



Overlanding im 4x4

4x4 Technik, Ausrüstung, Zubehör, Fahr- und Bergetechnik

Ueli Leardi

Texte und Umschlagsgestaltung: © Copyright by Ueli Leardi

Bilder wenn nicht anders erwähnt: Ueli Leardi; underway.ch

Kontakt: Über die Webseite www.underway.ch

Ausgabe V2.1 DE Februar 2023

Generell wird für die enthaltenen Informationen in diesem Buch keine Garantie für Aktualität, Korrektheit und Vollständigkeit übernommen werden. Ergänzungs- und Verbesserungsvorschläge sind ausdrücklich erwünscht. Kontakt via Webseite www.underway.ch

Im Buch empfohlene, erwähnte oder gelinkte Produkte/Informationen haben keinen kommerziellen Bezug zum Autor und er bezieht keinerlei Gutschriften oder andere Privilegien dafür. Die meisten haben sich aber als Teil seiner Ausrüstung bewährt oder wurden von anderen Geländefahrern empfohlen.

Inhalt

Vorwort	1
4x4 Technik	3
Charakteristik eines Geländewagens	3
Antriebsvarianten	9
Geländeuntersetzung	11
Differenzialgetriebe	12
Differenzialsperren	13
Freilaufnaben	16
Achskonstruktionen und Federungssysteme	17
Räder und Reifen	23
4x4 Zubehör und Ausrüstung	37
Bergematerial	37
Zusatzausrüstung	53
Verbesserungen	59
Werkzeug und Reparaturmaterial	64
Fahren im Gelände	72
Allgemeine Tipps	72
Fahrtechnik	74
Bergetechnik	96
Bergungshierarchie	96
Selbstbergung	97
Bergen von Anderen	105
Wartungsarbeiten bei Geländefahrten	111
Vor dem Start	111
Nach der Tour	112

Vorwort

Vorwort

Dieses Dokument soll das Thema „Reisen im 4x4 Geländewagen“ in allen Facetten beleuchten. Es richtet sich nicht primär an Hard-Core Geländefahrer welche mit spezialisierten und leichten 4x4, extremes Gelände bewältigen wollen. Vielmehr ist es für Reisende gedacht, welche planen mit einem reisetauglichen, also eher grossen und schweren Fahrzeug, Reisen zu unternehmen auf welchen man auch abseits von Teerstrassen unterwegs sein möchte. Auch dann kann man hin und wieder in schwierige Situationen geraten in welchen auch ein 4x4 Fahrzeug an seine Grenzen stösst.

Die Erfahrung zeigt, dass sich viele Overlander für ein Allradcampingfahrzeug entscheiden, aber vor einer grossen Reise kaum die Möglichkeit haben, sich mit dem Fahrzeugeinsatz im Gelände auseinanderzusetzen. Das kann sein, weil man sich schon gar nicht vorstellen kann, was denn alles dahintersteckt oder weil man gerade in Europa nur wenig Möglichkeiten hat, das Gefährt artgerecht zu nutzen. Dieses Buch soll motivieren sich noch vor dem ersten „Ernstfall“ Gedanken zu machen und zu sehen ob man für das Abenteuer bereit ist. Einmal unterwegs, bleibt nur, aus unter Umständen teuren Fehlern zu lernen.

Von der Funktion und Charakterisierung eines Off-Roaders, über Zubehör, Ausrüstung und Verbesserungsmöglichkeiten des Fahrzeugs werden die einzelnen Faktoren des Geländefahrens erklärt, sodass der Leser anschliessend beurteilen kann, was wo und wie eingesetzt wird und welche Ausrüstung weniger sinnvoll oder aber wichtig ist.

Die ganze hier dargestellte Theorie des Geländefahrens ist natürlich nur eine Grundlage für die Praxis. Daher ist es unbedingt empfehlenswert, das hier Gelesene, am besten im Rahmen eines geleiteten Lehrgangs, in der Praxis zu üben. Es wäre leichtsinnig nur mit der Theorie im Rucksack sich abseits von Teerstrassen ins schwierige Gelände zu wagen. Nur in einem praktischen Trainingskurs kann man den eigenen Geländewagen weitgehend gefahrlos an seine Grenzen bringen und so das

Vorwort

Verhalten kennen lernen. Es ist unglaublich, was man mit einem geeigneten Fahrzeug im Gelände alles erreichen kann, aber es braucht eben auch nicht viel um die Grenzen zu überschreiten.

Was für Risiken das Geländefahren ohne entsprechende Ausbildung und Erfahrung birgt, sieht man an den vielen Unfällen die Touristen mit gemieteten 4x4 in Namibia und Australien verursachen. Meist ist die Ursache schlicht der Umstand, dass man sich bzw. dem Fahrzeug zu viel zumutet oder sich der speziellen Charakteristik eines Geländewagens nicht im Klaren ist.



4x4 Technik

4x4 Technik

Charakteristik eines Geländewagens

Was einen Geländewagen von einem normalen PKW hauptsächlich unterscheidet, sind, übrigens auch auf normalen Asphaltstrassen, das höhere Gewicht, die grösseren Abmessungen und das viel weniger agile Fahrverhalten. Dessen muss man sich nicht nur bewusst sein, sondern man muss die Fahrtechnik entsprechend anpassen.

Geländewagen oder SUV?

Es gibt einige typische Unterschiede zwischen einem SUV und einem Geländewagen, obschon eine formelle Definition meines Wissens nicht existiert. „Sport Utility Vehicles“ sind zwar oft ähnlich gross und schwer, aber ihr Fahrverhalten ist trotzdem eher mit einem PKW vergleichbar. Sie haben zwar meist auch Allradantrieb, aber der ist bei diesen Fahrzeugen primär für Eis und Schnee auf Teerstrassen hilfreich und nicht im schweren Gelände abseits von Strassen. Auch die vielen elektronischen Helferlein sind sicher nützlich wenn es mal darum geht ein Durchdrehen der Antriebsräder zu verhindern oder bei einer steilen Abfahrt die Kontrolle zu erleichtern, aber für anhaltende Belastung wie sie auf längeren Sandpisten oder ausgewaschenen Pisten auftreten, helfen sie meist nicht allzu lange. Hauptgrund dafür ist, dass diese Assistenzsysteme ihre Aufgabe meist lösen, indem sie die einzelnen Räder gezielt einbremsen. Das führt dann schnell zur Überhitzung und in der Folge zum Ausfall, oder zumindest erhöhtem Verschleiss, der Bremsen.

Elektronische Systeme wie Stabilisierungsprogramme und ABS können auf Pisten sogar gefährlich werden, nämlich wenn sie das Blockieren der Räder verhindern und so kaum mehr Bremswirkung zulassen. Airbags können auch auslösen, wenn man mal ein zünftiges Schlagloch übersehen oder in eine steile Düne prallen sollte, ein teures und auch unnützes Verhalten in dieser Situation. Zudem lassen sich diese Systeme nicht immer und wenn, dann nur aufwändig, stilllegen.

Die im schwierigen Gelände sehr hilfreiche Geländeuntersetzung ist bei SUV in der Regel nicht verfügbar.

4x4 Technik



Abbildung 1 Beispiel SUV

Quelle: By Kevauto - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=69577272>

Eine weitere Unterscheidung zum Geländewagen ist die oft beschränkte Bodenfreiheit und die Kunststoff-Karosserieteile welche bei der kleinsten „Feindberührung“ oder auch nur beim Schnellfahren auf Rüttelpisten beschädigt werden oder gar abfallen. Dazu kommt, dass heute bei SUV's meist Niederquerschnittreifen auf grossen Alufel-

gen zum Einsatz kommen. Solche Räder sind nicht Geländetauglich und in diesen Abmessungen gibt es auch kaum Geländereifen.

Was ist denn ein Geländewagen?

Der Übergang vom SUV zum Geländewagen ist fließend. So gibt es durchaus auch robuste und geeignete Fahrzeuge welche man als SUV bezeichnet, aber trotzdem auch Geländefähigkeiten aufweisen.

„Echte“ Geländewagen gibt es immer weniger, was den immer strengeren Umwelt- und Sicherheitsstandards geschuldet ist. Wobei zu sagen ist, dass fette Reifen, ein Dachträger mit einigen Kanistern drauf und übermässige Karosserieerhöhungen nicht unbedingt zu den einzigen und sinnvollsten Eigenschaften zur Charakterisierung eines Geländewagens zählen. Die klassischen Modelle die dieser Kategorie zugeordnet und auch zum Reisen eingesetzt werden können sind:

- Die grossen Toyota Land Cruiser Typen, vor allem die älteren Modelle
- Land Rover Defender und ältere Discovery
- Mercedes G mit langem Radstand
- Nissan Patrol mit langem Radstand
- Jeep Modelle mit langem Radstand

4x4 Technik



Abbildung 2 Toyota Land Cruiser HZJ75

Wobei auch unter diesen Klassikern unterdessen Varianten entstanden sind, die immer weniger ideal zum Reisen in abgelegene Regionen geeignet sind, dies weniger weil sie etwa nicht mehr geländetauglich wären, sondern eher weil eine Leder- ausstattung und luxuriöser Zubehör zu empfindlich fürs Grobe wären.

Des Weiteren lassen sich noch einige exotischere Marken und Modelle und bestimmte LKW's, dieser Kategorie zuordnen, diese werden aber an dieser Stelle nicht explizit behandelt.

Eine in Europa neuere Kategorie Geländewagen sind die Pickups:

- Toyota Hilux
- Ford Ranger
- VW Amarok

Neben diesen recht beliebten und durchaus auch geeigneten Pick-Up Modellen bieten auch Mazda, Nissan, Mitsubishi, Mercedes, Fiat, Isuzu und weitere Marken ihre Modelle an. Sie alle sind aber als Reisefahrzeuge weniger gut geeignet, sei es weil sie zu wenig Verbreitung in der Welt haben oder aber weil die Chassis für den schweren Geländeeinsatz bei Vollbelastung zu wenig robust sind.



Abbildung 3 Pick-Up 4x4

Quelle: By EurovisionNim - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=72307903>

4x4 Technik

Eine weitere Gruppe von grundsätzlich geeigneten Pick-Up Modellen sind die grossen amerikanischen Modelle von Ford, Dodge und Chevrolet. Diese sind recht robust, geländegängig und vor allem haben sie eine grosse Zuladung. Für europäische Verhältnisse sind sie aber oft zu gross, über 3.5 t schwer und der in der Regel grosse Verbrauch schlägt sich bei den Betriebskosten nieder.



Abbildung 4 Iveco Daily 4x4;

Quelle: By CarmineIatronic - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=88827636>

Aber auch einige Kastenwagen haben das Zeug zum Geländecamper. Als Beispiele kann man den Iveco Daily und Mercedes Sprinter 4x4, aber auch Exoten wie der Bucher Duro oder der Pinzgauer hernehmen. Letztere stammen von Militärfahrzeugen ab und sind schon deshalb bezüglich Robustheit und Geländetauglichkeit unbestritten.

Quasi alle der oben erwähnten Fahrzeuge sind mit Starrachsen und einem Leiter Chassis ausgerüstet. Auch wenn sie nie den Fahrkomfort und die Federwege von Einzelradaufhängungen erreichen, sind sie doch aufgrund der Einfach- und Robustheit für hohe Belastungen besser geeignet. Siehe auch [„Achskonstruktionen und Federungssysteme“](#)

Gewicht

Die meisten Geländewagen haben schon leer um die 2 Tonnen Gewicht. Zum Camper ausgebaut und mit der ganzen Ausrüstung für eine grössere Reise werden 3 Tonnen meist schnell überschritten. Auch wenn ein Modell robust genug ist um die Belastung auf Pisten ohne Schäden zu bewältigen, müssen die veränderten Fahreigenschaften vom Fahrer berücksichtigt werden.

Drei Tonnen in Bewegung lassen sich bei hoher Geschwindigkeit nicht nur abseits von Teerstrassen schwer beherrschen. Der Bremsweg verlängert sich mit zunehmendem Gewicht überproportional. Auch wenn

4x4 Technik

solch ein Gefährt in einer steilen Abfahrt ins Rutschen kommt, wird es kritisch.

Auf verschneiter oder generell rutschiger Fahrbahn ist das hohe Fahrzeuggewicht, trotz Allradantrieb, beim Hinunterfahren ein entscheidender Nachteil, welchen man nur mit angepasster, vorsichtiger Fahrweise kompensieren kann.

Abmessungen

Grosse Geländewagen sind oft über zwei Meter hoch, sind meist breiter als ein PKW und haben eine generell eine grosse, oft auch unübersichtliche Karosserie. Vorteilhaft ist hingegen, dass man als Fahrer eine höhere Sitzposition hat, das bietet eine bessere Übersicht nach vorne.

An diese Grösse muss man sich gut gewöhnen, denn vor allem beim Fahren auf schmalen Pisten und abseits der Strasse muss man die Abmessungen gut einschätzen können um Schäden zu vermeiden. Zudem sollte man genau wissen, auf welcher Fahrspur die einzelnen Räder positioniert sind. Nur so kann man Hindernisse und Löcher vermeiden. Das schont das Fahrzeug und reduziert das Risiko eines Unfalls.

Böschungs- und Rampenwinkel



Abbildung 5: Böschungswinkel hinten und vorne

Ganz wichtig beim Geländefahren sind Böschungswinkel und Bodenfreiheit. Eine tiefliegende und stark überhängende Front- und Heckpartie verringert den Böschungswinkel. Ist dieser zu knapp wird die Karosserie beim Ein- und Ausfahren in eine Steigung den Boden touchieren und

unter Umständen teure Schäden verursachen.

4x4 Technik

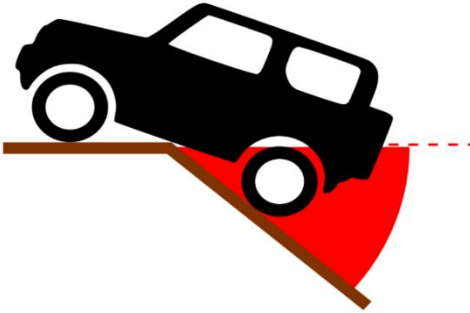


Abbildung 6: Rampenwinkel

Der Rampenwinkel andererseits definiert wie geeignet ein Geländefahrzeug ist, eine Kuppe zu überfahren ohne aufzusetzen. Dabei gilt je kürzer der Radstand und je grösser die Bodenfreiheit, umso besser können solche Hindernisse überfahren werden.

Beide der beschriebenen Eigenschaften sind bei Reisefahrzeugen nicht immer optimal, weil man gerne lange Radstände wählt, um ein entsprechendes Raumangebot zu erreichen.

Schwerpunkt

Die normalerweise grössere Bodenfreiheit, die meist ansehnliche Höhe und das generell grosse Gewicht lassen den Schwerpunkt eines 4x4 nach oben wandern. Ein schwerbeladener Dachträger und eine ungünstige Gewichtsverteilung durch falsches Beladen tragen zu einer zusätzlichen Verschlechterung bei.



Abbildung 7: Schwerpunkt höher durch ungünstige Beladung

Ein hoher Schwerpunkt erhöht bei Kurvenfahrt mit hoher Geschwindigkeit das Unfallrisiko. Kommt das Fahrzeug ins Schleudern besteht die Gefahr, dass sich der Geländewagen seitlich überschlägt, übrigens eine der häufigsten Unfallursachen von Mietgeländewagen auf Pisten.

Auch im schwierigen Gelände verstärkt ein hoher Schwerpunkt das Risiko des Umkippens. Am heikelsten ist dies bei Schrägahngfahrten oder bei steilen Auf- oder Abfahrten.

4x4 Technik

Wenn man schwierige Passagen langsam angeht schlägt der „Popo-Meter“ zum Glück meist Alarm bevor es kritisch wird, das heisst, der Fahrer bekommt es mit der Angst zu tun, weit bevor das Auto wirklich kippt.

Übrigens auch die Verteilung der Achslasten wird durch die Zuladung beeinflusst. Leer sind Geländewagen meist Front lastig, bei voller Beladung hingegen liegt meist bedeutend mehr Gewicht auf der Hinterachse. Dieser Faktor sollte nicht vernachlässigt werden, man denke nur an das Gewicht von Treibstoff und Wasser. Neben dem veränderten Fahrverhalten hat die ungleiche Gewichtsverteilung auch Einfluss auf den korrekten Reifendruck und auch die zulässige Reifenlast sollte der Situation genügen.

Fahrdynamische Besonderheiten

Wie bereits erwähnt führen das in der Regel grosse Gewicht und der hohe Schwerpunkt zu einem Fahrverhalten, welches man bei der Wahl der Geschwindigkeit berücksichtigen muss. Abseits von Teerstrassen ist das besonders wichtig, denn kommt der 4x4 erst mal ins Rutschen wird es schwierig das Fahrzeug wieder aufzufangen. Auch allfällige Helferlein der modernen 4x4 kommen in solchen Situationen an ihre Grenze und man sollte sich nicht darauf verlassen, dass diese einen Abflug verhindern können.

Antriebsvarianten

Moderne 4x4 Autos haben meist einen permanenten Allradantrieb verbaut, während die klassischen Geländewagen über einen zuschaltbaren 4x4 Antrieb verfügen.

Permanenter Allradantrieb

Wie schon der Name erahnen lässt, treibt diese Bauart alle vier Räder permanent an, auch dann, wenn die Strassenverhältnisse das gar nicht erfordern. Das resultiert in einem erhöhten Treibstoffverbrauch und das

4x4 Technik

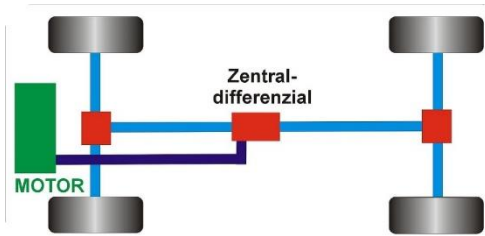


Abbildung 8 *Permanenter Allradantrieb;*

Quelle: CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=448153>

Fahrzeug muss mit einem Zentraldifferenzial ausgerüstet sein. Dieses kompensiert die unterschiedlichen Radumdrehungen zwischen Vorder- und Hinterachse (siehe untenstehendes Kapitel für Einzelheiten)

Zuschaltbarer Allradantrieb

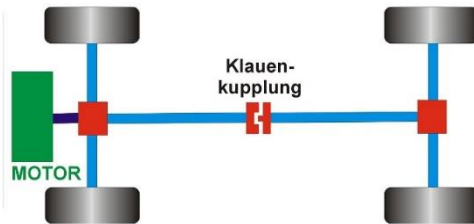


Abbildung 9 *Zuschaltbarer Allradantrieb;*

Quelle: CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=448154>

Ein zuschaltbarer Allradantrieb ist vor allem bei älteren Geländewagen die Regel. Im Normalbetrieb, also auf Teerstrassen, fährt man das Fahrzeug ausschliesslich mit Heckantrieb. Der Vorderachsenantrieb wird nur zugeschaltet, wenn die Verhältnisse dies erfordern.

Autos mit zuschaltbarem Allradantrieb verfügen NICHT über ein Zentraldifferenzial und daher darf der Allradantrieb AUSSCHLIESSLICH auf losem oder rutschigem Untergrund zugeschaltet werden. Werden die Umlaufunterschiede zwischen Vorder- und Hinterachse nämlich nicht mit einem Zentraldifferenzial ausgeglichen, kann das dazu führen, dass die dadurch auftretenden Kräfte die Kardan- oder Antriebswellen beschädigen. Auf losem Untergrund rutschen die einzelnen Räder ohne grosse Kräfte durch, sodass auch ohne Differenzial die Unterschiede ausgeglichen werden, ohne dass etwas kaputt gehen kann.

TIPP

Es ist sinnvoll den Allradantrieb auch dann immer wieder mal kurz zuzuschalten, wenn er eigentlich nicht benötigt wird. So wird sichergestellt, dass das Differenzial Öl durchgemischt und das ganze Getriebe frisch geschmiert wird.

4x4 Technik

Auch die Dichtungen an den Antriebswellen können so vor Standschäden bewahrt werden.

Automatik- vs. Handschaltgetriebe

Im Normalbetrieb ist das Fahren mit einem Automatikgetriebe durchaus bequem und sinnvoll. Im schweren Gelände und ganz besonders im Weichsand wird allerdings ein Automatikgetriebe sehr stark belastet und kann überhitzen oder gar komplett ausfallen. Dem kann man entgegenwirken indem man einen zusätzlichen Kühler oder wenigstens eine entsprechende Temperaturanzeige für das Automaten Öl einbaut. Das erwähnte Problem taucht allerdings nur bei langanhaltendem Fahren in Weichsand oder extremen Steigungen in zu hohen Gängen auf. Mit einer konservativen Fahrweise und manuell geschalteten tiefen Gängen kann man daher diesen Problemen begegnen.

Ein grösserer Nachteil ist die verminderte Motorbremswirkung eines Automatikgetriebes. Auch dem kann man bis zu einem bestimmten Grad entgegenwirken, indem man manuell einen kleinen Gang oder sogar die Geländeuntersetzung wählt. In steilen Abfahrten sollte man den Einsatz der Bremse wenn immer möglich Vermeiden und die Motorbremskraft einsetzen können und das ist bei Automatikgetrieben nur bedingt möglich.

Geländeuntersetzung

Ein Zwischengetriebe, auch Reduktionsgetriebe genannt, reduziert die Radumdrehungen bei gleicher Motorendrehzahl und gleichem Gang markant. Im Antriebsstrang ist dafür nach dem normalen Getriebe noch ein zweites dazwischen geschaltet. Dieses untersetzt die Drehzahl zwischen Motor und Antriebsachsen noch einmal merklich.

