Drosselungseinstellung die

Pressluft nach dem zweiten Zylinder schon vollständig expandiert ist.

Die Pleuelstangen, von den vier Kolben kommend, gehen je auf ein separates Stirnrad eines Winkelgetriebes. Die vier Stirnräder sitzen alle auf demselben Antriebs/Abtriebsrad, welches frei drehbar auf der durchgehenden Radachse liegt. Die Stellung der Stirnräder ist aufeinander so abgestimmt, dass aus der Abwicklung der drei Kolbensysteme eine sinusförmige Bewegung resultiert.

Komponenten des Antriebssystems

Vom Pneu bis zur Radachse gliedert sich das Antriebssystem in folgende Komponente:

- Die Laufradteile, wie Pneu, Schlauch, Felge und Speichen.
- Die Radnabe, mit ca. 14 cm Durchmesser und knapp 11 cm Breite. Die Radnabe ist einseitig, bis auf einige Luftaustritts- und Wartungsöffnungen, direkt auf der Radachse gelagert. Auf der anderen Seite ist die Radnabe offen. Die offene Seite wird mittels eines Radnaben-Deckels, der fix mit der Radachse verbunden wird, geschlossen.
- Der Radnabe-Deckel hat Lufteintrittsöffnungen und ist mit einer Filter-matte hinterlegt. Auf dem Deckel sind die Anschlüsse für die Pressluft sowie die Aggregatsteuerung angebracht.
- Die Radachse ragt beidseitig ca. 2 cm über die Radnabe hinaus. Im mittleren Teil ist sie mit Längsrillen versehen.
- Das Aggregat, bestehend aus dem Zylindersystem, dem Kolbensystem, dem Kraftübertragungssystem, den Ventilen, dem Aggregat-Steuersystem und der Kupplungshalterung.
- Das Kupplungssystem, bestehend aus einer Trocken-Lamellenkupplung.
- Das Drosselungssystem ist ein zusammenwirken von Ventilen und angepasster Dimensionierung von Druckluftleitungen. Es dient hauptsächlich den ökologischen Umgang mit Pressluft zu erleichtern sowie das Anpassen an landesspezifische Vorschriften zu ermöglichen.
- Das Bremssystem, mittels Scheibenbremse realisiert.
- Die beidseitige Gabelverstärkung, mit Abdeckung und Kabel sowie Schlauchführung.

Die Fertigung, Montage und Instandhaltung

Der Aggregat-block ist aus einem Stück gebohrt/gefräst. Ausser den vier Zylinderbohrungen sind in gleicher Richtung durchgehende Luftdurchlasslöcher gebohrt sowie die Zuluft-löcher für die Aufnahme der Rückschlagventilen. Quer zu den Zylinderbohrungen sind die Zylinderverbindungskanäle sowie die Pressluftkanäle gebohrt. Letztere sind ebenfalls für die Aufnahme von Rückschlagventilen dimensioniert. Zum ersten Zylinder führt eine zusätzliche Bohrung für die Aufnahme des Pressluftventils. Die letzten zwei Zylinder haben je eine abgehende Bohrung für die Abluft, resp. Zuluft im Vierdichtungsmodus.

Zuerst wird die Radachse in die Radnabe eingeführt und das Rad einseitig fixiert. Danach wird auf die Achse das vorgefertigte Aggregat in die Radnabe eingeführt. Die Kraftübertragungsbolzen (Kupplung / Radnabe) werden mit dem Einschieben in die Radnabeöffnungen eingeführt. Danach wird das Aggregat auf der Radachse fixiert. Mit dem Deckel, der radnabeseitig mit einem Kugellagering versehen ist, wird die Radnabeöffnung geschlossen. Jetzt ist das Rad für den Einbau in die Vorderradgabel bereit.

Die Rückschlagventile sind in die aufgebohrten Luftdurchgangskanäle mit Innenschraubflächen eingeschraubt. Sämtliche Rückschlagventile sind über die Luftaustrittsöffnungen auf der sonst geschlossenen Seite der Radnabe zugänglich. Für die Wartung und den Austausch des Kupplungssystem muss das Aggregat nicht ausgebaut werden, dagegen für das Ersetzen der Zahnräder, Kolbenstangen und Kolben sowie das Steuersystem. Da das Bremssystem ausserhalb der Radnabe liegt, ist dieses unabhängig vom übrigen Teil.

Verwendete Materialien

Zylinderblock : Aluminium eloxiert

Kolben/Pleuel : Keramik ND-SSN (normal gesintertes Siliziumnitrid)

Kolbenringe : PTFE-Dichtungsringe Kalex-121 (Tedag, W'thur)

* * * * *