Das bringt beim Geländefahren entscheidende Vorteile:

- Es steht bedeutend mehr Kraft an den Rädern zur Verfügung um Steilauffahrten oder Weichsandstrecken zu bewältigen.
- Bei Bergabfahrten bietet die Untersetzung eine bedeutend verstärkte Motorbremskraft.

4x4 Technik

- In der Geländeuntersetzung kann man viel feinfühlicher und ohne Einsatz der Kupplung durch schwierige Passagen fahren.
- Die Abstufung zwischen den einzelnen Gängen ist viel kleiner.



Abbildung 10: Schalthebel für 4x4 und Untersetzung (rechts)

Aus diesen Erklärungen ist ersichtlich, dass die Geländeuntersetzung vor allem im schwierigen Gelände zum Einsatz kommt. Zuschalten lässt sich das Zwischengetriebe übrigens nur im Stand oder allenfalls bei Schrittempo. Das bedeutet, man muss vorausschauend fahren um die Geländegänge schon VOR einem schwierig zu befahrenden Hindernis zuzuschalten. Wartet man nämlich bis man festsetzt, ist es sehr wahrscheinlich, dass man auch in der Geländeuntersetzung nicht ohne zusätzliche Massnahmen weiterfahren kann.

Differenzialgetriebe

Differenzialgetriebe werden eingesetzt, um die ungleichen Abrollwege der einzelnen Räder auszugleichen. Achsdifferenziale gleichen in die



Abbildung 11: Unterschiedliche Fahrspuren der Räder Quelle Toyota University (You Tube)

unterschiedlichen Umdrehungswerte des linken und rechten Rads einer Achse aus. Jedes Rad folgt in einer Kurve einer eigenen Spur und legt dabei eine unterschiedliche Distanz zurück. Das Resultat ist, dass in der Kurvenfahrt jedes Rad eine andere Drehzahl aufweist.

Wären die vier Räder starr miteinander verbunden, würde der Zwang, die identischen Radumdrehungen der individuell korrekten Drehzahl anpassen zu wollen, zu gewaltigen Reibkräften führen. Differenzialgetriebe gleichen diese Unterschiede aus und verhindern die Ausgleichskräfte. Jede der beiden angetriebenen Achsen verfügt über

4x4 Technik

ein eigenes Differenzial. Permantallradler haben zudem ein Zentral-Differenzial zum Ausgleich der Achsunterschiede (siehe unten)

Einen noch weiterführender Artikel über Differenzialgetriebe findet man [HIER](#)

Zentral Differenzialgetriebe

Wie bereits oben erwähnt, wird ein Zentraldifferential nur benötigt bei Fahrzeugen mit permanentem Allradantrieb. Die Aufgabe besteht darin, bei der Fahrt auf hartem Fahrbahnbelag in Kurven die unterschiedlichen Vorder- und Hinterachsradumdrehungen auszugleichen.

Die Funktionsweise ist dabei ähnlich wie das unten beschriebene Achsen-Differenzialgetriebe.

Achsen Differenzialgetriebe

Was das Zentraldiff zwischen den beiden Antriebsachsen bewirkt, erledigt das Achsendiff zwischen den beiden Rädern einer Achse. Gebraucht wird dieses, weil bei der Kurvenfahrt das kurveninnere Rad einen kürzeren Weg nimmt wie das kurvenäussere. Das führt zu einer unterschiedlichen Umdrehungszahl. Die beiden Räder müssten ohne Differenzialgetriebe die Umdrehungsunterschiede durch partielles blockieren des einen Rades ausgleichen, bei guter Traktion auf Asphalt ein ziemlicher Murks. Ohne Differenzial wären diese Kräfte so gross, dass eher früher als später die Antriebswellen Schaden nehmen würden, einmal abgesehen vom Reifenverschleiss.

VIDEO

Im verlinkten [You Tube Video](#) wird die Funktion eines Differenzials bildlich dargestellt.

Differenzialsperren

Verliert eines der Räder die Traktion, sei es weil es zum Beispiel auf rutschigen Untergrund durchdreht oder im schweren Gelände in die Luft gerät, bleibt das andere wegen der Differenzialfunktion ohne Kraftüber-

4x4 Technik

tragung stehen. Das heisst die Achse kann keine Kraft zum Vortrieb beisteuern. Bei einem Fahrzeug mit Zentraldifferenzial reicht sogar das Durchdrehen von nur einem der vier Räder um den kompletten Vortrieb zu unterbrechen.

In diesen Fällen kommen Differenzialgetriebe mit Sperrung zum Einsatz. Zentraldifferenziale lassen sich in der Regel immer manuell sperren, das heisst seine normale Wirkung wird auf rutschigem Untergrund unterbunden.

Bei Achsdifferenzialen ist eine Sperreinrichtung oft nur als Option beim Neukauf oder als nachrüstbarer Zubehör zu haben, denn wenn auch eine der beiden Achsen den Vortrieb verliert, steht ja noch eine zweite bereit. Nun gibt es aber halt auch Situationen wo an beiden Achsen mindestens ein Rad die Traktion verliert und dann steht man, auch wenn man eigentlich über vier angetriebene Räder verfügt.

Es gibt vor allem einen Fall wo Differenzialsperren ihre Vorteile voll ausspielen können, nämlich wenn eine Steigung mit starken Auswaschungen und/oder Stufen befahren werden muss. Dabei kommt es oft vor, dass durch extreme Verschränkung gleich an jeder Achse ein Rad in die Luft geht und so der Vortrieb komplett ausfällt. Mit Sperren an beiden Achsen sind immer mindestens zwei Räder am Boden und können auch Traktion übertragen.

Bei den Sperren gibt es verschiedene Bauformen. Die klassische Version verbindet die beiden Antriebswellen starr, so dass die beiden Räder direkt mechanisch verbunden werden und daher gleichlaufen. Auch wenn nun ein Rad abhebt, laufen die beiden gleich schnell weiter und das bodenberührende Rad steuert seinen Vortrieb weiterhin zu 100% bei.

Daneben gibt es Sperren welche mittels Federdruckscheiben das Drehmoment über eine Reibkupplung an das belastbare Rad weiterleiten kann. Denselben Effekt haben die „elektronischen“ Sperren. Anstatt einer mechanischen Koppelung der beiden Räder wird das freidrehende über die Bremsanlage eingebremst und so kann die gleichgrosse Kraft

4x4 Technik

auf das zweite Rad geleitet werden. Der grosse Vorteil dieser Systeme ist die permanente Verfügbarkeit, denn sie übernehmen bei Bedarf automatisch die Funktion, auch während der Fahrt, und müssen nicht erst zugeschaltet werden.

VIDEO

Das [You Tube Video](#) zeigt die Funktion des Sperrdifferenzial mit Kuppelung (Englisch)

Beide und weitere Bauformen haben einen entscheidenden Nachteil. Das freidrehende Rad muss eingebremst werden und dabei entsteht Reibungswärme. Bei lange andauernder Belastung führt das zu einer Überhitzung und möglicherweise Schädigung des Systems.

Vollsperrern hingegen haben diesen Nachteil nicht. Aber dafür muss man unbedingt darauf achten, dass die Sperrern nur auf lockerem Untergrund zugeschaltet sind. Einerseits um die Belastung durch nicht kompensierte Radumdrehungen zu vermeiden (siehe oben) und andererseits weil eine eingeschaltete Sperre an der Vorderachse auf festem Untergrund dazu führt, dass das Fahrzeug nur schwer in die Kurve gezwungen werden kann.

ACHTUNG

Mechanische Diffsperrern dürfen nur zugeschaltet werden wenn das Fahrzeug steht und müssen auf hartem Untergrund unbedingt wieder ausgeschaltet werden!!

Achsdifferenzialsperrern können an gängigen Geländewagenmodellen mit Starrachsen nachgerüstet werden. Die Betätigung erfolgt in der Regel elektrisch oder pneumatisch. Für den zweiten Fall muss deshalb ein Kompressor am Fahrzeug verbaut werden. Dieser kann dann aber auch gleich für die Reifen genutzt werden. Die Kosten für dieses Zubehör liegen bei ca. 2000 CHF pro Achse.

4x4 Technik

TIPP

Auch wenn Differentialsperren kaum einmal zum Einsatz kommen werden, sollten sie von Zeit zu Zeit ein paar Mal kurz zugeschaltet werden um den Mechanismus gängig zu halten und die Funktion zu prüfen.

Aber Achtung, wenn keine Schotterstrasse zur Verfügung ist, darf die Sperre nur kurz und im Geradeauslauf zugeschaltet werden.

VIDEO

In diesem [You Tube Video](#) ist erkennbar wie die mechanische Sperre, zum Beispiel die von ARB, funktioniert.

In einem [Lernvideo](#) (EN) wird eindrücklich dargestellt wann und wie Differenzialsperren eingesetzt werden.

Freilaufnaben

Fahrzeuge mit zuschaltbarem Allradantrieb haben meist sogenannte Freilaufnaben eingebaut. Diese stellen sicher, dass der Antriebsstrang der Vorderachse nicht von den rollenden Rädern angetrieben wird, wenn der 4x4 nicht zugeschaltet ist. Wird Allradantrieb benötigt, muss aber erst die mechanische Verzahnung der Freilaufnabe eingerastet werden, sonst wird die Kraft vom Antriebsstrang her nicht auf die Räder übertragen.

In Situationen wo man mit dem Einsatz des 4x4 Antriebs rechnen muss, ist es sinnvoll, die Naben vorbeugend einzurasten, damit bei Bedarf der Antrieb zugeschaltet werden kann, ohne dass man anhalten muss. In der Hektik eines überraschenden 4x4 Bedarfs geht ansonsten das Zuschalten der Freilaufnabe gerne vergessen.

Unnötig eingerastete Freilaufnaben sind kein grundsätzliches Problem, aber der Antriebsstrang der Vorderachse erfährt dadurch unnötigen Verschleiss und der Treibstoffverbrauch wird erhöht.

Manuelle Freilaufnaben

Manuelle Naben werden mittels Drehknopf von Hand zugeschaltet. Dabei wird der Kraftschluss von der Antriebswelle mit dem Rad über eine

4x4 Technik



Abbildung 12: Freilaufnabe, manuell

Verzahnung hergestellt. Das heisst aber, dass man dafür anhalten und aussteigen muss. Ist man auf einer schlammigen bzw. sandigen Piste unterwegs oder sind Wasserdurchfahrten an der Strecke zu erwarten, sollten die Freilaufnaben vorbeugend eingerastet werden, damit man bei Bedarf ohne Verzögerung der Allradantrieb zuschalten kann. Das kann übrigens bei den meisten Fahr-

zeugmodellen, im Gegensatz zum Untersetzungsgetriebe, auch problemlos in Fahrt geschehen.

Automatische Freilaufnaben

Die automatische Freilaufnabe funktioniert grundsätzlich wie die manuelle. Der Unterschied besteht darin, dass sie automatisch eingerastet wird wenn der Antriebsstrang beim Zuschalten des 4x4 Antriebs Kraft auf die Räder überträgt. Um sie wieder auszuschalten, muss man ohne zugeschalteten Allrad Antrieb ein kurzes Stück zurücksetzen. Da es sich um einen leichtgängigen Mechanismus handelt, kann sich dieser nach langem Nichtgebrauch oder bei ungenügender Schmierung festsetzen und so die Funktion behindern. Man sollte daher auch diese Mechanik von Zeit zu Zeit bewegen und neu einfetten um die Gängigkeit zu erhalten.

Achskonstruktionen und Federungssysteme

Geländewagen welche für schwere Arbeiten eingesetzt werden sind im Bereich des Fahrwerks oft komplett anders konstruiert als SUV's. Das hat seine Gründe. Alle Achsdesigns haben bestimmte Vorteile, aber eben auch Einschränkungen. Gleiches gilt natürlich auch für Federungen. Der Federweg ist mitentscheidend für die Geländegängigkeit eines Allradlers. Meist ist es die Kombination von Achs- und Federdesign welches für diesen Faktor massgebend ist. Lange Federwege sind unter anderem für die Verschränkung von Starrachsen von Bedeutung und je

4x4 Technik

besser diese ist, umso besser kann der Bodenkontakt der einzelnen Räder gewährleistet werden.

Nachfolgend werden die gängigsten Varianten einander gegenübergestellt.

Starrachsen

Die an Geländewagen gängigste Achskonstruktion ist vom Aufbau her einfach und gleichzeitig sehr robust und belastbar. Allerdings ist der Fahrkomfort aufgrund der grossen ungefederten Masse und des meist beschränkten Federwegs nicht überragend. Auch die Verschränkung der Achse ist vor allem in Kombination mit Blattsfedern, eingeschränkt. Dadurch wird bei starker Verschränkung ein Rad zunehmend den Bodenkontakt und dadurch die Traktion verlieren. Nur mit einer Differenzialsperre kann die Traktion des anderen Rades aufrechterhalten werden. Typisch für Starrachsen ist, wenn ein Rad stark einfedert, das gegenüberliegende dazu tendiert auszufedern, es besteht eine gegenseitige Beeinflussung.



Abbildung 14: Starrachse mit Schraubensfedern

Quelle: By Johannes Overmann - Self-photographed, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=38111254>



Abbildung 14: Starrachse mit Blattsfedern, verschränkt

Ein Vorteil der Starrachse ist die gleichbleibende Bodenfreiheit, selbst bei erhöhter Zuladung und beim Einfedern. Durch das nach unten ragende Differenzialgehäuse ist diese allerdings dort punktuell limitiert. Zudem ist der Motor und das Getriebe gut geschützt über den Achsen angeordnet, sodass eine Beschädigung durch Bodenkontakt weitgehend vermieden werden kann. Nachteil ist dabei allerdings, dass der Platz

4x4 Technik

über der Achse am Unterboden frei bleiben muss, um den Federweg zu ermöglichen.

Um grosse Achslasten zu erreichen, ist diese Konstruktion nach wie vor beliebt bei „Heavy Duty“ Fahrzeugen. Auch bei neueren Modellen, und zum Beispiel fast generell bei Pick-Ups, ist deshalb hinten noch immer oftmals eine Starrachse, vorne hingegen eine Einzelradaufhängung verbaut.

Einzelradaufhängung

Wie oben erwähnt wird eine Einzelradaufhängung bei Geländewagen, im Gegensatz zu SUV's, meist nur bei der Vorderachse eingesetzt, das erhöht den Fahrkomfort und ermöglicht zugleich einen grösseren Lenkeinschlag. Weil kein tiefliegendes Differenzial vorhanden ist, wird eine grundsätzlich bessere Bodenfreiheit im Bereich der Vorderachse erreicht. Aber das gilt nur solange wie die Federung unbelastet ist. Nimmt das Gewicht zu oder federt das Fahrwerk ein, verringert sich die Bodenfreiheit. Im Extremfall kann die Unterseite des Fahrzeugs am Boden aufschlagen und, weil dann oft die Ölwanne der tiefste Punkt ist, kapitale Schäden verursachen.

Schon deshalb sollte man bei dieser Achskonstruktion einen robusten Unterbodenschutz vorsehen. Siehe Kapitel unten.

Der grösste Vorteil ist aber, dass bei der Einzelradaufhängung die Verschränkung in der Regel besser ist. Dadurch bleibt das gegenüberliegende Rad auch dann mit dem Boden in Kontakt, wenn ein Rad stark einfedern muss. Die Federwege sind meist auch bedeutend grösser als bei einer Starrachse, was den Vorteil weiter erhöht.

Grundsätzlich ist eine Einzelradaufhängung konstruktiv komplexer und benötigt viel mehr bewegliche Teile. Dadurch steigen das Risiko eines Defekts und der Verschleiss automatisch. Zudem sind die meist aus Pressblech gefertigten Schwingarme weniger robust ausgeführt, sodass sie bei einer starken Krafteinwirkung und beim Aufsetzen beschädigt werden können. Auch die Lagerungen dieser Fahrwerkskomponenten

4x4 Technik

verschleissen bei starker Beanspruchung und nicht bei allem Fahrzeugmodelle lassen sich diese einfach revidieren.

Die Antriebswellen benötigen bei dieser Radaufhängung konstruktionsbedingt zwei Kreuzgelenke, welche ebenso verschleissen oder brechen können. Da Blattfedern nicht eingesetzt werden können, kommen entweder Schraubenfedern oder Torsionsstäbe zum Einsatz. Erstere sind dann oft auch zusammen mit dem Stossdämpfer eine Einheit. Muss der Stossdämpfer getauscht werden, müssen die notwendigen Werkzeuge zum Spannen der Feder verfügbar sein.

Torsionsstäbe haben den Vorteil, dass man die Vorspannung und damit die Bodenfreiheit in einem bestimmten Rahmen verändern kann. Für höhere Belastungen muss aber dieser durch einen stärkeren ersetzt werden, wobei es dabei nicht für alle Fahrzeuge zulässige Austauschoptionen gibt auf dem Markt.



Abbildung 15 Einzelradaufhängung mit Dreieckslenker hinten und vorne (Quelle: Rallyefahrzeug Desert Warrior, Rally Raid UK)

Konstruktionsprinzipien für Einzelradaufhängungen sind recht vielfältig. An Geländewagen kommen an der Vorderachse aber meistens ein oberer und eine unterer Dreieckslenker zum Einsatz. Ergänzt wird die Federung durch einen Stossdämpfer welcher meist in einer Schraubenfeder verbaut wird.

4x4 Technik

Portalachsen

Das Gute aus beiden Welten. Überragende Bodenfreiheit, trotz Verwendung der robusten Starrachse, stehen der aufwendigeren Konstruktion entgegen. Die bekanntesten Fahrzeugmodelle mit serienmässig verbauten Portalachsen sind der Unimog und der Pinzgauer. Ansonsten sind oft nur Militär-LKW's standardmässig damit ausgerüstet. Einige der be-

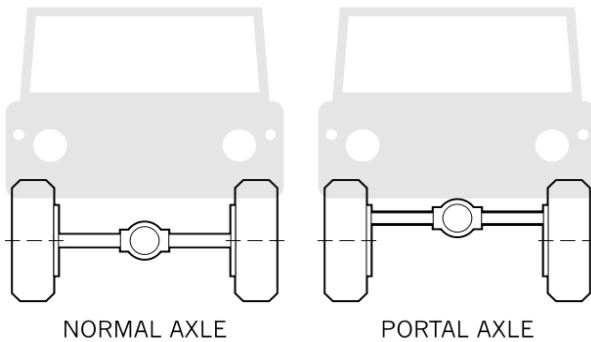


Abbildung 16: Portal Achse im Vergleich zu Standard-Starrachse

Quelle: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NormalVsPortalAxle.svg>

kanntesten Geländewagen lassen sich aber damit nachrüsten, es ist aber eine teure Investition die sich für Reisefahrzeuge kaum lohnt, denn man erwirbt sich damit auch einen höheren Schwerpunkt und Komponenten welche sich im Schadensfall unterwegs kaum reparieren lassen.

Blattfedern

Eine altbewährte Technik Starrachsen zu federn sind Blattfedern. Dabei handelt es sich in der Regel um ein Paket von vorgeformten Federstahlstreifen an welchem die Achse direkt befestigt ist. Das eine Ende des Federpakets ist direkt mit dem Chassis verbunden während das andere über einen beweglichen Schäkkel daran befestigt wird. Die ganze Konstruktion wird daher relativ einfach und vor allem sind alle Komponenten „low-tech“, sprich sie lassen sich mit geringem Aufwand weltweit reparieren bzw. ersetzen. Durch die Federpakete wird die Achse, ohne dass weitere Komponenten notwendig sind, längs und quer geführt.

4x4 Technik

Zudem bietet diese Konstruktion viel Freiheit bei der Ausgestaltung, so kann man mit zusätzlichen Federblättern die Tragkraft und Bodenfreiheit erhöhen. Nachteilig ist vor allem das hohe Gewicht von starken Federpaketen und dass sie, wenn sie wie üblich unter der Achse montiert sind, die Bodenfreiheit direkt neben den Rädern markant einschränken. Siehe Abbildung 13 oben.

Auch die Achsverschränkung ist mit Blattfedern eingeschränkt, was in der Folge dazu führt, dass beim Verschränken im schweren Gelände ein Rad den Bodenkontakt verliert.

Die Reibung zwischen den Federblättern entlastet einerseits die Stossdämpfer, aber auf der anderen Seite verhindert diese ein leichtes Ansprechen bei kleinen Unebenheiten, was dem Fahrkomfort nicht zuträglich ist. Generell arbeitet ein Blattfederfahrwerk am besten wenn es belastet ist, das heisst ein leichtes Fahrzeug ohne grosse Zuladung ist sehr hart gefedert.

Die erwähnten Nachteile lassen sich durch Parabolfedern weitgehend vermeiden. An LKW's ist diese Federart oft Standard, während normale Geländewagen meist mit konventionellen Blattfedern ausgestattet sind. Diese lassen sich aber grundsätzlich mit massgeschneiderten Parabolfedern ersetzen. Damit verliert man aber die einfache Austauschbarkeit, denn Parabolfedern lassen sich nicht so einfach anpassen oder nachbauen.

Ein noch weiterführender Artikel findet man bei [„Matsch und Piste“](#)

Schraubenfedern

Diese Art Feder ist bei Einzelradaufhängungen die meist verwendete Konstruktion und wird auch bei Starrachsen gerne eingesetzt. Der Fahrkomfort und der Federweg kann damit bedeutend verbessert werden.

Im Zusammenspiel mit schweren Starrachsen werden aber Stossdämpfer viel mehr gefordert als bei einem Blattfederfahrwerk. In dieser ent-

4x4 Technik

steht durch die Reibung innerhalb des Federnpakets eine bestimmte Eigendämpfung, die bei der Schraubenfeder entfällt. Um die Achsen zu führen werden zusätzlich längs und quer Schwingarme eingebaut.

Dass eine Schraubenfeder bricht ist bei korrekter Auslegung und sachgerechter Nutzung zwar recht unwahrscheinlich, aber wenn, wird man ein passendes Ersatzteil benötigen bevor es weitergeht. Auch ein defekter Stossdämpfer hat einen stärkeren Einfluss auf das Fahrverhalten und muss ersetzt werden.

Räder und Reifen

Die Reifen und deren Profile haben einen sehr entscheidenden Einfluss auf die Fahrleistungen im Gelände. Es ist daher von grosser Bedeutung das geplante Einsatzspektrum des Fahrzeugs zu definieren, bevor man sich für einen Reifentyp entscheidet.

Felgentypen

Unten werden vier mehr oder weniger gängige Bauformen beschrieben:

Standardfelgen



Abbildung 17: *Stahlfelge mit Geländereifen*

Bei dieser Bauform sind keine demontierbaren Teile vorhanden. Sie ist entweder aus Aluminium gegossen oder aus Stahlblech gepresst und verschweisst.

Sprengringfelge

Ein Federring wird ins das Felgenbett eingelegt. Bei drucklosem Reifen lässt sich dieser ausbauen und der Reifen sich

dadurch einfacher von der Felge ziehen. Früher war dieses System bei Geländewagen die Standardlösung, heute wird sie kaum noch verwendet, vor allem auch weil diese Felge nur bedingt für schlauchlose Reifen geeignet ist (mit zusätzlichen Dichtring).

4x4 Technik

Der Umgang mit Sprengringfelgen birgt bei nicht sachgemäßem Umgang Verletzungsgefahr und sollte daher unbedingt geübt werden. Der grosse Vorteil ist, dass der Reifenwechsel sehr viel einfacher vonstatten geht. Sprengringfelgen sind in vielen Ländern seit vielen Jahren für PKW-Neuzulassungen nicht mehr erlaubt.

Funktion und Anwendung wird in diesem [Video](#) erklärt.

Geschraubte Felgen

Diese Bauart ist vor allem bei LKW's üblich. Auch im Rennsport werden sie zum Teil eingesetzt und Autoposer lieben den coolen Look. Für den langfristigen Geländeeinsatz sind sie zu wenig robust oder wenn doch, dann sehr teuer. Zum Reifenwechsel kann die zweiteilige Felge auseinandergeschraubt werden, sodass der Reifen ohne Kraftaufwand ab- und wieder montiert werden kann.

Bead-Lock Felgen

Dieser Typ ist ebenfalls geschraubt und bietet dabei den Zusatznutzen den Reifen verdreh sicher zu fixieren.

Gängiger als der Einsatz von Bead-Lock Felgen ist es den Reifen mit einem nachgerüsteten „Bead-Lock-System“ auf einer beliebigen Originalfelge zu fixieren. Die Funktion ist vergleichbar jedoch kann eine günstige, robuste Standardfelge verwendet werden.

Siehe dazu Kapitel [„Bead-Lock“](#) .

Felgenmaterial und -grössen

Felgen für den harten Geländeeinsatz werden meist aus Stahlblech gepresst. Sie sind entsprechend robust und wenn mal ein Stein auf der Piste übersehen wird, kann ein resultierender Felgenschlag auch wieder einigermaßen ausgebeult werden. Selbst ein Riss, sollte er überhaupt auftreten, lässt sich auch unterwegs zur Not schweissen. Zudem sind sie kostengünstig, aber bringen auch zusätzliches Gewicht auf die Waage.

4x4 Technik

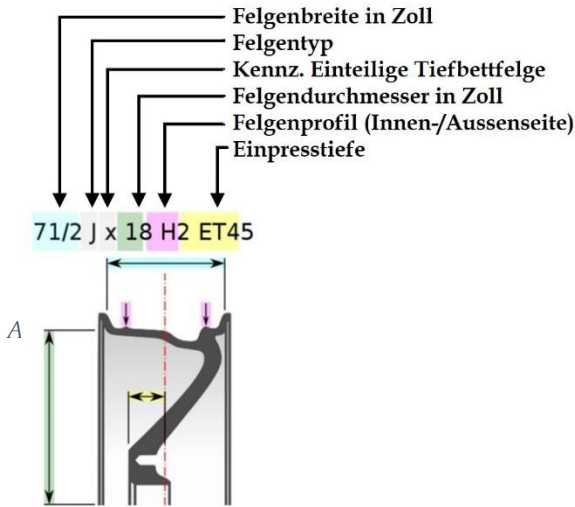


Abbildung 18 Felgenbezeichnungen

Felgenhorns irreparabel ausbricht. Auch den oft archaischen Arbeitsmethoden von Reifenwerkstätten in Drittweltländern sind die Alufelgen oft nicht gewachsen.

Geschmiedete Alufelgen bieten den Gewichtsvorteil von Aluminium und eine ähnliche Robustheit wie Stahlfelgen. Aber sie sind entsprechend teurer und sollte trotzdem mal ein Schaden entstehen sind auch geschmiedete Felgen kaum reparierbar.

Bezüglich der Felgengröße und Reifen sind vor allem drei Masse relevant:

Felgendurchmesser

Dieser muss zum Reifendurchmesser passen. Für einen 16" Reifen, das ist der Innendurchmesser des Reifens, muss logischerweise auch die Felge 16" Durchmesser aufweisen.

Felgenbreite (auch Maulweite)

Hier hat man etwas Spielraum, denn für eine bestimmte Felgenbreite ist ein zulässiger Bereich für die Reifenbreite definiert. So darf zum Beispiel auf eine 8" (entspricht ca. 200 mm) Breite Felge ein Reifen von 215 bis 245

Moderne 4x4 werden zunehmend schon ab Werk mit gegossenen Alufelgen ausgeliefert, aber auch eine Umrüstung auf Alufelgen ist vor allem wegen der schöneren Optik beliebt. Gegossene, kostengünstige Alufelgen sind allerdings bei weitem nicht so robust und pflegeleicht wie Stahlfelgen. Beim Anfahren eines Hindernisses besteht die Gefahr dass ein Teil des

4x4 Technik

mm Breite aufgezogen werden, wobei die Empfehlung bei 225-235 mm liegt. Es gilt zu beachten, dass Felgenbreiten üblicherweise in Zoll angegeben wird, während Reifenbreiten sowohl in Zoll wie Millimeter definiert

Felgenbreite [Zoll]	min. Reifenbreite [mm]	ideale Reifenbreite [mm]	max. Reifenbreite [mm]
5.0	155	165 - 175	185
5.5	165	175 - 185	195
6.0	175	185 - 195	205
6.5	185	195 - 205	215
7.0	195	205 - 215	225
7.5	205	215 - 225	235
8.0	215	225 - 235	245
8.5	225	235 - 245	255
9.0	235	245 - 255	265
9.5	245	255 - 265	275
10.0	255	265 - 275	285
10.5	265	275 - 285	295
11.0	275	285 - 295	305
11.5	285	295 - 305	315
12.0	295	305 - 315	325
12.5	305	315 - 325	335

Abbildung 20 Felgen- und Reifenbreite

werden können.

Praktischerweise sollte man, wenn die Wahl besteht, eine eher schmalere Felge wählen. Erstens hat der Reifen dabei auch bei niedrigem Luftdruck mehr Seitenhalt und zweitens ist das Felgenhorn besser gegen seitliche Verletzung geschützt da der Reifen weiter übersteht.

Wichtig ist aber vor allem, dass sowohl Felge wie Reifen den Vorschriften und dem Fahrzeugtypenschein entsprechen, da man ansonsten illegal unterwegs ist oder riskiert, dass der Reifen nicht korrekt sitzt.

Einpresstiefe

Die Einpresstiefe definiert das axiale Mass zwischen der Auflagefläche der Felge auf dem Radträger und der Mitte des Reifens. Dieses Mass ist primär bestimmt vom Fahrzeugmodell und bedingt besonderer Beachtung wenn man eine andere Reifendimension einsetzen möchte. Stimmt

4x4 Technik

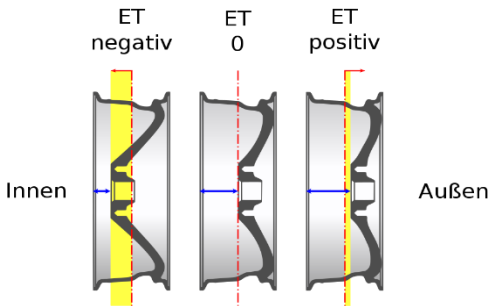


Abbildung 21 Einpresstiefe der Felge

Quelle: Matterhorny, CC BY-SA 3.0

die Einpresstiefe nicht, besteht die Chance, dass der Reifen beim Einfedern mit der Innenseite an der Karosserie streift. Auch hier gilt es, mögliche gesetzliche Einschränkungen zu beachten. Durch verändern der Einpresstiefe, kann die Spurweite des Fahrzeugs und damit die seitliche Position des Rades verändert werden. Allerdings muss auch diese Modifikation

zulässig sein. Zudem belastet eine Spurverbreiterung die Radlager zusätzlich.

Mit oder ohne Schlauch?

Heutzutage sind schlauchlose Reifen weitgehend der Standard, das gilt auch für Geländereifen. Das Thema wurde und wird allerdings oft diskutiert. Ein Argument für Schläuche ist, dass wenn man mit niedrigem Reifendruck fährt, zum Beispiel im Sand, das Risiko steigt, dass der Reifen von der Felge springt. Mit eingelegten Schlauch kann das zwar grundsätzlich auch passieren, aber durch erhöhen der Reifendruckes springt der Reifen wieder in die korrekte Position zurück. Ein Schlauchlosreifen hingegen benötigt zum Aufpumpen einen kräftigen Luftstrom. Das kann ein üblicherweise mitgeführter Druckluftkompressor nicht leisten. Nur wenn ein entsprechend grosser Druckbehälter zur Verfügung steht, kann man den Reifen ohne Trick wieder dicht bringen. (Siehe unten)

Wird ein Schlauchreifen mit niedrigem Luftdruck gefahren, kann dagegen den Schlauch durch walken des weichen Pneus soweit erhitzen, dass er Schaden nimmt oder durch Verdrehen des Reifens das Ventil abreisst.

4x4 Technik

Die wohl beste Lösung ist, grundsätzlich Schlauchlosreifen zu fahren, aber Schläuche in Reserve zu halten. Das ermöglicht es auch weiterfahren zu können, wenn zum Beispiel der Reifen oder die Felge so beschädigt wird, dass man diese nicht mehr dicht bekommt. In diesem Fall legt man den Schlauch ein und kann weiterfahren. Aber Achtung, für normale Schläuche ist das Ventilloch an der Schlauchlosfelge wahrscheinlich zu klein, aber es gibt (in Europa) spezielle Schläuche mit passendem



Abbildung 22: "TUBELESS" Schlauchloser Reifen

Ventilstammdurchmesser. Unterwegs in anderen Ländern kann man sich unter Umständen nur behelfen indem das Ventilloch an der Felge aufgebohrt wird. In diesem Fall wäre die Felge aber nicht mehr für normale Schlauchlosventile verwendbar, aber im Markt gibt es passende Durchmesser als Alternative und es macht Sinn einige davon als Reserve dabeizuhaben.

Hat man nur einen Kompressor mit kleinem Volumenstrom verfügbar, kann man bei der Montage von Schlauchlosreifen einen der folgenden zwei Tricks anwenden:

Spanngurtrick

Nachdem der Reifen montiert ist und sauber auf der Felgenschulter aufliegt, wird ein Spanngurt am Reifenaussendurchmesser angelegt und so stark gespannt, dass der Reifen an der Felgenschulter sauber abdichtet. Nun kann versuchen, ob der Luftdruck aufgebaut werden kann. Das Ganze funktioniert aber auch nur, wenn man den Reifen korrekt positionieren kann, sodass er auf beiden Seiten sauber im Felgenbett liegt.

Explosionstrick

Bei diesem Trick wird der Reifen so montiert, dass er auf einer Seite bereits gut auf der Felgenschulter anliegt, auf der gegenüberliegenden Seite aber noch ein Spalt offen bleibt. Nun spritzt man ein brennbares

4x4 Technik

Gas oder eine leichtflüchtige, brennbare Flüssigkeit (z.B. Bremsenreiniger) in den Reifen und entzündet dieses sofort. Das führt zu einem schlagartigen Druckaufbau welcher den Reifen auf beiden Flanken in Position drückt und abdichtet.

Hier ein entsprechendes [>VIDEO<](#)

WARNUNG

Dieses Vorgehen ist nicht ungefährlich, denn die Dosierung und das Entzünden des Brenngases sind schwierig zu kontrollieren. Auf jeden Fall muss das Gas IN den Reifen gesprüht werden und dann schnellstmöglich und auf jeden Fall mit Sicherheitsabstand, gezündet werden.

Bead-Lock

Mit solch einer Einrichtung wird der Reifen durch einen separaten, aufblasbaren Balg von innen an die Felgenschultern gedrückt und dort fixiert. Das verhindert, dass der Reifen bei niedrigem Druck von der Felge springen kann. Auch ermöglicht es die Montage von Schlauchlosreifen ohne spezielle Massnahmen (siehe oben). Es muss dabei auch erwähnt

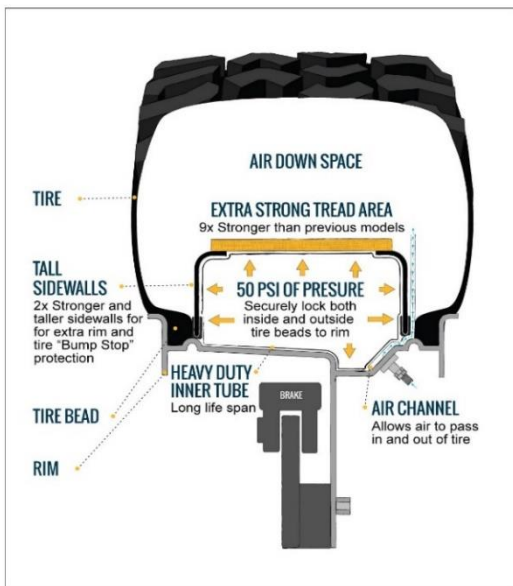


Abbildung 23: Bead-Lock System, nachrüstbar

Quelle: <https://www.coyoteents.com/beadlocks/>

werden, dass Bead-Lock Systeme nur für schlauchlose Reifen erhältlich sind.

Man könnte meinen, das sei die optimale Lösung für Geländefahrzeuge, aber wie immer hat jede Lösung auch Nachteile. Bei Bead-Locks ist das in erster Linie der Kaufpreis (>200 CHF pro Rad, Felgen sind noch markant teurer) zudem addieren sich ca. 3 kg ungefederte Masse pro Rad.

Um das Beadlocksystem montieren zu können muss

4x4 Technik

in der Felge ein zusätzliches Ventilloch gebohrt werden. Über dieses Ventil wird ein im Felgenbett liegender Balg aufgepumpt, sodass dieser den Reifen beidseitig in die Felgenschultern presst. Damit wird verhindert, dass der Reifen sich bei niedrigem Reifendruck auf der Felge drehen und auch nicht von der Felge springen kann.

Bead-Lockfelgen oder auch die internen Systeme werden eigentlich nur in Wettbewerben eingesetzt, wo mit extrem niederem Reifendruck bei niedriger Geschwindigkeit und auf kurzen Strecken gefahren wird (Trophys, Trials). Im täglichen Verkehr, auf Reisen und Teerstrassen generell haben die Systeme kaum praktischen Nutzen.

Zwei Vorteile hat man allerdings in jedem Fall. Bead-Lock Systeme mit ihrem zusätzlichen „Balg“ stützen im Falle eines Platten nämlich den luftlosen Reifen noch etwas und können dadurch ein überraschendes Ausbrechen des Fahrzeugs u.U. verhindern. Lange und schnell darf man aber so nicht weiterfahren, Reifen und Bead-Lock würden durch die extreme Walkbewegung Schaden nehmen.

Ebenso wird das Risiko einer Reifenbeschädigung bei niedrigem Druck reduziert, da der Bead-Lock Ballon als zusätzlicher Durchschlagschutz dient.

Auch bei diesem Zubehör sichergestellt werden, dass er zulassungsfähig ist.

Einfluss der Reifenabmessungen

Verbreitet gilt die Meinung, dass breite Reifen im Gelände nur Vorteile haben. Das ist aber nicht grundsätzlich korrekt, im Gegenteil, sie haben durchaus auch Nachteile. So reduzieren sie zwar das spezifische Gewicht pro Flächeneinheit, was im Weichsand eigentlich vorteilhaft ist, gleichzeitig erhöht sich aber auch durch die breite Lauffläche der Rollwiderstand proportional, was dem Vortrieb entgegenwirkt. Zudem sind Breitreifen einem grösseren Plattenrisiko ausgesetzt und sind auch schwerer und teuer.

4x4 Technik

Den grösseren Vorteil im Gelände bietet ein grosser Reifendurchmesser, weil dieser einen flacheren Abrollwinkel und dadurch einen geringeren Rollwiderstand hat und vor allem eine längere Auflagefläche erzeugt.

Auch eine möglichst grosse Höhe des Reifens, also das Mass zwischen Felgen- und Reifendurchmesser ist vorteilhaft. Einerseits ist solch ein Reifen elastischer, was den Fahrkomfort erhöht, andererseits kann durch Absenken des Luftdrucks die Auflagefläche markant verlängert werden ohne dass die Pneuauflagefläche massgeblich verbreitert wird. So „schneidet“ das schmale Rad durch den Weichsand und bietet trotzdem eine vorteilhafte Flächenbelastung, was das Einsinken vermindert und die Traktion verbessert. Nachteilig ist allenfalls das „schwammigere“ Fahrverhalten welches sich bei schweren Fahrzeugen auf Teerstrasse bemerkbar machen kann.

Zu beachten ist bei grösseren Reifen, dass sie durch zusätzliches Gewicht und breitere Spur die Radlager zusätzlich belasten, bei den sowieso schwer beladenen Reisefahrzeuge ein nicht unerhebliches Verschleiss- wenn nicht sogar Defektrisiko.

Umfassende Informationen zum Thema Fahren im Sand findet man im Kapitel [„Fahren im Sand“](#)

Moderne SUV, aber zunehmend auch Geländefahrzeuge, werden mit immer grösseren Felgendurchmessern geliefert, nicht zuletzt weil die Bremsscheiben immer grösser werden. Das heisst, dass die ursprüngliche Felgenabmessung für Allradler, die 16“ Grösse, immer weniger zum Einsatz kommt. In aussereuropäischen Ländern sind aber noch immer eher „altmodische“ Fahrzeuge im Einsatz, was sich im Angebot der Reifendimensionen widerspiegelt. Deshalb gilt, vor allem wenn ein längerer Einsatz ausserhalb von Europa geplant ist, sorgfältig zu recherchieren, welche Reifengrössen in welcher Region einfach wieder zu beschaffen sind.

Reifentypen und Eigenschaften

Radial-, auch Gürtelreifen genannt, sind heute in fast allen Anwendungsgebieten, insbesondere auch bei Geländereifen, Standard.

4x4 Technik

Achten muss man bei der Auswahl von Reifen allenfalls auf die Winter-tauglichkeit, vor allem natürlich, wenn das Fahrzeug auch im Winter und in Ländern mit entsprechenden Winterreifenvorschriften gefahren werden soll. Ein grobes Profil alleine macht noch keinen Winterreifen.

Geländereifen unterscheiden sich von normalen PKW Reifen vor allem durch die Abmessungen und die robuste Konstruktion von Lauffläche und Seitenwand. Zudem werden Profile für unterschiedliche Einsatzzwecke angeboten (siehe folgendes Kapitel)

Will man regelmässig auch auf Pisten und abseits von geteerten Strassen unterwegs sein, sollte man sich auf jeden Fall einen Geländereifen leisten. Die handelsüblichen PKW Reifen sind in der Regel einfach zu wenig robust, was durch das meist hohe Fahrzeuggewicht eines Reisefahrzeugs noch verschärft wird.

Grundsätzlich unterscheidet man Reifen mit und ohne Schlauch (tube type und tubeless). In beiden Fällen muss die vorhandene Felge passend sein. Felgen für schlauchlos Reifen haben auf der Felgenschulter einen zusätzlichen Wulst zur seitlichen Fixierung des Reifens. Im Notfall kann aber Reifen- und Felgentyp beliebig kombiniert werden, aber legal wäre das zumindest in Europa nicht.

Das Profil und die Reifenabmessungen beeinflussen die zulässige Geschwindigkeit sowie die maximale Traglast und sollte daher bei der Reifenwahl beachtet werden. Die Geschwindigkeit ist dabei weniger relevant für Reisefahrzeuge, hingegen sind diese meist schwer, wenn nicht sogar überladen, was zu einer hohen Belastung des Reifens führt. Wird dann auch noch bei reduzierten Druck gefahren, steigt das Risiko von Reifenplatzern und Karkassen Ablösungen, vor allem wenn auch noch die Tragfähigkeit der Pneu nicht ausreichend ist.

Zudem muss berücksichtigt werden, dass der gewünschte Reifen auch den Zulassungsvorschriften entspricht. Allenfalls mit dem entsprechenden Amt abklären, was zulässig ist.

4x4 Technik

Weiterführendes Reifenwissen

Im unten verlinkten Dokument des ADAC werden die wichtigsten Kennzahlen und Markierungen eines Reifens ausführlich erklärt: [>LINK<](#)

Auch auf [Wikipedia](#) ist dem Reifenthema ein umfassender Artikel gewidmet.

Traglast-Index

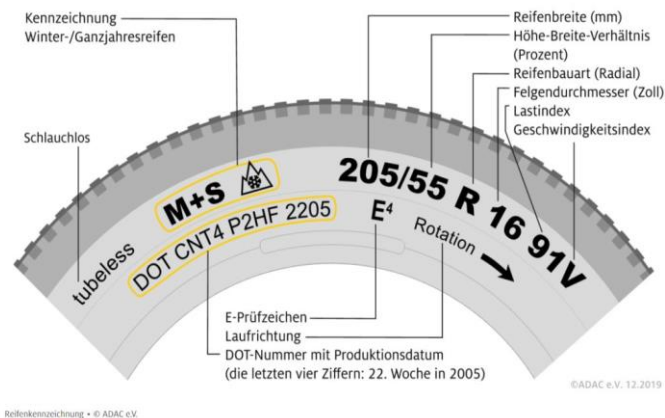


Abbildung 24: *Reifenkennzeichnung* Quelle: ADAC Dokument (siehe oben)

Am wichtigsten ist, wie bereits erwähnt, die Beachtung des Traglast-Indexes in Bezug zum Maximalgewicht des Fahrzeugs. Dabei ist zu beachten, dass die Hinterachse bei Reisefahrzeugen generell eine markant höhere Achslast aufweist. Der Last-Index in kg wird pro Rad festgelegt, während man bei der Bestimmung des Gewichts meist die einzelne Achse wiegen wird. Nicht nur für die Auswahl des korrekten Reifens sollte man die Last auf Vorder- und Hinterachse bei vollbeladenem Fahrzeug zumindest einmal ermitteln. Zu bedenken ist, dass der Last-Index immer das zulässige Gewicht bei maximalem Reifendruck und maximaler Geschwindigkeit bestimmt. Wird der Druck im Gelände reduziert, reduziert sich auch die zulässige Belastung, allerdings wird man dagegen nicht mit Höchstgeschwindigkeit unterwegs sein. Trotzdem ist es empfehlenswert, den Reifen mit höchstmöglichen Last-Index zu kaufen, denn dieser ist grundsätzlich robuster und bietet zusätzliche Reserven.

4x4 Technik

Sogenannte „LT“ (Light Truck) Reifen haben generell eine höhere Traglast und sind z.T. auch mit Geländeprofil erhältlich.

Reifenprofile

Welches Reifenprofil man wählt, sollte vor allem vom Einsatzzweck abhängen. Oft werden „Mudterrain“ (Schlamm) Reifen wegen der coolen Optik montiert. Für Reisen sind sie aber weniger geeignet es sei denn man plant eine Amazonas oder Afrika Querung in der Regenzeit. Nebst den lauten Fahrgeräuschen, fühlen sie sich auf Teerstrassen oft schwammig an und verschleissen vor allem zu Beginn recht schnell. Ein Schlammreifen mit nur noch wenigen Millimetern Profil wird dann die erhoffte Leistung im Schlamm auch nicht mehr erbringen können. Durch die grössere Profiltiefe sind die Reifen zudem auch markant schwerer, Mal fünf oder sechs gerechnet, ein erheblicher Nachteil.

Am verbreitetsten sind denn auch bei Reisefahrzeugen „All Terrain“ Profile. Die sind zwar nirgends hervorragend aber, wie der Name vermuten lässt, aber dafür überall einsetzbar. Einige dieser Reifen haben auch eine Schneezulassung, was sie zu einem echten Alljahresreifen macht.

Sandreifen sind kaum zu finden im Markt und machen auch wenig Sinn, ausser man wohnt in einer Wüstenregion und verbringt die Freizeit in den Dünen. Ein „A/T“ Reifen mit reduziertem Luftdruck steht einem Sandreifen in Sachen Traktion und Sandtauglichkeit wenig nach.

Reifenseitenwand

Die Seitenwände der Reifen sind auf steinigem Pisten und bei niedrigem Reifendruck stark exponiert und können von scharfkantigen Felsen irreparabel aufgeschlitzt werden. Daher ist es sinnvoll einen Reifen mit verstärkter Seitenwand zu wählen. Erkennen kann man das am „Ply Rating“ (Lagen) der Karkasse, 8 Lagen sollten es schon sein. „LT“ Reifen haben grundsätzlich robustere Seitenwände, so z.B. der KO2 Allterrain von BF Goodrich mit 10 Lagen.

4x4 Technik

Reifen Wartung

Ein guter Geländereifen hat eine Laufleistung von 40'000 bis 60'000 km. Wenn man nicht viel unterwegs sein kann, dauert es u.U. einige Jahre bis die Kilometer abgespult sind. Im Allgemeinen sollten Reifen nicht älter als 8-10 Jahre alt sein, da der Gummi mit der Zeit spröde wird. Damit steigt das Risiko eines Schadens und auch die Haftung auf Teer nimmt ab. Das Herstellungsjahr eines Reifens ist auf der Seitenwand er-

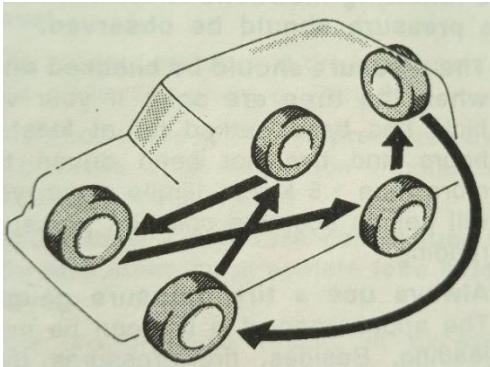


Abbildung 26: Reifenrotation

Quelle: Toyota Land Cruiser Handbuch

gleichzeitig mit den anderen Rädern abgenutzt.

Zudem lohnt es sich den optimalen Reifendruck zu gewährleisten. Nur so ist der Verschleiss der Lauffläche gleichmässig und der Reifen kann entsprechend länger im Einsatz bleiben. Zuviel Druck reduziert zwar den Rollwiderstand und dadurch den Treibstoffverbrauch, aber dafür leidet der Fahrkomfort und die Lauffläche läuft in der Mitte übermässig ab. Bei zu wenig Druck laufen die Kanten stärker ab und die Profilklotze werden asymmetrisch abgenutzt.



Abbildung 27: Korrekter Reifendruck

Quelle: <https://dein.reifen-in.de/wie-ist-der-richtige-reifendruck/>

Reservereifen

Ob ein oder zwei Reservereifen mit auf die Reise kommen sollen, ist eine beliebte Diskussion. Dass aber zwei Reifenpannen so kurz nacheinander

4x4 Technik

auftreten, dass der erste defekte Pneu nicht repariert werden kann, ist recht unwahrscheinlich. Fährt man aber in einer Region wo die montierte (exotische?) Dimension nicht erhältlich ist, kann es Sinn machen, einen zweiten Reservereifen dabeizuhaben. Es muss aber nicht zwingend ein schweres Kompletttrad sein, ein Reifen reicht aus, vorausgesetzt, man kann diesen bei Bedarf auch selber montieren.

Es ist aber nicht sinnvoll aus Kostenspargründen einen abgelaufenen oder minderwertigen Reservereifen mitzuschleppen. Generell lohnt sich die Anschaffung von qualitativ hochwertigen Geländepneus.

4x4 Zubehör und Ausrüstung

4x4 Zubehör und Ausrüstung

Das Angebot an Zubehör um seinen 4x4 aufzupeppen ist riesig. Nur was ist sinnvoll? Eigentlich müsste man erst den Bedarf ermitteln und dann beschaffen, was der Situation entsprechend einen Mehrnutzen bietet. Das aber ist wiederum schwierig wenn man selber noch wenig Erfahrung mitbringt. Hier nun der Versuch einige der Ausrüstungsgegenstände zu beleuchten und zu klassieren.

Bergematerial

Früher oder später wird man auch mit einem 4x4 im Geländeeinsatz irgendwo stecken bleiben oder nicht weiterkommen. Um solche Situationen zu entschärfen, besteht ein grosses Angebot an Ausrüstung.

Bei einer gut passenden Bergeausrüstung sind die einzelnen Komponenten optimal aufeinander abgestimmt und dem Fahrzeuggewicht und -einsatz angepasst. Es ist deshalb sinnvoll die Ausrüstung zum Fahrzeug und Einsatzzweck passend zusammenzustellen.

Hier die wichtigsten Punkte die für die Auswahl beachtet werden müssen:

- Maximales Fahrzeuggewicht
- Wenn mit Winde, deren Zugkraft und Seiltyp
- Art der Befestigungspunkte hinten und vorne am Fahrzeug
- Einsatz der Ausrüstung: Hard-core, Reise, nur gelegentlicher Einsatz, etc.

Übrigens noch zwei Grundsätze beim Bergen:

1.

Zur Bergung eines Fahrzeugs wird immer das Material eingesetzt, welches der zu Bergende an Bord mitführt! Das heisst, stecke ich selber fest und bekomme Hilfe von aussen, wird mein Material verwendet. Hilfe ich einem anderen aus seiner misslichen Lage, wird sein Material eingesetzt.

4x4 Zubehör und Ausrüstung

2.

Das günstigste und wirkungsvollste Bergematerial sitzt übrigens zwischen den Ohren des Fahrers!! Durch bedachtes und vorausschauendes Fahren lassen sich nämlich die meisten Bergeaktionen bereits im Voraus vermeiden. Gerade auf Reisen wird man wahrscheinlich nicht allzu grosse Risiken eingehen wollen, immerhin stehen das eigene Heim und die ganze darin verstaute Ausrüstung auf dem Spiel, sodass extreme Strecken die grosse Ausnahme sein werden.

Die praktische [Bergetechnik](#) selbst wird in einem separaten Kapitel behandelt.

Wo verstauen?

Ganz wichtig ist, was immer an Bord mitgeführt wird um einem die Bergung des feststehenden Fahrzeug zu ermöglichen, muss griffbereit sein. Meist steckt man in einer unbequemen, wenn nicht gefährlichen Situation, wenn Bergeausrüstung zum Einsatz kommen soll. Vielleicht ist es gar nicht mehr möglich an die Ausrüstung, die zuunterst in einer Kiste steckt, zu gelangen. Oft hat man auch gar nicht viel Zeit um eine Bergung durchzuführen, man denke an eine Situation wo man in einem reissenden Bach stecken bleibt.

Also, das meist verwendete Bergematerial sollte auf jeden Fall griffbereit sein. Idealerweise in der Fahrerkabine oder in einem immer gut zugänglichen Aussenfach. Dazu gehören zumindest ein Bergegurt und, sofern vorhanden, die Steuerung der Winde sowie alle benötigten Schäkel.

Winde und deren Zubehör

Eine Winde kann vor allem bei der Selbstbergung sehr nützlich sein. Man muss aber auch bedenken, dass deren Einsatz seine Grenzen aufweist. Auf einer Reise wird man kaum in die Situation kommen eine Winde einsetzen zu müssen, aber wenn, kann sie den entscheidenden Unterschied machen. Mit allem Zubehör und der notwendigen, stabilen Stossstange kommen gut und gerne 100 kg Zusatzgewicht zusammen und auch die Kosten für die Beschaffung und Montage sind beträchtlich.

4x4 Zubehör und Ausrüstung

Bei der Funktionsweise unterscheidet man zwischen:

Winde vom Nebenantrieb angetrieben

Der Windenantrieb ist mit dem Motor des Fahrzeugs verbunden und dieser treibt die Winde an.

Vorteil: Sehr leistungsstark und zuverlässig, bei Ex-Militär LKW's oft Standard.

Nachteil: Funktioniert nur wenn der Motor noch läuft, nur für ganz wenige 4x4 Modelle als Option erhältlich. Zudem ist dieses Zubehör recht teuer.

Elektrische Winde

Das ist die üblichste Bauform bei 4x4 Fahrzeugen. Die Zugkraft ist auf ca. 4-6 t beschränkt. Da eine Winde selten zum Einsatz kommt, ist es nicht unüblich, dass sie im Ernstfall nicht funktioniert, deshalb zwischendurch immer wieder mal kurz zum Einsatz bringen und die elektrischen Kontakte pflegen.

Vorteil: Nachrüstung an vielen Fahrzeugen möglich, günstiger als motorgetriebene.

Nachteil: Benötigt viel Batterieleistung (2. Batterie von Vorteil), beschränkte Zugkraft, überhitzt schnell, daher muss pausiert werden.

Bei modernen Geländewagen und SUV's wird es zunehmend schwieriger eine Winde anzubauen, einerseits weil die Karosserie aus Kunststoffteilen besteht und dadurch eine robuste Stosstange schwierig zu befestigen ist. Mit einem guten alten Leiterraum ist das weniger ein Thema.

Das Windenseil sollte mindestens 30m lang sein, damit auch mit Umlenkrolle eine sinnvolle Zugdistanz erreicht werden kann. Mit einem Abschleppgurt lässt sich das Windenseil i.d.R. 6-12 m verlängern. Ob Stahlseil oder eines aus synthetischem Material ist eine Frage des Preises und der Haltbarkeit.

4x4 Zubehör und Ausrüstung

Synthetische Seile sind mittlerweile verbreitet und auch leistungsfähig. Sie sind auf jeden Fall bei gleicher Nennlast viel leichter und auch einfacher im Gebrauch. Die Seilführung wird durch einen einfachen, abgerundeten Alurahmen gewährleistet. Diese Art Seil ist aber bedeutend empfindlicher bezüglich Verletzung an scharfkantigen Hindernissen und muss deswegen entsprechend sorgfältig behandelt werden. Zudem verkürzt starke Verschmutzung durch Schlamm oder Sand die Lebensdauer. Sollte das Seil reißen, kann es auch im Feld mit entsprechendem Spleisswerkzeug repariert werden (muss aber mitgeführt werden und die Handhabung muss gekonnt sein).

Stahlseile sind in der Regel kostengünstiger und oft standardmässig installiert. In deren Anwendung sollte man immer mit Lederhandschuhen arbeiten, denn es besteht immer das Risiko, sich an losen Drahtfasern zu verletzen. Stahlseile müssen sorgfältig auf die Seilrolle aufgerollt werden um ein Knicken und Verklemmen zu verhindern. Die Seilführung besteht aus einem, von vier Rollen umfassten, Rahmen.

Hydraulische Winde

Eine sehr leistungsstarke und robuste Konstruktion, bei welcher die Winde über einen Hydraulikmotor angetrieben wird. Die ganze Einrichtung ist aber schwer und benötigt viel Platz. Zudem sind diese Winden auch sehr teuer und daher vor allem im kommerziellen Betrieb, wie zum Beispiel bei Forstmaschinen, im Einsatz

Handwinde bzw. Seilzug

Um die notwendige Zugkraft zu entwickeln muss man eine entsprechend [kräftige Einrichtung](#) zur Verfügung haben. Die maximale Zugkraft bei Handbetrieb mittels Antriebshebel liegt bei etwas über 3 t. Dazu benötigt man noch mindestens 20 m Spezial-Stahlseil und allenfalls zusätzliches Zubehör wie Schäkel und



Abbildung 28 Bergung mit Greifzug

Quelle: https://www.landypedia.de/index.php/Datei:LP_Handgreifzug_02.jpg#filelinks

4x4 Zubehör und Ausrüstung

Umlenkrolle. Alles zusammen wiegt dann um die 50 kg, abgesehen vom Platzbedarf. Für Reisende in einem normalen 4x4 ist diese Ausrüstung wohl zu schwer und sperrig und für LKW's erzeugt man zu wenig Zugkraft, also hat man auch nur wenig Nutzen.

Zum Windeneinsatz gehören bestimmte Zubehöre um sicher und schonend arbeiten zu können:

Baumgurt



Abbildung 29: Windenbergung mit Baumgurt

Quelle: <https://www.supercheapauto.co.nz/p/fridge-ryder-ridge-ryder-tree-trunk-protector-5m-10000kg/347356.html>

Der extrabreite, meist kurze Gurt wird um den Ankerbaum gelegt um Verletzungen des Baumes zu verhindern und eine sichere Befestigung des Windenseils zu gewährleisten. Alternativ kann auch ein statischer Abschleppgurt mit genügender Belastbarkeit eingesetzt werden.

VORSICHT

Wenn die Winde mit Umlenkrolle eingesetzt wird, verdoppelt sich die Zugkraft die schliesslich auch auf den Baumgurt wirkt. Das bedeutet, dass dieser entweder entsprechend hohe Belastungsgrenze ausweisen muss, oder aber man legt auch den Baumgurt in doppelten Schlaufen und dazu muss die Länge wiederum ausreichen.

Schäkel



Abbildung 30 Softschäkel

Quelle: www.liros.com

Diese sind oft notwendig um das Windenseil mit dem Baumgurt oder einem Fahrzeugankerpunkt zu verbinden. Sicherer und vor allem auch leichter sind „Softschäkel“. Aufgrund der hohen Belastung sollte der Softschäkel einen Schutzschlauch haben, um Verletzungen des Seils zu verhindern. In jedem Fall muss sichergestellt sein,

4x4 Zubehör und Ausrüstung

dass die „SWL“ (Safe Working Load, zulässige Belastung) ausreichend ist. Eine entsprechende Bezeichnung sollte am Schäkel nicht fehlen. Da Softschäkel nur eine knappe Sicherheitsmarge bis zur Bruchlast haben und auch schon eine kleine Beschädigung die Belastbarkeit markant verringern kann, sollte man zu stärkeren Modellen tendieren. Auch bei Softschäkeln muss sichergestellt sein, dass sie durch die Löcher von vorhandenen Anschlagösen passen.



Abbildung 31: Stahl Schäkel
Quelle: www.hornertools.com

Stahlschäkel sollten nur eingesetzt werden wenn der Befestigungspunkt am Fahrzeug scharfkantig ist, in allen anderen Fällen ist der Softschäkel vorzuziehen. Bei der Beschaffung sollte man darauf achten, dass der Bolzen nicht zu gross ist für bestehende Bergpunkte am Auto, aber trotzdem mindestens 4 t Arbeitslast aufweist. Die Bruchlast eines Stahlschäkels ist vielfach grösser und wird daher der Belastung sicher standhalten.

Auch wenn Chromstahl-Schäkel sehr elegant ausschauen, sind sie für Bergungsaufgaben weniger geeignet. Bei gleicher Belastungsgrenzen sind sie bedeutend schwerer und zudem viel teurer.

Stahlschäkel die stark belastet werden, können deformiert werden. Dadurch wird der Bolzen oft so stark blockiert, dass er nur mit Mühe wieder gelöst werden kann.

TIPP

Dreht man den Bolzen nach dem kompletten Einschrauben wieder eine halbe Umdrehung heraus, lässt sich das vermeiden ohne die Sicherheit oder die zulässige Belastung zu verringern.

4x4 Zubehör und Ausrüstung

Umlenkrolle



Abbildung 32: Herkömmliche Umlenkrolle für Stahlseile
Quelle: www.arb.com.au

Alternative, nämlich eine einfache Rolle die mit einem Softschäkel gehalten wird. Die Teile sind markant leichter und kleiner, kosten aber leider (noch) sehr viel.

Auch eine starke Winde kommt bald an die Leistungsgrenze, wenn es darum geht, ein im Schlamm steckendes Fahrzeug herauszuziehen. Mit einer Umlenkrolle lässt sich die Zugkraft verdoppeln. Die herkömmliche Bauart (links) ist recht schwer und sperrig aber für Stahlseile, die einen grossen Umlenkradius benötigen, das einzig richtige.

Kunststoffwindenseile dürfen auch mit kleineren Rollenradien umgelenkt werden. Genau dafür gibt es eine sehr empfehlenswerte Alternative,



Abbildung 33: Umlenkrolle für synthetische Seile
Quelle: factor55.com

Auch bei diesen Komponenten muss die passende Bruchlast bei der Beschaffung gewählt werden. Im Gebrauch muss sichergestellt sein, dass das Seil nicht unter Spannung von der Rolle springen kann. Das kann dazu führen, dass das Seil sich verklemmt oder noch schlimmer, dass eine teilbare Umlenkrolle versagt und auseinander bricht. Deshalb unbedingt sorgfältig arbeiten beim Ausrichten der Rolle und dem Spannen des Seils.

Elastischer Bergegurt (Snatch-Strap) bzw. -seil

Ein Bergegurt, oder -seil nutzt die kinetische Energie die sich bei der Bergung aufbaut. Diese Kraft wird beim Anziehen mit Schwung aufgebaut und anschliessend relativ sanft wieder abgegeben um das feststeckende Fahrzeug zu befreien. Unterdessen gibt es neben den klassischen Gurten auch Seile. Diese sind einfacher in der Handhabung und haben

4x4 Zubehör und Ausrüstung



Abbildung 34: Berge-Gurt und -Seil

Quelle: <https://overlandingsurvival.com/overlanding-question-snatch-strap-or-snatch-rope/>

eine längere Haltbarkeit da sie mehr Belastungen zulassen. Aber sie sind schwerer, voluminöser und vor allem auch teurer.

Diese Methode ist zum Bergen eines steckengeblieben Fahrzeug durch ein Zweitfahrzeug sehr effizient, birgt aber nicht unerhebliche Ge-

fahren. Deshalb ist es unumgänglich das die Benutzer den Einsatz beherrschen. Eine Länge von 9 m oder mehr ist vorteilhaft, da man sonst mit dem bergenden Fahrzeug zu nah an den zu Bergenden heranfahren muss. Zu lange Gurte können doppelt genommen problemlos eingekürzt werden.

Steckt ein Fahrzeug im Sand oder tief im Schlamm fest, ist „Snatchen“ meist die einzige Methode die ohne grossen Bergeaufwand erfolgreich ist.

TIPP

Ein kinetisches Bergeseil sollte erst eingesetzt werden, wenn alle anderen Mittel ausgeschöpft sind, einfach weil das Risiko eines Unfalls bedeutend höher ist. Das liegt daran, dass die entstehenden Kräfte gross und vor allem nicht kalkulierbar sind. Zudem entlädt sich die im Gurt gespeicherte Energie bei einem Komponentenversagen schlagartig, was mitunter auch schon zu tödlichen Unfällen und grossen Sachschäden geführt hat.

Anwendung siehe Kapitel [„Bergen von Anderen“](#)

Seildämpfer

Zum Bergegurt oder Windenseil gehören Seildämpfer, welcher im Falle eines Versagens die Wucht des reissenden Gurts/Seils vermindern helfen. Es gibt spezielle Dämpfer welche über das gespannte Seil, auch das Windenseil, gelegt werden. Grundsätzlich kann die Funktion eines Dämpfers auch improvisiert werden indem ein weicher, aber etwa 5 kg

4x4 Zubehör und Ausrüstung

schwerer, grossflächiger Gegenstand gut mit dem Gurt/Seil verbunden wird. Im Gegensatz zu früheren Empfehlungen, nur einen Dämpfer mittig einzusetzen, hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, ca. 1 bis 2 m von beiden Enden je einen Dämpfer zu befestigen. Dieses Vorgehen ist insofern auch logisch, da Gurte/Seile selten in der Mitte, sondern an den Anschlagpunkten reissen.



Abbildung 35: Seildämpfer im Einsatz
Quelle: www.bushranger.com.au

Die kinetischen Kräfte eines reissenden Gurts sind immens. Ein Seildämpfer der nicht sehr robust gefertigt ist, wird in Stücke gerissen werden. Ideal ist es die als Beutel ausgeführten Dämpfer mit Sand oder nasser Erde zu füllen, nur so können sie die volle Wirkung erzielen indem der Gurt / das Seil schnellstmöglich zu Boden gezwungen wird. Aber wie das Video unten zeigt, sind die Kräfte oft zu hoch als dass man sie überhaupt bändigen kann.

Das bedeutet, Leute im Gefahrenbereich und auch die beiden Fahrer sind stark gefährdet wenn etwas richtig schief geht!!

Um die Gefahren eines reissenden Seils zu verdeutlichen ist dieses [Video](#) (EN) gedacht!

Abschleppgurt bzw. statischer Bergegurt

Im Gegensatz zum dynamischen Bergegurt ist ein Abschleppgurt oder -seil nicht elastisch. Wie der Name bereits sagt ist dieser zum Abschleppen eines Fahrzeugs gedacht. Allerdings kann damit auch ein Fahrzeug geborgen werden, nur darf dies auf keinen Fall mit Schwung geschehen, da die dadurch erzeugten, ruckartigen Kräfte zu Schäden an Fahrzeugen oder dem Gurt führen können. Dadurch ist der Einsatz zum Bergen nur sinnvoll wenn die benötigte Zugkraft nicht allzu gross ist und die Bodenbeschaffenheit dem Zugfahrzeug eine gute Traktion ermöglicht.

4x4 Zubehör und Ausrüstung

Auch bei diesem Ausrüstungsgegenstand ist auf eine genügende Belastbarkeit zu achten. Im Gegensatz zum Abschleppen auf Teerstrassen, kann die Zugbelastung auf weichem Untergrund markant höher sein, so sollte die zulässige Belastung zum Abschleppen eines beladenen 4x4 mindestens 3-4 t betragen, besser mehr.

Statische Abschleppseile sind, im Gegensatz zu kinetischen Gurten, auch zur Verlängerung eines Windenseils zulässig, sollten aber NIE mit Stahl-Schäkeln verbunden werden! Bei einer Windenbergrung lässt sich der Gurt auch als Baumschutz einsetzen.

Ein interessanter und weiterführender Artikel zum Thema zulässige Belastung von Bergematerial mittel findet man hier: [>LINK<](#)

Sandbleche

Sandbleche sind vor allem in der Wüste und abseits der Pisten unabdingbar. Steckt man im weichen Sand fest, ohne dass einem ein anderes Fahrzeug herausziehen kann, sind sie die einzig sinnvolle Möglichkeit sich zu befreien.



Abbildung 36: MaxTrax Sandbleche
Quelle: www.maxtrax.com.au

Heute sind vor allem die Kunststoffplatten wie zum Beispiel von Maxtrax beliebt. Sie sind leicht und die Verletzungs- und Beschädigungsgefahr am Fahrzeug ist geringer. Sie eignen sich aber nicht um Auswaschungen oder andere Gräben zu überbrücken, da sie eine nur kleine Traglast aufweisen und daher im Gebrauch flächig aufliegen müssen. Ein Durchdrehen der Räder bei der Bergung sollte vermieden werden, da sie Platten bzw. die Noppen Schaden nehmen können. Billige Alternativen halten meist nicht was sie versprechen.

Die klassischen Sandbleche waren aus Luftlandblechen hergestellt worden. Die Lochbleche wurden vom Militär eingesetzt um im Kriegsfall improvisierte Landebahnen zu bauen. Sie waren aus Stahl, sehr

4x4 Zubehör und Ausrüstung

schwer, oder Aluminium, immer noch ziemlich schwer, gefertigt und 3 m lang und ca. 40 cm breit.

Unterdessen sind diese aber weitgehend vom Markt verschwunden und sollten auch nur von LKW Fahrern eingesetzt werden, weil die Belastung bei diesen gross ist, das Gewicht der Sandbleche hingegen weniger eine Rolle spielt.



Abbildung 37: Alu Sandbleche Quelle: www.sandladder.net

sie sich im Sand bei der Bergung aufbäumen. Dafür sind sie, vor allem wenn sie doppelt gelegt werden, als Überbrückung von kleinen Gräben problemlos einsetzbar. Auch als Unterlage beim Wagenheben auf weichem Untergrund können sie gut Dienste leisten.

Als Ersatz werden heute leichte und trotzdem recht belastbare Sandbleche angeboten. Werden sie, was nicht unüblich ist, im Einsatz verbogen, muss man sie aufwändig wieder richten, was nicht immer einfach ist. Werden die Sandbleche am Fahrzeug mittels speziellen Halterungen befestigt, gilt zu bedenken ob sie auch leicht verbogen noch zu befestigen sind. Zudem können sie im Gebrauch Schäden an der Unterseite der Karosserie anrichten, wenn

Wenn der Platz zum Transportieren vorhanden ist, sollte die Länge der Sandbleche möglichst gross, mindestens aber 1,2 m sein.

Wagenheber

Soll ein Wagenheber nicht nur zum Radwechsel auf festem Untergrund eingesetzt werden können, muss ein grosszügiger Hub gewährleistet werden. Das kann der Originalwagenheber des Herstellers meist nicht bieten. Zum Anheben eines steckengebliebenen Fahrzeugs gilt das erst recht. In jedem Fall muss das eingesetzte Modell zum Fahrzeuggewicht und dessen Bodenfreiheit passen.

Drei Bauformen eignen sich grundsätzlich für diese Aufgabe:

4x4 Zubehör und Ausrüstung

Hydraulischer Zylinderheber



Abbildung 38: *Hydraulik Wagenheber*

Quelle: www.galaxus.ch

Hilfe von Holzklötzen.

Diese Art Wagenheber ist günstig und kompakt und deswegen auch recht beliebt. Da ein Geländefahrzeug mit seinen grossen Reifen weit absackt bei einem Platten, müssen sowohl die minimale wie auch die maximale Höhe des Wagenhebers für das Fahrzeug passend sein. Bei vielen Modellen reicht aber die Hubhöhe des Originalwagenhebers nicht in jeder Situation aus. Hat man zwei davon an Bord, kann man das Fahrzeug mit Nutzung von Holzblöcken in Schritten anheben, das geht aber nur sicher auf festen Untergrund und mit

Hi-Lift-Jack

Dieses archaische aber auch leistungsfähige Hebewerkzeug ist sehr beliebt und in verschiedenen Längen und Ausführungen verfügbar.



Abbildung 39: *Hi-Lift Jack*

Quelle: www.hi-lift.com

Wenn man sich dafür entscheidet, sollte man auf Qualität achten, denn es gibt viele Nachahmerprodukte. Je nach Bauform kann man damit das Fahrzeug bis über einen Meter anheben. Zudem kann der Hi-Lift-Jack auch als Stockwinde eingesetzt werden, eine zwar mühselige, aber doch mögliche Art das Fahrzeug zu bergen. Mit Hilfe einer Umlenkrolle, kann eine Zugkraft von einigen Tonnen erzielt werden.



Abbildung 40: *Hi-Lift Jack Einsatz*

Allerdings ist der einzelne Hub nur etwa ein Meter. Dann muss das Fahrzeug gesichert und der Jack wieder in die Ausgangsposition gebracht werden. Man kann

4x4 Zubehör und Ausrüstung

sich vorstellen wieviel Zeit und Material eingesetzt werden muss um einen Allradler 20 m weit zu bewegen!

Das Teil hat aber auch einige entscheidende Nachteile und Einschränkungen:

- Der Heber ist schwer und sperrig und daher nicht einfach zu verstauen. Ist er dem Wetter ausgesetzt und wird nicht gepflegt, kann der Mechanismus einrosten und blockieren.
- Der Gebrauch, insbesondere das Absenken des Fahrzeugs, ist nicht ungefährlich, wenn man nicht sachgerecht vorgeht.
- Viele der modernen Fahrzeuge haben schon gar keine entsprechenden Stellen um diesen Wagenhebertyp ansetzen zu können. Die als Zubehör verfügbaren Felgenhaken dienen dann auch nur um das Fahrzeug anzuheben, zum Radwechseln hilft das aber nicht, es sei denn man kann das Fahrzeug unterstellen nach dem Anheben.

Ballonheber

Ein Ballonheber wird unter das Auto gelegt und mit Auspuffgas aufgeblasen. Das funktioniert recht gut hat aber auch seine Tücken. Erstens muss das Auspuffsystem dicht sein, um den notwendigen Druck aufbauen zu können. Zudem muss man sicherstellen, dass der Ballon nicht verletzt wird, sei es durch scharfkantige bzw. heisse Fahrzeugteile oder

spitze Gegenstände am Boden. Drittens darf man sich auf keinen Fall unter dem Fahrzeug befinden während nur der Ballonheber als Stütze dient, wobei das gilt eigentlich für alle Bauformen von Wagenhebern.



Abbildung 41: Ballon Wagenheber

Quelle: www.bushranger.com.au

Bei dieser Art Wagenheber ist eine robuste Konstruktion unerlässlich, deshalb sollte man das Produkt vor dem Kauf begutachten können. Auch ist es sinnvoll ein Reparaturset und Schutzdecken für

4x4 Zubehör und Ausrüstung

den Boden und eventuell auch gegen den Fahrzeugunterboden vorzusehen. Selbstredend muss die Auspuffanlage ohne nennenswertes Leck sein, ansonsten kann der Druck gar nicht erst aufgebaut werden. Mit genügend Geduld und einem entsprechenden Adapter kann man den Ballon auch mit dem Kompressor aufpumpen, aber Achtung, dessen hoher Druck kann zur Zerstörung führen.

Schaufel

Eine robuste Schaufel mit langem Stiel sollte nicht nur für Bergearbeiten an Bord sein. Sei es zum Arbeiten ums Lagerfeuer oder um sein privates



Abbildung 42: Digger Schaufel Quelle: www.bushranger.com.au

Geschäft im Wald zu vergraben, eine Schaufel gehört mit dazu.

Steckt der Wagen bis zu dem Achsen in Schlamm oder Sand, wird man einen langen Schaufelstiel zu schätzen wissen. Auch das Blatt sollte aus robustem Stahlblech bestehen, ansonsten wird sie einen Einsatz in hartem Boden kaum lange überdauern. Eine langstielige Schaufel ist aber schwierig in einem Fahrzeug mit beschränktem Platzangebot unterzubringen. Eine clevere Variante bietet hierzu das Modell [„Digger“ von „Bushranger“](#). Das australische Produkt ist robust, der lange Stiel ist zweiteilig und das Ganze wird in einer

Transporttasche platzsparend verstaut.

Sicherheit

Alle Ausrüstungsgegenstände die bei einer Bergung mit Einsatz von Seilen/Gurten zum Einsatz kommen, müssen sich in einwandfreiem Zustand befinden und von der Belastbarkeit her genügend Reserve aufweisen. Grundsätzlich sollte der Gurt bzw. das Seil das schwächste Glied der Kette sein, da dessen Versagen den kleinstmöglichen Schaden anrichten kann.

Eine Bergekette besteht in der Regel aus folgenden Komponenten:

4x4 Zubehör und Ausrüstung

- **Ankerpunkt:**
Anker, Baumgurt, Befestigungspunkt an einem Fahrzeug, etc.
- **Verbindungssteile:**
Schäkel (nur wenn unbedingt notwendig einsetzen)
- **Seil/Gurt:**
Windenseil, Bergegurt oder Abschleppgurt

Um die optimale Sicherheit und Funktion zu erreichen müssen diese Komponenten von guter Qualität und die Belastbarkeit auf einander abgestimmt sein.

Beschädigungen, vor allem an Gurt, Softschäkel und Seil, reduzieren die Belastbarkeit massgebend und nicht einschätzbar. Daher sollten solche Ausrüstungsgegenstände, wenn immer möglich, aussortiert werden. Auch die häufige Nutzung können die Belastungsgrenzen reduzieren.

Kompressor

Die Anpassung des Reifendrucks beim Geländefahren ist wichtig und notwendig. Druck ablassen kann man ohne Hilfsmittel, hingegen benötigt man zum wieder Anheben einen geeigneten Kompressor. Gleiches gilt natürlich bei einer Reifenpanne. Ein Reparaturset hilft wenig, wenn man anschliessend nicht wieder pumpen kann.

Billige Supermarkt Kompressoren sind nicht geeignet für den regelmässigen Einsatz und werden es vermutlich nicht einmal schaffen vier Reifen wieder auf Teerstrassendruck zu bringen. Wenn sie nicht versagen, werden sie höchstwahrscheinlich überhitzen, wenn man denn überhaupt so viel Geduld aufbringt. Ein geeigneter Kompressor schlägt sicher mit mehr als 100 CHF zu Buche. Billigere Modelle sind kaum geeignet und nach oben ist preislich natürlich viel Luft. Übrigens, wird ein Kompressor mit Zigarettenstecker angeboten, ist eine gute Leistung ausgeschlossen, denn mit den max. 10 A wird man nicht glücklich werden.

Daraus resultieren die wichtigsten Eigenschaften die ein Kompressor aufweisen muss:

4x4 Zubehör und Ausrüstung

- Hohe Fördermenge auch bei hohem Reifendruck - >50 l/min bei 2 bar
- Sollte auch bei einem Einsatz von 30 Minuten einsatzfähig bleiben
- Wasser- und staubdichte Bauart, vor allem wenn der Kompressor im Motorraum eingebaut wird

Da ein leistungsfähiger Kompressor viel Strom zieht (>20 A), wird er am besten fest verbaut und direkt abgesichert auf die Batterie verdrahtet. Auch wenn die Montage im Motorenraum eine grosse Belastung darstellt, ist es vorteilhaft nahe an der Batterie zu bleiben, denn die Kabel müssen einen grossen Querschnitt aufweisen. Zu beachten ist dann aber, dass ein Luftschlauch von genügender Länge vorhanden ist, um jedes Rad erreichen zu können. Hat man Platz für einen Druckbehälter, kann man die Druckluft auch zum Ausblasen von Teilen nutzen. Allerdings sollte der Druckbehälter einige Liter Volumen haben, sonst ist diese Anwendung nur sehr eingeschränkt möglich. Eine Druckluftpistole mit kleiner Düse erweitert diese Anwendungsmöglichkeiten.

Elektrische Kontakte und Schalter, aber auch die Druckluftkuppung, sollten vor Staub und Nässe geschützt werden. Wird nämlich der Kompressor nicht regelmässig benutzt, werden Korrosion und Schmutz die Funktion früher oder später beeinträchtigen.

Auch mobile Kompressoren sind eine gute Lösung, allerdings benötigen diese zusätzlichen Stauraum. Ist der Kompressor nicht fix in einem Schutzkoffer untergebracht sollte er zumindest auf einer Grundplatte montiert werden und nicht im Sand oder auf staubigem Untergrund betrieben werden.



Abbildung 43: Einbau- und Mobil-Kompressor ARB Quelle www.arb.com.au

4x4 Zubehör und Ausrüstung

Für welches Modell man sich entscheidet wird neben der Förderleistung und Robustheit, vom Platzbedarf und dem Preis abhängen. Sicher sollte man im Vorfeld versuchen, Erfahrungen anderer Anwender zu sammeln.

Zusatzausrüstung

Das Angebot an 4x4 Zubehör ist äusserst vielfältig und kaum überblickbar. Was davon sinnvoll und sein Geld wert ist, kann man nicht immer einfach bestimmen. Einige, aus Sicht des Autors, beliebte Ausrüstungsteile werden in der Folge vorgestellt. Wichtig ist aber, dass der Nutzer sich sowohl über Kosten/Nutzen wie auch über die Anwendungsmöglichkeiten im Klaren ist, bevor er sein Fahrzeug zusätzlich belastet und vollstopft.

Beleuchtung

Beliebt sind alle Arten von Arbeitsscheinwerfern, „Lightbars“ und Fernscheinwerfern. Abgesehen davon, dass die meisten keine Strassenzulassung haben, ist der Gebrauchswert nicht in jedem Fall zweifelsfrei gegeben. Gerade auf Reisen in fernen Ländern wird man, wenn immer möglich, vermeiden, nachts zu fahren. Nur, wenn man trotzdem mal dazu gezwungen wird, sind gute Scheinwerfer von entscheidender Bedeutung. Gerade ältere Fahrzeuge mit einfachen H4 Halogenleuchten verbreiten eher schummriges Licht.

Für Nachtfahrten auf schmalen, kurvenreichen Strassen ist weniger die Ausleuchtung auf grosse Distanz wichtig, sondern eher dass auch die Strassenränder auf 50-100 m gut ausgeleuchtet werden. Das sollte bei der Auswahl der Scheinwerfer Priorität geniessen.



Abbildung 44: Mobiler Arbeitsscheinwerfer

Quelle: <https://www.steffen.ch/de/products/19-95195>

Ebenfalls sinnvoll sind „Arbeitsscheinwerfer“, also Leuchten die die unmittelbare Umgebung des 4x4 beleuchten können. Das ist zum Beispiel sehr hilfreich,

4x4 Zubehör und Ausrüstung

wenn man das Camp bei Dunkelheit aufbauen muss oder, was man niemandem wünscht, bis in die Nacht am Bergen ist. Da die Richtung in welche diese Scheinwerfer im Bedarfsfall leuchten sollen nicht von Anfang an klar ist, sind breitleuchtende Lampen mindestens nach vorne und hinten am sinnvollsten.

Eine andere, viel flexiblere Möglichkeit sind aufladbare Handscheinwerfer. Dabei ist aber zu beachten, dass sie idealerweise mit 12 V Bordspannung aufgeladen oder betrieben werden können. Ein Saugnapf oder ein Magnettfuß erlauben die sichere Befestigung an der Karosserie.

Zusatztreibstoff

Je nachdem wo die Reise hingehet, muss eine ausreichende Treibstoffautonomie sichergestellt werden.



Abbildung 45: Kanister Dachlast

Quelle: www.weltrekordreise.ch

Mit wenigen Ausnahmen bieten die Standardkapazitäten selten mehr als 600-800 km Reichweite. Auf abgelegenen Routen in der Wüste Australiens oder in der Sahara reicht das in der Regel nicht. Um aber die notwendige Reichweite auf 1500 oder mehr km zu erhöhen, wären je nach Fahrzeug mehrere 20 l Kanister zusätzlich

nötig. Das Bild zeigt das Schweizer Ehepaar Schmid die seit über dreissig Jahren in ihrem Landcruiser die Welt bereisen. Sie starteten in einer Zeit, wo Zusatztanks noch weitgehend unbekannt waren und sie deshalb auf Kanister angewiesen waren.

Zusatzkanister sind zwar kostengünstig haben aber einige Nachteile:

Dichtheit:

Auch wenn sie robust und zudem dicht sind, ist eine Leckage nicht auszuschliessen. Im Fahrzeuginnern wäre das ein Sicherheitsrisiko und bei Diesel zumindest eine nachhaltige Schweinerei.

4x4 Zubehör und Ausrüstung

- Handling:** Das Befüllen wie auch das Nachtanken ist zeitraubend, die Kanister schwer und sie benötigen einen gut abdichtenden Ausgussrüssel.
- Platzbedarf:** Im Fahrzeuginnern sollte man sie grundsätzlich nicht transportieren. Auf dem Dachträger erhöhen sie den Schwerpunkt und sie sind schwierig zu be- und entladen. Aussen angebracht sind sie u.U. illegal und es besteht ein Diebstahlrisiko (müssen abschliessbar sein).
- Grenzübertritte:** Bei den meisten Grenzen darf man maximal 20 l Reserve lose mitbringen. D.h. günstiger Treibstoff von einem ins andere Land zu bringen ist so nicht möglich.

Die Kanister Lösung ist daher eher als eine Notlösung für eine bestimmte, lange Strecke sinnvoll. Ob man dafür aber die ganze Zeit einen oder gar mehrere leere Kanister mitschleppen soll ist fraglich. Dann eher vor Ort bei Bedarf einige günstige Plastikkanister beschaffen und mit diesen aber sofort nachfüllen wenn entsprechend Treibstoff verbraucht worden ist. Nach der Etappe wieder verkaufen.

Sollte man sich dennoch für Kanister entscheiden, lohnt sich der Kauf guter Qualität und man sollte nicht vergessen einen passenden Ausguss zu beschaffen.



Abbildung 46: 180 l Zusatztank

Als Alternative sind festeingebaute Zusatz- oder grössere Ersatztanks vorteilhafter, sind aber doch eine teurere Investition. Neben höherem Betankungskomfort und -volumen bietet diese Lösung aber auch mehr Sicherheit und einen tiefen Schwerpunkt. Ein Teil der Kosten lassen sich mit der Zeit amortisieren, da man von günstigen Treibstoffpreisen profitieren kann, nicht zuletzt auch im grenzüberschreitenden Verkehr. Als Beispiel mag der Dalton Highway

4x4 Zubehör und Ausrüstung

in Alaska dienen. Die Streckenlänge, hin und zurück von Fairbanks aus beträgt ca. 1600 km. Muss man in Dead Horse für den Rückweg tanken, bezahlt man fast doppelt so viel wie in Fairbanks. So lassen sich schnell mal 50 CHF sparen. Auf einer langen Reise lassen sich schon dadurch die Beschaffungskosten amortisieren. Aber auch in Ländern wo die Treibstoffbeschaffung kompliziert oder die Verfügbarkeit nicht garantiert ist, profitiert man von einem grossen Tankvolumen. Bei einem der grossen Land Cruiser lassen sich so ohne weiteres 270 l Treibstoff transportieren, was einer Reichweite von bis 2000 km entspricht.

Ideal ist es wenn der Zusatztank komplett unabhängig vom Haupttank funktioniert, zwei Einfüllstutzen, separate Füllstandanzeige und bei Bedarf umschaltbar. Sind die beiden hydraulisch verbunden verliert man bei einem Leck den ganzen Treibstoff und kann vor einer Reparatur auch nicht weiterfahren. Auch umpumpen in den Haupttank birgt ein Risiko, denn wenn die Pumpe ausfällt, kommt man nicht mehr einfach an den Treibstoff heran.

Entscheidet man sich für einen Zusatz- oder Ersatztank ist es wichtig sicherzustellen, dass der Hersteller Erfahrung auf diesem Gebiet hat. Viele Einzelanfertigungen neigen zu Rissen im Gebrauch und es sollten unbedingt Schwallwände eingebaut sein, um Bewegungen von grossen Volumen zu vermeiden.

Dachträger

Dachträger sind ein beliebtes Thema das in Lagerfeuergeschichten erwähnt wird, meist allerdings nicht im Guten. Einerseits werden Dachträger gerne zu schwer beladen, was nicht nur den Schwerpunkt erhöht, sondern vor allem sind viele kostengünstige oder PKW Modelle den harten Bedingungen schlicht nicht gewachsen. Neben dem Bruch der Trägerfüsse, kann bei zu hoher Belastung aber auch die Dachrinne des Fahrzeugs Schaden nehmen.

4x4 Zubehör und Ausrüstung



Abbildung 47: Dachträger ARB mit sechs Füßen

auch nicht allzu schwer sein, denn auch das Trägergewicht wird der zulässigen Dachlast zugerechnet.

Das Fahrzeug muss aber natürlich für eine entsprechende Dachlast zugelassen sein und wenn, wie bei modernen Fahrzeugen üblich, die Dachrinne fehlt sind robuste Dachträgersysteme, welche auch auf Wellblechpisten nicht versagen, dünn gesät.

Besser ist es, wenn man auf einen Dachträger ganz verzichten kann. Das erreicht man, wenn entweder weniger Ausrüstung mitgeführt wird oder man sich für ein entsprechend grösseres Fahrzeug entscheidet.

Drucküberwachungssystem

Ist eine Überwachung des Reifendrucks nicht schon ab Werk vorhanden, lohnt es sich nachzurüsten. Gerade im Gelände ist es oft schwer erkennbar, wenn der Reifendruck langsam abfällt. Das gilt insbesondere für die Hinterräder. Das schwammige Fahrverhalten auf einer Piste überlagert den Einfluss eines platten Reifens. Das Resultat ist dann oft ein komplett zerstörter, irreparabler Reifen.

Ein gutes Drucküberwachungssystem ist möglichst frei konfigurierbar, das heisst die Grenzwerte, bei deren Unterschreitung alarmiert wird, sind individuell einstellbar. Der Grund dafür ist, dass man im Sand durchaus mit Drucken fährt, welche vom Werkssystem bereits als Platten eingestuft würde.

4x4 Zubehör und Ausrüstung



Abbildung 48: Kurzes Metallventil
Quelle: www.reifenmontagezubehoer.de

Am kostengünstigsten sind Sensoren welche auf die Ventile aufgeschraubt werden. Der grösste Nachteil von diesen ist, dass sie abgerissen werden können

und damit ein schlagartiger Druckabfall einhergeht. Zudem können sie lecken, wenn die Sensoren sich losdrehen sollten. Ansonsten haben sie aber einige Vorteile, wie zum Beispiel die einfache Versetzbarkeit bei der Radrotation. Bei Sensoren die im Reifeninnern angebracht sind, muss beim Rad rotieren die neue Position jedes Mal neu programmiert werden. Um ein übermässiges Vorstehen der Sensoren zu vermindern, kann in Erwägung gezogen werden, metallische und kurze Reifenventile zu installieren. Diese sind dann aber weniger flexibel und können gerade deshalb auch eher beschädigt werden.

Es ist sinnvoll ein System mit einem guten Display für alle vier Räder zu beschaffen und dieses an der Lenksäule zu montieren. So bleibt der Druck immer im Blickfeld des Fahrers. Zudem sollte darauf geachtet werden, dass die Anzeigeeinheit ans Bordnetz angeschlossen werden kann, das spart den regelmässigen Batteriewechsel. Die Sensoren sollten wechselbare Batterien haben.



Abbildung 49: Drucküberwachung mit externen Sensoren
Quelle: www.elv.com

Auch um den optimalen Reifendruck auf Teerstrassen zu finden kann das System wertvolle Hilfestellung bieten. Ein Reifen erwärmt sich im Gebrauch, das ist wohlbekannt, und damit steigt der Reifendruck an. Je nach Reifentyp und Belastung sollte das 0.3 bis 0.5 bar ausmachen und genau das lässt sich mit dem Reifenmonitor überprüfen. Steigt der Druck an beiden Achsen etwa gleich stark und in diesem Rahmen an, ist der Druck für Teerstrassen optimal. Zusätzlich lässt sich das Verhalten auch über die Temperatur beobachten, denn viele Systeme messen die

4x4 Zubehör und Ausrüstung

Temperatur am Ventil. Die Messung ist zwar nicht sehr präzise und ist von äusseren Faktoren abhängig, aber bemerkt man zum Beispiel einen markanten Unterschied zwischen links und rechts, stimmt was nicht. Auch zwischen den beiden Achsen sollte die Temperatur in etwa dieselbe sein. Eine merkbar höhere Temperatur eines einzelnen Reifens deutet auf zu niederen Druck hin. Eine Temperaturanzeige welche grundsätzlich bedeutend höher ist als die gemessene Umgebungstemperatur, sollte man untersuchen.

TIPP

Ein Drucküberwachungssystem sollte folgende Funktionen bieten:

- *Druck- und Temperaturanzeige jedes einzelnen Rades*
- *Frei einstellbare Alarmgrenzwerte*
- *Alarmierung bei unterschreiten der Werte und auch bei übermässigem Druckabfall in kurzer Zeit*
- *Gut hörbare akustische und evtl. zusätzliche optische Alarmierung*

Verbesserungen

Geländewagen die für grosse Belastung gebaut sind benötigen nur wenige Anpassungen um reise- und geländetauglich zu sein, aber bestimmte Verbesserungen können sich trotzdem lohnen.

Fahrwerk

Da Reise-4x4 oft bis an die Grenze oder sogar darüber beladen sind, ist ein verstärktes Fahrwerk mit entsprechend robusteren Stossdämpfern oft sinnvoll. Meist geht das einher mit einer Erhöhung der Bodenfreiheit als sinnvoller Nebeneffekt. Eine Erhöhung einiger Zentimeter ist in der Regel auch gesetzlich zulässig, in jedem Fall sollte man aber sicherstellen, dass das Fahrwerk eingetragen werden kann.

Bei Geländewagen mit Starrachsen werden die Blatt- oder Schraubenfedern getauscht, bei anderen Fahrwerkskonstruktionen müssen z.B. Torsionsstäbe verstärkt oder anders gespannt werden.

Wird ein verstärktes Fahrwerk eingebaut, sind oft auch gleich passende und meist auch bessere Stossdämpfer Teil davon. Da diese oft länger

4x4 Zubehör und Ausrüstung

sein müssen als die originalen, kann es sein, dass sie beim Versagen nicht überall einfach zu ersetzen sind. Deshalb ist es wichtig dass die Qualität und Robustheit hoch ist, damit der Fehlerfall schon gar nicht eintritt. Insbesondere Fahrwerke mit Schrauben- anstatt Blattfedern belasten die Dämpfer bedeutend stärker. Ein Blattfeder Fahrwerk kann notfalls noch recht sicher gefahren werden, auch wenn Stossdämpfer ausfallen. Ein Schraubenfederfahrwerk wird aber ohne Dämpfer bei höheren Geschwindigkeiten schwer beherrschbar.



Abbildung 50: Stossdämpferschutz Hinterachse

Je nach Fahrzeugbauart sind die Stossdämpfer exponiert montiert und können durch Steinschlag beschädigt werden. Besonders gefährdet sind die Dämpfer der Hinterachse, liegen diese doch oft in der Flugbahn aufgewirbelter Steine. Wenn ein entsprechender Schutz nicht standardmässig mitgeliefert wird, sollte man sich überlegen selber einen geeigneten Schutz zu bauen.

Ideal wären massgeschneiderte Dämpfer wie sie im [Rallye Raid Sport](#) verwendet werden. Nicht nur sind die optimal auf die Belastung anpassbar, sondern die lassen sich auch, wenn es denn überhaupt mal notwendig werden sollte, revidieren. Aber solche Dämpfer kosten ein Mehrfaches von Standardprodukten.

Unterfahrschutz

Vor allem bei Modellen mit Einzelradaufhängung an der Vorderachse besteht im Gelände das Risiko die Ölwanne oder das Getriebe zu beschädigen. Der Grund dafür ist, dass die Karosserie mit dem Motor beim Einfedern zwischen die Räder eintaucht und so dem Boden entsprechend näher kommt. Bei Starrachsen ist dieses Problem weniger vorhanden, da der Motor immer über der Achse geschützt ist. Auch das Differential hat immer die gleiche Bodenfreiheit und stellt immer den tiefsten

4x4 Zubehör und Ausrüstung

Punkt des Fahrzeugs dar. Für Fahrzeuge mit Starrachsen, auch vorne, ist ein Schutzblech bei „normaler“ Fahrweise nicht von grossem Nutzen.

Bei Fahrzeugen mit Einzelradaufhängung macht ein Unterfahrschutz bedeutend mehr Sinn um Beschädigungen beim Aufsetzen zu vermeiden. Das Risiko ist allerdings bei vorsichtiger Fahrweise auch ohne Schutz gering.



Abbildung 51: Unterfahrschutz Toyota Hilux
Quelle: www.arb.com.au

Im Zubehörhandel sind unzählige Produkte zum Schutz des Unterbodens verfügbar. Viele sind allerdings mehr optische Beschwichtigung denn robuster Schutz. Wenn man in einen zusätzlichen Schutz investieren möchte, sollten folgende Kriterien ausschlaggebend sein:

- Robustes Material – Aus > 6mm hochfestem Alu-Blech gefertigt, Stahl ist noch robuster aber auch schwer
- Einfaches Design – Wenn man das Blech verbiegt, kann es bei komplexen Formen kaum wieder zurechtgebogen und daher nicht mehr montiert werden
- Keine exponierten Schrauben – Diese werden ansonsten beim Aufsetzen abgeschert oder beschädigt
- Keine allzu grossen Platten – Zu grosse Teile verbiegen sich im Gebrauch eher und können nicht mehr montiert werden

Motoren Tuning

Mittels Chip Tuning lassen sich die meisten modernen Motoren schon mit angepasster Motorensteuerungssoftware leistungssteigern. Dabei gilt es zu beachten, dass viele dieser Eingriffe nicht zulassungsfähig sind. Bei älteren Motoren, insbesondere alten Saugdiesel kann man allenfalls einen Turbolader nachrüsten, die Zulassungsfrage bleibt auch dort bestehen.

4x4 Zubehör und Ausrüstung

Für Reisen in Regionen wo man auf sehr schlechtes Diesel und Benzin treffen kann oder auch Länder wo man auf über 3500 müM fährt sollte man sich überlegen, entsprechende Massnahmen zu treffen. Dabei geht es nicht in erster Linie um mehr Power, sondern darum das komplizierte und auch zum Teil sensible Motorenmanagement so anzupassen, dass es mit diesen Bedingungen zurechtkommt. Meist geht es dabei auch darum Abgassysteme wie Katalysatoren und Partikelfilter auszubauen und die Software entsprechend anzupassen, ansonsten drohen Motorstörungen oder gar Schäden die sich unterwegs nicht einfach beheben lassen.

Alte Saugdiesel Motoren laufen in der Höhe schlecht und produzieren mehr Rauch als Leistung. Ein Turbolader mit moderatem Ladedruck verbessert die Situation erheblich.

Es gilt aber in jedem Fall sich vorgängig in den entsprechenden Fachforen modellspezifisch zu informieren, bevor man einen aufwändigen Umbau macht oder einfach mal losfährt.

Auf Reisen sind aber Zuverlässigkeit und Langlebigkeit wichtiger als hohe Leistung, das sollte bei Entscheidungen Vorrang geniessen.

Verbesserte Filterleistung

Sei es Luft-, Treibstoff oder Ölfilter, auf Reisen abseits von Teerstrassen werden vor allem Erstere stark beansprucht. Ist das Fahrzeugmodell nicht ab Werk entsprechend ausgestattet, lohnt sich hier nachzubessern.

Luftfilter

Wenn verfügbar, kann man sich überlegen, den Standardfilter durch einen auswaschbaren zu tauschen. Somit erübrigt es sich Ersatzfilter, diese sind u.U. recht voluminös, mitzuschleppen. Siehe auch unter „Schnorchel“ unten.

Treibstofffilter

In Drittweltländern ist sauberer Treibstoff nicht immer garantiert. Sollte man einmal verschmutzten Treibstoff tanken, ist der normale Filter schnell zu gepappt und der Durchfluss wird blockiert. Hat das Fahrzeug

4x4 Zubehör und Ausrüstung

einen Vorfilter, meist ist es ein kostengünstiger Papierfilter, muss nur dieser Filter getauscht oder der verschmutzte auch nur entfernt werden. Der Hauptfilter bleibt so vor übermässiger Verschmutzung bewahrt. Nur wenig Geländewagen sind ab Werk mit Vorfilter ausgestattet, aber eine Nachrüstung ist möglich und durchaus sinnvoll wenn man auf die grosse Tour geht.

Ölfilter

Beim Ölfilter besteht allenfalls die Möglichkeit zusätzlich einen Feinfilter von „[Frantz](#)“ oder „[Trabold](#)“ einzubauen. Dieser wird parallel zum normalen Ölkreislauf verbaut und filtert das Öl zusätzlich. Der Vorteil liegt darin, dass der reguläre Öl- und Ölfilterwechsel weitgehend entfällt. Es reicht den Feinfilter (ca. 12 CHF/Stk.) periodisch zu wechseln und wenn nötig Motorenöl nachzufüllen.

Beide Produkte geniessen einen guten Ruf und scheinen gut zu funktionieren. Die Initialkosten amortisieren sich bei grossen Ölmengen (z.B. Buschtaxi 11 l) und teuren Ölfiltern nach kurzer Zeit und der Motor hat immer sauberes Öl im Kreislauf. Zudem muss man sich nicht immer wieder darum kümmern wo man unterwegs Ölwechseln kann.

Schnorchel



Abbildung 52: Original-schnorchel Toyota Land Cruiser

Ein Schnorchel hat gleich zwei Vorteile: Erstens wird die Luft viel weiter oben angesaugt und der Luftfilter wird daher auf staubigen Pisten weniger belastet. Einige der Schnorchel Modelle besitzen gar einen Zykloneinsatz der grobe Partikel aussondert oder gar einen Vorfilter. Zweitens verhindert ein Schnorchel bei tiefen Wasserdurchfahrten ein versehentliches Ansaugen von Wasser, was beim Diesel wahrscheinlich zu einem kapitalen Motorschaden, beim Benziner mindestens zu grösseren Problemen führen würde.

4x4 Zubehör und Ausrüstung

Das Nachrüsten von Schnorcheln ist aufgrund der neusten Sicherheitsgesetze nicht mehr ganz einfach, aber es gibt zulassungsfähige Modelle.

Wichtig ist, sicherzustellen, dass die Verbindungen entlang dem Lufteinlass auch tatsächlich wasserdicht sind und bleiben.

Werkzeug und Reparaturmaterial

Auf einer längeren Tour, abseits der Zivilisation, wird man nicht darum herumkommen, ein Minimum an Werkzeug, Reparaturmaterial und Ersatzteilen mitzuführen. Allerdings ist es von Vorteil wenn damit auch umgegangen werden kann. Aber selbst untalentierte Mechaniker sind gut beraten, diese Ausrüstung mit dabeizuhaben. Oft trifft man in weniger entwickelten Regionen auf gute Mechaniker, welche aber nur unzureichend ausgerüstet sind. Es ist zwar erstaunlich mit wie wenig solche Leute schon fast Wunder vollbringen, kann man ihnen dann noch das eigene Werkzeug und anderes Material zur Verfügung stellen sind die Resultate sicher noch beeindruckender.

Die kleinen Nothelfer



Abbildung 54:
Multitool, z.B. Leatherman



Abbildung 54:
Schraubenzieher mit Biteinsätzen

Mit vier universell einsetzbaren Werkzeugen bzw. Reparaturmaterial können die meisten Kleinigkeiten, und die machen in der Regel zum Glück den grössten Anteil an Problemen aus, in wenigen Minuten erledigt werden. Umso wichtiger ist es, dass dieses Material griffbereit verstaut wird:

- Schraubenzieher mit wechselbaren Bit-Einsätzen
- Multitool in guter Qualität

4x4 Zubehör und Ausrüstung

- Kleiner Steckschlüsselsatz wenn möglich auch mit Bit-Einsätzen
- Ein Sortiment von Kabelbindern und eine Rolle Gewebekleband

Bordwerkzeug

Ein allgemeiner Werkzeugsatz mit qualitativ gutem Material und ein Steckschlüsselsatz bringen einem schon ziemlich weit. Sinnvoll ist nebst dem üblichen 1/2" Steckschlüsselsatz ein kleiner, denn viele Schrauben am Fahrzeug sind 13 mm Schlüsselweite und kleiner. Ein Bitsatz mit einem universellen Handgriff erweitert das Anwendungsspektrum ohne viel in Geld und Platz zu investieren.

Grundsätzlich sollte der Werkzeugsatz für das entsprechende Fahrzeug optimiert sein. Zu beachten sind aber auch nachträglich angebrachte Komponenten und Zubehöre, welche unter Umständen zusätzliche Schlüsselweiten oder Einsätze benötigen. Gerade bei kleineren, sowieso schon schwer beladenen Fahrzeugen sollte man etwas Aufwand betreiben um den optimalen Satz zu definieren.

Um Platz zu sparen und Klappern zu vermeiden, haben sich Werkzeug-Rolltaschen bewährt. Zudem ist das Werkzeug übersichtlich angeordnet und sollte in der Hektik mal was verloren gehen, entdeckt man das beim Zusammenpacken und nicht erst beim nächsten Gebrauch.



Abbildung 56: Werkzeugrollen
offen



Abbildung 56: Werkzeugrolle geschlossen

4x4 Zubehör und Ausrüstung

Um Gewicht/Platz zu sparen kann man die Schlüsselsätze auf die Grössen reduzieren die am Fahrzeug Verwendung finden. Evtl. muss man zusätzliche Sondergrössen separat beschaffen.

Ob auch Elektrowerkzeuge wie z.B. ein Akkubohrer mit sollen, ist nicht zuletzt eine Frage des Platzes und des Gewichts, sinnvoll kann es durchaus sein, aber auch nur, wenn man selber gerne am Auto schraubt.

Hier einige Werkzeuge welche nicht immer zum „Standard“ gerechnet werden:

Mechanische Werkzeuge

- Grip- oder Feststellzange, hilft beim Fixieren von Teilen, lösen von vermurksten Schrauben oder generell als temporäre Hebel
- Drehmomentschlüssel, einige Schraubenanzugsmomente sind kritisch, viele Garagen in Drittweltländern arbeiten aber ohne entsprechendes Werkzeug. Radmuttern benötigen bis 200 Nm, das sollte der Schlüssel bieten
- Pop-Nieten Kit bestehend aus der Zange und verschiedenen, hochwertigen Nieten

Elektrik-Werkzeuge

An einem Reisefahrzeug treten auch immer wieder Defekte und Bastelarbeiten am elektrischen System auf. Daher sollten die wichtigsten Utensilien für solche Arbeiten nicht fehlen.

- [LötKolben gasbetrieben](#), für kleinere Arbeiten an der Bordelektrik, aber auch zum Erwärmen, Abbrennen, Schrumpfen
- Multimeter, am besten mit [Stromzange](#), zum Durchmessen von Stromkreisen und der Lade- und Verbraucherströme
- Crimpzange mit einem Satz unterschiedlicher Steckverbindungen

Reifenreparatur

Auch wenn gerade in weniger gut entwickelten Ländern Reifenreparaturwerkstätten fast überall zu finden sind, sollte man selber im Stande sein, im Notfall einen Reifen reparieren zu können.

4x4 Zubehör und Ausrüstung

Es gilt zu unterscheiden zwischen einem kleinen Loch, wie sie häufig durch Nägel oder ähnlichem entstehen, und einer grösseren Verletzung der Karkasse.

Ersteres lässt sich beim Schlauchlosreifen sogar flicken ohne dass man das Rad oder den Reifen demontieren muss. Mit dem entsprechenden Werkzeug wird das entstandene Loch ausgebohrt und anschliessend ein Gummiwurm einvulkanisiert. Bei Schlauchreifen wird man nicht darum herum kommen, den Reifen zumindest einseitig abzuziehen, um den defekten Schlauch mit einem Flicker reparieren zu können.

Bei einem grösseren Schaden, zum Beispiel einem Riss in der Seitenwand ist der Aufwand bedeutend grösser. Der Reifen muss komplett abgezogen werden um auf der Innenseite einen entsprechenden Flicker anzubringen.

In beiden Fällen muss man anschliessend den Reifen wieder aufpumpen. Ein leistungsstarker Kompressor und ein gutes Manometer sollte deshalb an Bord nicht fehlen.



Abbildung 57: Komplettes Reifenreparatur Set

Quelle: <http://www2.tyrepliers.com.au/>

Vorderrad des Fahrzeug drauffahren. Mit der notwendigen Vorsicht

Da sich Geländereifen oftmals nicht gut von der Felge ziehen lassen, benötigt man entsprechendes Werkzeug. Die australische Firma [Tyre Pliers](http://www2.tyrepliers.com.au/) bietet umfassendes und anerkannt gutes Reparaturmaterial. Um den Reifen von der Felge zu drücken, kann man das ausgebaute Rad alternativ auf den Boden legen und, am besten mit Hilfe eines Bretts, mit dem

4x4 Zubehör und Ausrüstung

und etwas Geschick sollte das gelingen. Auch mit einem Wagenheber, zwischen Stossstange und Reifen geklemmt, kann man es versuchen.

Um aber den Pneu von der Felge zu kriegen werden zudem Pneuheber benötigt. Auch wenn die etwas schwer und sperrig erscheinen, ist man mit robusten und langen Werkzeugen besser bedient.

TIPP

Folgende Werkzeuge und Material werden für die Reifenreparatur mindestens benötigt:

- *Wagenheber und Radmutter Schlüssel!*
- *Mindestens zwei lange, robuste Reifenheber*
- *Kompressor, fest eingebaut (dann mit langem Schlauch) oder tragbar*
- *Flickzeug für Schlauchlosreifen (Bohrer, Einziehhahle, Klebstoff, Gummwürmer)*
- *Flickzeug für Reifen und Schlauch (div. Schlauch und Reifen-Flicken, Klebstoff, Feile)*
- *Ein Reifenabzieher, wenn man die „Drauffahrmethode“ vermeiden will*
- *Ventilschlüssel*
- *Manometer*

Spezialwerkzeug

Je nach Fahrzeugmodell werden auch schon für Wartungsarbeiten Spezialwerkzeuge benötigt. Plant man eine längere Reise in Gegenden mit beschränkter Versorgung, sollte man sich in den entsprechenden Reise- und/oder Fahrzeugforen erkundigen, welche Spezialwerkzeuge man benötigt, um gängige Wartungs- und Reparaturarbeiten durchführen zu können. Insbesondere muss sichergestellt sein, dass mit gebrachte Ersatzteile auch tatsächlich mit dem Werkzeug an Bord getauscht werden können.

4x4 Zubehör und Ausrüstung

Reparaturmaterial

Um allgemeine Reparaturarbeiten am Auto vornehmen zu können, sind folgende (nicht abschliessend alle) Hilfsmittel sinnvoll:

- Ratschengurte
- Kabelbinder, verschiedene Grössen
- Kleb- und Dichtstoffe, verschiedene Anwendungsfälle (Metall, Kunststoff, hart, elastisch, etc.)
- Isolierband
- Teflonband
- Hochfestes Gewebeklebeband (Racetape, Daffetape)
- Klettband, verschiedene Grössen und Stärken
- Draht zum Sichern und Fixieren, verschiedene Stärken
- Schraubenmaterial (div. Gewindestangen, Schrauben, Muttern, U-Scheiben, auch Blechschrauben, inkl. am Auto verbaute Spezialschrauben und Radmuttern)
- Evtl. einige Nietmuttern verschiedener Grösse
- Bremsenreiniger
- Multifunktionsspray (WD40)
- Kontaktspray
- Ersatzsicherungen, von allen Typen die verbaut sind, speziell „exotische“ Typen.
- Blech- und Flachmaterialresten
- Div. Schläuche, was immer verbaut ist (Motor, Gas, Wasser) Evtl. auch [elastisches Dichtband](#) zum Reparieren von Schläuchen und Rohren
- Elektrokabel in verschiedenen Dicken
- Schrumpfschlauch Material

Schweissen unterwegs

Es ist durchaus denkbar, dass unterwegs ein Schaden auftreten kann, der geschweisst werden muss. Allerdings sind die meisten dieser Schä-

4x4 Zubehör und Ausrüstung

den nicht so gravierend, als dass man nicht zur nächsten Werkstatt kommen würde oder aber die gebrochenen Teile sind eh zu grob und dickwandig, als dass die unten beschriebene Methode angewendet werden kann.

Für kleine Arbeiten kann, vorausgesetzt man hat schon Erfahrung im Schweißen, folgende Ausrüstung dienen:

- Möglichst dicke Starthilfekabel, da grosse Ströme fließen
- 2-4 Autobatterien in gutem Zustand in Serie geschaltet (+-+-+-) um die Spannung zu erhöhen
- Dünne Schweißelektroden (ca. 1,6er)
- Gut vorbereitete Bauteile und guter Massekontakt
- Ein erfahrener Schweißer
- Falls die Klemmen des Starthilfekabels nicht genügen, evtl. ein Elektrodenhalter mit passender Kabel-Verbindung mitführen

Der [gelinkte Film](#) zeigt wie das Ganze funktioniert, aber bevor man die Technik bei einem Notfall im Busch nutzen muss, sollte man zu Hause die Anwendung üben. Man muss bedenken, dass Schweißen die Batterie(en) extrem belastet und sie sogar zerstört werden können. Es hilft dann wenig, wenn das Fahrzeug wohl zusammengeschweisst werden konnte, der Motor sich aber nicht mehr starten lässt!



Abbildung 58: Schweissanlage in Afrika

TIPP

Ein paar verschiedene Schweißelektroden dabeizuhaben kann auch helfen wenn man zwar einen Buschmechaniker mit Schweissgerät findet, der aber grad keine geeigneten Elektroden verfügbar hat.

4x4 Zubehör und Ausrüstung

Ersatzteile

Welche Ersatzteile man für den Geländewagen mitführen soll, ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Ist man längere Zeit in einer Region unterwegs, wo Wartungs- und Verschleissteile nicht einfach zu beschaffen sind, sollten diese mit an Bord sein. Darunter fallen sicher alle regelmässig zu tauschenden Filter, Öl-, Treibstoff- und Luftfilter. Ein Satz davon sollte immer als Reserve verfügbar sein.

Keilriemen, Radlager und Bremsbeläge benötigen wenig Platz und können auch mal überraschend verschleissen oder versagen. Sind typische Schwachstellen des Fahrzeugtyps bekannt und die benötigten Teile klein und einfach zu tauschen, kann man auch diese Ersatzteil mitführen.

Um notorische Reparaturfälle des eigenen Fahrzeugs besser zu kennenzulernen, sollte man die entsprechenden Marken-Foren oder den Mechaniker des Vertrauens konsultieren. Da sollten Fehler die öfter mal auftreten, erkennbar sein und darauf aufbauend kann der Ersatzteilbedarf ermittelt werden, u.U. sind zusätzliche Spezialwerkzeuge notwendig um sie zu tauschen.

Oft versagen aber sowieso die Teile an welche niemand gedacht hat oder welche sowieso zu gross oder zu teuer sind um sie vorbeugend dabei zu haben. Grundsätzlich sollte der Schwerpunkt auf Teile gelegt werden, welche beim Versagen unweigerlich die Weiterfahrt verhindern aber auch transportierbar sind. So ist es unwichtig ob eine Klimaanlage sofort wieder repariert werden kann, versagt aber die Bremse ist ans Weiterfahren kaum zu denken. Viele Schäden lassen sich auch durch Improvisation provisorisch beheben oder zumindest mildern.

Fahren im Gelände

Fahren im Gelände

Im Gelände zu fahren kann unheimlich Spass machen birgt aber einige, auch fatale, Risiken. Es ist manchmal erstaunlich was ein Geländewagen leisten kann, aber wird die Grenze überschritten, können schwere Unfälle daraus resultieren. Will man auch abseits guter Pisten unterwegs sein, ist es wichtig, Schritt für Schritt Erfahrungen zu sammeln und eine solide Grundausbildung zu absolvieren. Aber auch wenn man solche „Abenteuer“ nicht einplant, ist es möglich in Situationen zu geraten, die eine gute Beherrschung des 4x4 voraussetzen. Starke Regenfälle können zu schier unpassierbaren Pisten führen und harmlose Bäche zu reisenden Flüssen anwachsen lassen. Oder es stellt sich heraus, dass Pisten die gemäss Strassenkarte als Hauptstrassen deklariert sind, schliesslich nur mit einem Allradler mit grosser Bodenfreiheit bewältigt werden können.

Um zumindest die theoretischen Grundlagen zu vermitteln ist dieses Kapitel gedacht. Darüber hinaus ist es sinnvoll, einen praktischen Geländefahrkurs mit dem eigenen 4x4 zu besuchen. Auch daran anschliessend ist man noch lange kein Experte, aber man kann darauf aufbauen und grobe Fehler sollten danach vermieden werden können. Zudem lernt man so die Grenzen des eigenen Fahrzeugs in einem kalkulierbaren Umfeld kennen.

Allgemeine Tipps

Beim Fahren in schwierigem Gelände gilt es einige grundlegende Regeln zu beachten:

- Schon vor dem Befahren der geplanten Strecke, aktuelle Informationen zum Pistenzustand in Erfahrung bringen.
- Bei sehr schwierigen, abgelegenen und einsamen Strecken sollten Behörden oder Vertrauenspersonen über die Pläne informiert werden damit im Notfall eine Hilfsaktion organisiert werden kann.
- Sicherstellen, dass das Fahrzeug und die Ausrüstung geeignet und in einwandfreiem Zustand sind.

Fahren im Gelände

- Abseits von guten Strassen und Pisten, ist es angebracht mit mindestens zwei Geländewagen unterwegs zu sein, damit man einander bei Schwierigkeiten helfen kann. Mehr als drei Fahrzeuge pro Gruppe sollten aber vermieden werden, oder dann mehrere unabhängige Untergruppen formen.
- Fährt man in der Gruppe, muss zum vorderen Fahrzeug immer so viel Abstand gewahrt werden, dass man noch an einem sicheren Platz anhalten kann, sollte der Vordermann in Schwierigkeiten geraten.
- Vor einem schwierigen Streckenabschnitt (Flussdurchquerung, steile Auf- oder Abfahrt, etc.) anhalten, aussteigen und Gelände begutachten, einen Plan fassen, sich vorbereiten und erst dann in Angriff nehmen. Vor heiklen Hindernissen, Bergematerial bereits bereithalten.
- Im schwierigen Gelände mit Stufen und Gräben, sollte man sich angewöhnen die Daumen nicht auf die Lenkradinnenseite zu legen. Stösst nämlich ein Vorderrad unverhofft auf ein Hindernis kann das einen starken Drehimpuls am Lenkrad verursachen, welcher zu schmerzhaften Verletzungen, bis hin zu gebrochenen Daumen, führen kann. Bei heutigen, Servo unterstützten Autos ist das Problem weniger gravierend, aber man sollte sich trotzdem daran gewöhnen.
- Die Fenster sollten entweder ganz geschlossen oder dann ganz offen sein. Grund ist, dass bei zu erwartenden, heftigen Fahrzeugbewegungen die Kante eines halb geöffneten Fensters zu schweren Verletzungen führen kann wenn man mit dem Kopf dagegen schlägt.

Die wohl wichtigsten Regeln beim Geländefahren sind:

1.

Im Zweifel: Anhalten, aussteigen und Situation begutachten

2.

Danach: Bedenken, Beurteilen und Handeln

Fahren im Gelände

Fahrtechnik

Beim Fahren abseits von Teerstrassen trifft man immer wieder auf ähnliche Bedingungen. Die häufigsten werden unten im Einzelnen behandelt.

Luftdruck

Generell sollte der Luftdruck in den Reifen abgesenkt und der Allradantrieb zugeschaltet werden sobald man längere Zeit von der Teerstrasse abweicht. Das Fahren wird dadurch nicht nur komfortabler, sondern man hat mehr Traktion und bessere Bremskraft. Zudem wird die Piste im Allradbetrieb massgebend geschont.

Allgemeine Regeln zum Reifendruck kann man leider nicht machen, es hängt von mehreren Faktoren ab:

- Reifentyp und -grösse
- Achslast
- Bodenbeschaffenheit

Als Richtwert kann folgende Regel angewandt werden:

Strassentyp	Luftdruck	Bemerkungen
Teerstrasse	100%	
Gute Piste	80%	< 80 km/h
Schlechte Piste, Off-Road fest	60%	Wenn nötig auch weniger
Sandpiste, feste Dünen, Schlamm	30%	Nicht unter 1.2 bar, nur sanft einlenken
Geradeausfahrt im Weichsand	< 1bar	Nur kurzfristig und langsame Fahrt
Festgefahren im Weichsand	0.5-0.8 bar	Sehr sanft anfahren!

Fahren im Gelände



Abbildung 59: Anpassen des Reifendrucks

Übrigens, ein zu hoher Reifendruck auf steinigem Pisten erhöht das Risiko eines Reifenschadens, weil spitze Steine die Lauffläche durchstoßen können, während ein „weicher“ Reifen besser nachgibt.

Bei sehr wenig Druck kann der Reifen bei scharfen Lenkbewegungen von der Felge springen. Bei zu hoher Geschwindigkeit kann er überhitzen und Schaden nehmen.

Um den Luftdruck variieren zu können wird ein leistungsfähiger Kompressor benötigt. Die Zeit um den Reifendruck anzupassen, sollte man sich nehmen. Zum bequemen ablassen des Dicks gibt es spezielle Ventilkappen welche es einem erlauben, dass sich der Druck beim Aufsetzen automatisch auf einen voreingestellten Wert absenkt. Da aber sowieso nur jeweils ein Wert vorgewählt werden kann, liegt der Vorteil eigentlich nur in einigen Minuten Zeitgewinn beim Ablassen.

Weitere Informationen zum Thema im Kapitel [„Fahren im Weichsand“](#)

Steilauffahrten

Steile Auffahrten sind oft auch ausgewaschen, was das Risiko hängen-zubleiben markant erhöht. Ist der Allradler mit Sperren ausgestattet, ist das eine Situation in welcher sie schon vor dem Hindernis zugeschaltet werden sollten.

Eine gerade anzufahrende, nicht von Gräben zerfurchte Steigung und ohne Stufen, kann mit Schwung genommen werden, im 2. oder 3. Gelandegang bei 50-75% der Maximaldrehzahl. Aber Vorsicht, ist man zu schnell, katapultiert man das Fahrzeug oben über die Kante hinaus, was folgeschwer sein kann.

Fahren im Gelände



Abbildung 60: Steilauffahrt mit Stufen

Ist die Auffahrt hingegen ausgewaschen oder es hat Stufen drin, wählt man eine kleine Geschwindigkeit und kraxelt hoch. Dabei sollte man mit möglichst konstanter Motorendrehzahl fahren (2000-3000 U/min) und die Kupplung darf man nicht berühren und auch ruckartiger Gaswechsel wirkt sich negativ aus.

Merkt man, dass man die Steigung nicht schafft, muss man schnell reagieren und nicht lange weiter versuchen. Die sicherste Variante die Situation zu beherrschen ist, dass man ohne zu kuppeln voll auf die Bremse steht und so den Motor abwürgt und den Wagen sichert. Nun darf die Bremse für den Moment nicht mehr gelöst werden.

DURCHATMEN UND SICH SAMMELN!

Rückwärts wieder hinunter zu gelangen ist sehr heikel und hat schon viele 4x4 zum Überschlagen gebracht. Die grosse Gefahr ist, dass das Fahrzeug beim Rückwärtsfahren schräg kommt und sich seitlich überschlägt oder aber dass man die Kontrolle verliert und mit hoher Geschwindigkeit den Berg runter schiesst.

Folgendes Verfahren reduziert das Risiko weitgehend:

Ausgangssituation: Man hängt im Berg, Räder sind durch die Bremse blockiert, Motor ist abwürgt, der Gang noch drin.

Schritt 1: Auf der Bremse bleibend auskuppeln, Rückwärtsgang (Geländegang!) einlegen und wieder einkuppeln

Schritt 2: Langsam von der Bremse gehen, Wagen sollte durch den Antriebsstrang immer noch gesichert bleiben

Fahren im Gelände

- Schritt 3: Sicherstellen, dass die Vorderräder genau in Fahrtrichtung stehen
- Schritt 4: Füße von den Pedalen nehmen und Motor OHNE kupeln starten. Das Fahrzeug setzt sich nun ganz langsam rückwärts in Bewegung

Die Bremse sollte in dieser Situation nicht oder nur im äussersten Notfall betätigt werden, da sonst das Risiko besteht, dass ein Rad blockiert und der Wagen deshalb ausbricht und sich überschlägt.

TIPP

Diese Prozedur sollte man an einem einfachen Hang üben, bis es zu einem Automatismus geworden ist.

Ist man sicher wieder unten angekommen, versucht man es noch einmal mit etwas mehr Schwung oder man nimmt, sofern vorhanden, die Seilwinde oder ein zweites Fahrzeug zu Hilfe. Die sicherste Option ist es, das Hindernis zu umfahren!

Steilabfahrten

Steile Abfahrten sind immer überwindbar, runter kommen alle, aber wenn man die Kontrolle verliert, kann auch das fatal enden. Auch hier gilt zu unterscheiden zwischen gerader und nicht ausgewaschener Spur und zerrundeter Spur mit Stufen. Im ersten Fall fährt man im ersten Geländegang mit der Vorderachse über die Kante und rollt ohne eines der Pedale zu berühren hinunter. Damit das Standgas möglichst tief bleibt während der Abfahrt, sollte die Klimaanlage ausgeschaltet werden. Diese erhöht nämlich bei vielen Fahrzeugmodellen die Leerlaufdrehzahl automatisch wenn der Kompressor zuschaltet, was bei der Abfahrt in einer unerwünschten Geschwindigkeitserhöhung resultiert.



Abbildung 61:
Steilabfahrt in Falllinie

Fahren im Gelände

Auch wenn der 4x4 in der Abfahrt durch die Steilheit etwas Geschwindigkeit aufnimmt, sollte man vermeiden die Bremse zu betätigen, denn das kann dazu führen dass der Wagen aus der Falllinie gerät und sich seitlich überschlägt. Sollte das passieren, hilft nur ein beherzter Stoss aus Gas um die Falllinie wieder zu erlangen. Das Risiko eines Überschlags ist so bedeutend geringer als wenn man versucht zu bremsen.

Schrägangfahrten

Schrägangfahrten sind ab einem bestimmten Kippwinkel kritisch. Zum Glück führt aber der eingebaute „Popo-Meter“ dazu, dass der Fahrer schon Bedenken hat, bevor sich ein kritischer Zustand einstellt.

Gerade bei dieser Situation spielt ein zu hoher Schwerpunkt eine ganz entscheidende Rolle. Umso wichtiger ist es beim Beladen, vor allem auch des Dachträgers, die schweren Ausrüstungsgegenstände möglichst weit unten im Auto zu verstauen,

Seitenwinkel bis 30° sind für die meisten Fahrzeuge ohne Schwierigkeiten fahrbar. Heikel ist allerdings wenn das obere Vorderrad auf ein Hindernis trifft oder das untere in ein Loch gerät. Ist man zu schnell, kann der resultierende Kick dazu führen, dass das Fahrzeug seitlich bergab kippt oder gar rollt.

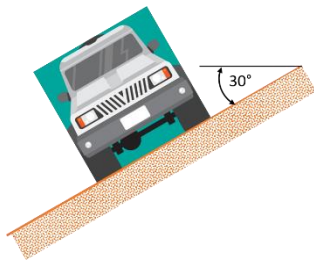


Abbildung 62: Schrägangfahrt

Es ist deshalb angebracht, eine solche Passage im ersten Geländegang bei kleinster Geschwindigkeit zu durchfahren und darauf zu achten, dass die einzelnen Räder nicht auf zusätzliche Hindernisse aufahren. Brüske Manöver sollte man auf jeden Fall unterlassen. Wenn möglich sollte eine Person aussteigen um den Fahrer mit abgesprochenen Handzeichen zu unterstützen. Von aussen lässt sich die Situation auch besser einschätzen.

Wenn trotz aller Vorsichtsmassnahmen der Allradler zu kippen droht, hilft nur noch das Fahrzeug schnellstmöglich in die Falllinie zu bringen. Dieser Tipp hilft natürlich nicht wirklich, wenn man dadurch in einen

Fahren im Gelände

Abgrund steuert, andererseits, sollte dar 4x4 diesen seitlich hinunter rollen ist die Situation auch nicht wirklich eine bessere Option. Um diese Reaktion im Notfall auch wirklich einleiten zu können, muss sich der Fahrer schon vor dem Einfahren gedanklich auf diese Ausnahmesituation einstellen.

Fahren im Sand

Das A und O des Sandfahrens ist der korrekte Luftdruck!! Um die Physik dahinter etwas verständlicher zu machen, soll das folgende Kapitel die relevanten Faktoren ausführlich erklären.

Sandtauglichkeit von Geländefahrzeugen

Ist das Fahrzeug grundsätzlich schlecht geeignet zum Fahren im Weichsand hilft schliesslich auch Luft ablassen nur bedingt. Um die Zusammenhänge besser zu begreifen und die Sandtauglichkeit des eigenen Fahrzeugs zu bestimmen, wurde schon in den 1970er Jahren die „Sandformel“ entwickelt.

Fahrzeuge sind zum Fahren im weichen Sand umso besser geeignet,

- je grösser der Raddurchmesser
- je breiter der Reifen
- je mehr angetriebene Räder vorhanden sind
- je geringer das Gewicht

Bei Fahrten in weichem Sand werden Spurrillen erzeugt. Je nach Untergrundbeschaffenheit, Fahrzeuggewicht etc. sinkt dabei der Geländewagen entsprechend ein. Bei der Fahrt durch unberührten Sand müssen die Räder permanent einen Sandhügel hochklettern, da sie im weichen Sand einsinken.

Allerdings kann das wiederholte Befahren derselben Spur auch zu einer Verfestigung des Sandes führen was die Tragfähigkeit verbessern kann. Probieren geht über Studieren.

Fahren im Gelände

Je grösser aber der Reifendurchmesser ist, desto weniger steil ist der Sandhügel vor den Rädern und entsprechend ist der Rollwiderstand auch geringer. Aber auch die Tiefe der Spurrillen spielt eine Rolle. Je höher die Flächenpressung desto mehr sinken die Reifen ein.

Die Flächenpressung wiederum ist vom Fahrzeuggewicht und der Auflagefläche der Reifen abhängig. Die Auflagefläche wird beeinflusst von Reifenbreite und Reifendurchmesser. Reduziert man den Luftdruck, wird die Auflagefläche in erster Linie länger und kaum breiter. Bei einem grossen Raddurchmesser und einer grossen Reifenhöhe ist dieser Effekt markant grösser, das heisst die Flächenpressung und damit das Einsinken werden deutlich vermindert.

Damit das nachfolgende Hinterrad nicht noch tiefer einsinkt, und damit den Rollwiderstand weiter erhöht, muss sichergestellt werden, dass die Flächenpressung gleich oder kleiner ist. Da die Hinterachse aber meist eine höhere Achslast aufweist, kann das praktisch nur erreicht werden, indem der Reifendruck hinten noch mehr abgesenkt wird, das entgegen der üblichen Regel, mehr Gewicht = höherer Reifendruck.

Um die physikalischen Zusammenhänge mathematisch zu verstehen, kann die untenstehende Formel benutzt werden. Wem das zu viel Theorie oder Details sind, kann zum Ende des Kapitels springen. Um zu prüfen wie gut das eigene Fahrzeug geeignet ist, sollte man die Berechnung sowohl mit dem Leergewicht wie auch der vollen Zuladung machen:

Rollwiderstand (RW)

Folgende Faktoren spielen bei der Berechnung eine Rolle:

n = Anzahl der tragenden Räder

d = Raddurchmesser in Meter

b = Reifenbreite in Meter

G = Fahrzeuggewicht in Tonnen

Fahren im Gelände

Der Einfluss der einzelnen Faktoren steht dabei in folgendem Zusammenhang:

$$RW = (n * d * d * b) / G$$

Daraus folgt, dass das Einsinken durch eine grössere Auflagefläche vermindert wird, diese ist wiederum das Produkt aus Durchmesser und Breite des Reifens, und durch Verminderung des Gewichts. Wichtig dabei ist, dass die Vergrößerung des Reifendurchmessers einen quadratisch positiven Einfluss hat.

Auch die Motorenleistung pro Tonne Gewicht und die Anzahl getriebene und tragende Räder muss berücksichtigt werden.

Leistungsgewicht (c)

P = Motorleistung in kW

G = Fahrzeuggewicht in Tonnen

$$c = P / G$$

Antriebsverhältnis (z)

nt = Anzahl treibender Räder

n = Anzahl tragender Räder

$$z = nt / n$$

Die drei Komponenten RW, c und z miteinander multipliziert ergeben die Formel zur Berechnung der Sandtauglichkeit (ST) welche alle Einflüsse kombiniert berücksichtigt:

Sandtauglichkeit (ST) = Rollwiderstand mal Leistungsgewicht mal Antriebsverhältnis

$$ST = (z * d * d * b * P) / (G^2)$$

Was bedeutet der Wert ST in der Praxis?

Fahren im Gelände

1 - 4: Wenig geeignet für Sandfahrten

4 - 15: Üblicher Bereich für Geländewagen (schwer bis leer)

>15: Sehr gute Eigenschaften zum Sandfahren

Beispielrechnungen

Landcruiser 4x4 Expeditionscamper

Gewicht Leer 2.7 t, max. Gewicht 3.6 t

Reifen 235/85 R16 (B= 0.235 m, d= 0.8 m)

Leistung 100 kw

$$ST_{\text{leer}} = (4 * 0.8 * 0.8 * 0.235 * 100) / (2.7*2.7) = 8.25$$

Wie sieht es nun aus, wenn das Fahrzeug komplett beladen ist?

$$ST_{\text{beladen}} = (4 * 0.8 * 0.8 * 0.235 * 100) / (3.6*3.6) = 4.64$$

Erkenntnis:

Die Sandtauglichkeit vermindert sich durch die Zuladung auf fast die Hälfte!

Kann die Situation durch breite Reifen verbessert werden?

$$ST_{\text{breitreifen}} = (4 * 0.8 * 0.8 * 0.285 * 100) / (3.6*3.6) = 5.63$$

Erkenntnis:

Ein Breitreifen (285er) verbessert die Situation nur etwa 20%

Aber Achtung:

In diesen Berechnungen wird das Druckablassen gar nicht berücksichtigt. Und das macht einen grossen Unterschied. Wie unten zu sehen ist, kann durch absenken des Drucks die Auflagefläche um etwa 40% erhöht und dadurch der Rollwiderstand entsprechend verringert werden.

Um die verschiedenen Abmessungen der Reifen zu berechnen, gibt es den folgenden Rechner: [>LINK<](#)

Fahren im Gelände

Druckreduktion

Wie weit man den Druck reduzieren muss, um ohne Probleme auf Sand zu fahren, ist von mehreren Faktoren abhängig:

- Sandeigenschaften
- Topographie, z.B. grosse Dünen die mit Schwung gefahren werden oder Weichsandfeld
- Sandtauglichkeit des Fahrzeugs, siehe oben
- Reifengrösse, insbesondere Reifendurchmesser und -höhe
- Gewicht des Allradlers

Als Faustregel um die Druckreduktion zu ermitteln kann man folgendes Vorgehen anwenden:







1. Messen der Reifenhöhe auf hartem Untergrund (vom Boden bis zum Felgenrand) mit normalem Druck
2. Druck reduzieren bis auf 75% der zuvor gemessenen Reifenhöhe
3. Dieser Druck sollte man zum Fahren in Sand notieren und bei Bedarf einstellen

Sollte die Reduktion nicht ausreichen, kann der Druck bis unter 1 bar abgelassen werden. Dann muss man aber sehr behutsam fahren um ein Drehen der Reifens auf der oder abspringen von der Felge zu verhindern. Auch nimmt die zulässige Traglast eines Reifens mit sinkendem Druck markant ab. Unter solchen Bedingungen sollte man nur langsam fahren und den Druck wieder erhöhen, sobald die Situation es zulässt. Bead-Lock Systeme erlauben eine Druckreduktion bis 0.5 bar!

Folgende Grafik zeigt eindrücklich, was das reduzieren des Reifendrucks bewirkt

Annahme: Fahrzeuggewicht ca. 1,7 t, Reifengrösse 235/80 x 16

Fahren im Gelände

						
Druck (bar)	1,0	1.3	1.7	2.0	2.3	2.7
Breite (cm)	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5
Länge (cm)	33	29	25	23	21	19
Fläche (cm2)	775	681	588	541	494	447
Besser um..	42%	34%	24%	17%	10%	0%

Allgemeine Sandfahrregeln

Bei kühlen Temperaturen trägt der Sand meist etwas besser und dadurch einfacher zu befahren. Zudem ist auch die Gefahr, den Motor zu überhitzen geringer.

Vor allem in den Dünen sollte man eine Fahrt um die Mittagszeit vermeiden, da die Formen der Dünen kaum ersichtlich sind und es daher auch schwierig ist, die ideale Spur zu erkennen. Zudem sind die Temperaturen hoch, was das Kühlsystem zusätzlich belastet.

Weichsand fahren



Abbildung 63: Weichsand fahren

Das grösste Risiko sich festzufahren besteht darin, dass man vom Weichsand überrascht wird, denn dieser benötigt enorme Motorenleistung und wird man im falschen Gang erwischt bleibt keine Zeit zum Herunterschalten. Gleiches gilt natürlich, wenn man nicht schon

Fahren im Gelände

mit Allradantrieb fährt. Wird man also überrascht, sie Kapitel [„Festgefahren im Sand“](#)

Vermindern lässt sich das Risiko einzusanden indem man, wann immer man mit Weichsand rechnen muss, im 4x4 Modus fährt. Sobald man die geringsten Anzeichen von Weichsand sieht, einen Gang runterschalten. Der Motor sollte dann mit etwa 2/3 der maximalen Motordrehzahl laufen. Gerät man in Weichsand, muss man sofort Vollgas geben um zu versuchen die Motordrehzahl und Geschwindigkeit hoch zu halten. Zeit zum Herunterschalten hat man definitiv nicht, drückt man die Kuppelung klebt man an der Windschutzscheibe!

Merkt man, dass die Leistung nicht ausreicht und man droht stecken zu bleiben, sofort von Gas und auskuppeln. Danach auf keinen Fall versuchen weiter vorwärts zu fahren, sondern versuchen sich im Geländegang rückwärts zu befreien. Wenn das nicht sofort gelingt, anhalten und Druck weiter ablassen. Ist man wieder auf festerem Boden kann man es noch einmal mit abgesenktem Luftdruck, Grössenordnung 1 bar, und mehr Schwung versuchen.

Funktioniert das auch nicht mehr oder hat man sich bereits zu tief eingegraben: Siehe [„Festgefahren im Sand“](#)

Dünen fahren

Das Fahren in den Dünen gehört zur Königsklasse des Off-Road Fahrens. Wie gut das funktioniert ist einerseits vom Fahrzeug, andererseits aber sehr stark auch von den Fähigkeiten des Fahrers abhängig. Vor allem das „Lesen“ der Dünen und das Festlegen der Spur ist grösstenteils Erfahrungssache. Das heisst dann auch, dass man die ersten Versuche besser in einem eher einfachen Umfeld machen und nicht als erste Tour die Durchquerung des „Grand Erg Oriental“ wählen sollte.

In einem Gebiet wo zwischen den Dünen noch fester Boden zu finden ist, sollte man diese Erleichterung nutzen. Dabei aber nicht vergessen den geplanten Kurs zu halten. Da das Halten des Kurses definitiv nicht einfach ist, sollte man immer wieder anhalten und die Situation neu beurteilen beziehungsweise überprüfen. Das macht man am besten indem

Fahren im Gelände

man in der Abfahrt einer Düne anhält, da man von dort ohne Probleme wieder starten und erneut Schwung holen kann. Ein Beifahrer welcher das GPS im Auge behält und entsprechende Richtungsanweisungen geben kann, ist dabei eine grosse Hilfe.



Abbildung 64: Dünenabfahrt über die Leeseite

Schwung über die Kante zu schiessen, so kann man auch gerne mal auf dem Dach landen. Also besser einmal nicht hochzukommen und noch einmal einen Versuch, dann mit mehr Schwung, zu starten.

Sehr unglücklich ist es, wenn man schliesslich das Auto auf der Dünenkante parkiert, mit allen vier Rädern in der Luft. Da hilft entweder viel schaufeln oder ein Freund der einem zurückziehen kann.

Beim Hinunterfahren von hohen Dünen muss man unbedingt in der Falllinie fahren, sonst droht man das Auto seitlich zu rollen. Gelingt das nicht, hilft nur ein beherzter Gasstoss und gegenlenken.

Muss man die Dünen queren, ist es vorteilhaft an weniger steilen Stellen zu fahren und vorhandene Buckel zu nutzen, denn Senken sind in den meisten Fällen, aber nicht immer, weicher. Ist man gezwungen Dünen von der Leeseite zu befahren, das ist die steile und weiche Seite, ist die Aufgabe bedeutend schwieriger wenn nicht gar unmöglich.

Bei grösseren Dünen besteht immer das Risiko mit zu viel



Abbildung 65 einer zu schnellen Dünenquerung

Fahren im Gelände

Kann man beim Überfahren der Dünenkante nicht sehen kann wie es weitergeht, riskiert man in einem Trichter zu landen, aus dem man schwer wieder herauskommt. Erkennt man dieses Risiko bei der Abfahrt hilft nur Vollgas und hoffen, dass der Schwung ausreicht auf der Gegenseite hochzukommen. Ist man geistesgegenwärtig genug wenn es nicht reicht, kann man auch den Trichter spiralförmig hochfahren umso den Schwung halten zu können bis man ausfahren kann, ein sehr schwieriges Manöver! Da die Trichterböden meist sehr weichsandig sind, kann man von dort kaum wieder Schwung holen, besser ist es deshalb in der Steigung anzuhalten, auch wenn es nicht reicht um es aus dieser Position neu zu versuchen.

In den Dünen ist es sehr empfehlenswert mit zwei Fahrzeugen unterwegs zu sein. Das leichtere oder das mit dem erfahrensten Chauffeur sollte führen und die Spur legen, der Zweite kann so lernen und im Notfall von hinten Hilfe bieten. Lange oder mehrere Bergegurte sind dabei hilfreich, da man oft nicht nah genug an das zu bergende Fahrzeug hin kommt, ohne selber auch einzusanden.

Wasserdurchfahrten

Die Querung von Wasser ist immer mit einem gewissen Risiko verbunden, insbesondere wenn die Tiefe und Bodenbeschaffenheit nicht erkennbar ist. Es gilt daher in jedem Fall, oft auch bei Wasserlöchern auf



Abbildung 66: Lange Wasserpassage im Pantanal

der Piste, die Situation genau zu analysieren. Bei breiten Flüssen die von wenigen Fahrzeugen gequert werden oder auch nur aus Vorsicht, sollte eine Person die Furt zu Fuss erkunden. Nur so können die Tiefe und all-

fällige Hindernisse in der Spur überprüft werden.

Fahren im Gelände

Bei Wassertiefen bis Nabhöhe sind keine besonderen Massnahmen notwendig, es sei denn die Strömung ist so stark, dass man sich auch zu Fuss nicht wagen würde zu queren.



Abbildung 67: Wasserdurchfahrt mit Bugwelle

durchziehen. Die ideale Geschwindigkeit hat man, wenn man eine leichte Bugwelle vor sich her stösst und dadurch die Wasserlinie entlang der Fahrzeugseite deutlich tiefer ist. Bei starker Strömung steigt das Risiko abgetrieben zu werden stark, sobald auch noch die Karosserie dem seitlichen Wasserdruck ausgesetzt ist. Als Vorsichtsmassnahme kann man einen Berggurt vorbeugend hinten festmachen und des Gurt durchs Fenster ins Auto nehmen. Bleibt man stecken, kann dieser an Land geworfen werden, wo ein zweites Auto bereitsteht anzuhängen und zu bergen. Wenn genügend Raum verfügbar ist, kann man in einem

Bei Radhöhe sollte man die Furt erst erkunden und dann im 1.-2. Geländegang mit konstant 2/3 Maximaldrehzahl

Fahren im Gelände

Winkel mit der Strömung queren und so den seitlichen Wasserdruck vermindern.

Bei grösseren Wassertiefen sind einige Vorsichtsmassnahmen zu treffen. Ein grosses Risiko besteht darin dass die Luftansaugung unter Wasser gerät und der Motor Wasser zieht. Ist der Allradler mit einem Schnorchel ausgerüstet kann dieses Risiko vermieden werden.



Abbildung 68: Heikle Furt mit starker Strömung

Ist die erwartete Wassertiefe grösser als die zulässige Wattiefe, diese ist auch bei Geländefahrzeugen meist <0.8 m, sind zusätzliche Massnahmen angesagt.

Dann sollte eine Plane über die Schnauze und den Motorraum des 4x4 gezogen werden. Dazu öffnet man die Motorhaube und legt eine passende Plane darüber und zieht sie vorne über die ganze Breite herunter. Durch schliessen der Haube und mit Gummizügen oder ähnlichem sichert man die Plane an der Karosserie. Diese Massnahme ist vor allem bei Fahrzeugen ohne Viscolüfter ein Muss, denn wenn grosse Wassermengen in den laufenden Propeller schiessen, wird dieser mit grosser Wahrscheinlichkeit zerstört.

Bei Benzinmotoren ist es sinnvoll, die Komponenten der Zündung vorbeugend mit Kriechölspray (z.B. WD40) einzusprühen um Zündungsversagen im Wasser zu vermeiden.

Danach geht man vor wie oben, wobei ein zweites Fahrzeug als Sicherung hier zwingend bereitstehen sein sollte, denn das Risiko besteht ansonsten, das eigene Fahrzeug zu verlieren! Bei starker Strömung sollte man so eine Querung nicht riskieren. Auch wenn alles gut geht, wird

Fahren im Gelände

man nicht vermeiden können, dass der Fahrzeuginnenraum zumindest teilweise geflutet wird.

Bleibt man mitten im Fluss stecken muss man unbedingt sicherstellen, dass der Motor nicht ausgeht, denn sonst droht Wasser durch den Auspuff in die Brennkammern des Motors zu dringen. Das kann zum Beispiel verhindert werden, indem man das Standgas noch vor der Querung auf etwa 2000 Umdrehungen erhöht, entweder mit dem Handgas, zum Beispiel die 70er und 80er Land Cruiser haben diese Einrichtung, oder durch verstellen der Standdrehzahl im Motorraum.

TIPP

Kann man das Wasser schon zu Fuss nicht queren, ist das Risiko mit einem Fahrzeug sehr hoch und sollte vermieden werden.

Nach Strecken mit vielen tiefen Wasserquerungen sollte man die Radlager und das Differenzial Öl auf Wassereinbruch prüfen um Folgeschäden zu vermeiden. Differenzial Öl wird gelblich, milchig wenn Wasser eingedrungen ist und muss schnellstmöglich getauscht werden. Radlager muss man neu fetten nach einem Wassereinbruch. Bei sehr schlammigem Wasser kann auch die Lichtmaschine Schaden nehmen, oft weil sich die Kohlen durch Sand anschliessend schneller abnutzen oder gar so stark verschlammmt wird, sodass sie den Geist aufgibt. Eine ausgiebige Reinigung nach Demontieren und Zerlegen sollte die Funktion wieder gewährleisten. Unter Umständen benötigt man aber Ersatzkohlen.

Getriebe- und Differentialentlüftungen

In Geländefahrzeugen die für den schweren Off-Roadeinsatz konstruiert sind, sind Differential- und Getriebeentlüftungen verbaut. Werden die Getriebe nämlich bei Wasserdurchfahrten schnell abgekühlt, entsteht ein Unterdruck durch welchen Wasser ins Innere gelangen würde. Die Entlüftungen können das verhindern, solange die Abschlussventile nicht auch von Wasser bedeckt werden. Plant man häufige und vor allem auch tiefe Wasserquerungen, ist es sinnvoll die höher oder gar ins Fahrzeuginnere zu verlegen.

Fahren im Gelände

Fahren im Schlamm

Fahren auf verschlammten Pisten geht ganz schön auf den Verschleiß der Bremsanlage. Beläge und Scheiben, aber auch Trommeln, werden auf langen Fahrstrecken richtiggehend abgeschmirgelt. Das gilt vor allem



wenn der Schlamm Sandanteile aufweist. Machen kann man dagegen wenig, aber wenn man in der Regenzeit eine Strecke befahren will die bekannt ist für diese Verhältnisse, sollte man zumindest Reserve Bremsbeläge dabei haben. Hat

Abbildung 69: Schlammpassagen bergen immer Risiken

man die Schlammstrecke hinter sich, lohnt es sich den Zustand der Bremsen zu inspizieren um notfalls vorbeugend die Beläge zu tauschen, bevor auch die Scheiben und Trommeln Schaden nehmen.

Wie auch im Sand hilft es den Reifendruck reduzieren. Nicht nur erhöht man die Reifenaufstandsfläche um weniger einzusinken, sondern das ist auch der Traktion und der Selbstreinigung des Reifenprofils dienlich.

Auf Pisten wird man immer mal wieder auf Schlammlöcher mitten auf der Strasse treffen. Aus vermeintlich logischen Gründen tendiert man dazu das tiefe Loch am Rand zu umfahren. Das ist vielfach trügerisch, denn während auf der Hauptspur mittendurch der Untergrund meist festgefahren ist, trifft das auf die Randzonen oft nicht zu und man sinkt

Fahren im Gelände



Abbildung 70: Trügerisches Schlammloch?

nämlich durchaus sein, dass im trüben Wasser noch Äste und Steinbrocken von der Bergung anderer zurückgeblieben sind. Diese stellen bei zu hoher Geschwindigkeit ein erhebliches Beschädigungsrisiko dar.

Fahren auf Pisten

Das Fahren auf gut ausgebauten Pisten ist nicht viel anders als auf Landstrassen, nur muss man sich im Klaren sein, dass der Bremsweg erheblich länger sein wird. Zudem ist die Reifenhaftung natürlich generell geringer und sollte man mal eine Kurve unterschätzen, und dann auch noch bremsen, besteht eine gute Chance „abzufliegen“ oder das Fahrzeug überschlägt sich.



Abbildung 71: Pistenfahrtrisiko Kurve

ein. Eine Ausnahme ist es, wenn eine eindeutige, häufig befahrene Umfahrungsspur besteht, dann ist das die sicherere Variante.

Vorsichtig sollte man immer sein, denn wenn ein Fahrzeug zuvor im Schlammloch stecken geblieben ist, dann kann es näm-

Auch wenn Allradantrieb auf solchen Pisten nicht zwingend notwendig erscheint, hilft dieser doch Wellblechbildung zu vermeiden und stabilisiert das Fahrzeug wenn man mal zu schnell in eine Kurve fährt.

Auf weniger gut ausgebauten Pisten und einfachen Fahrspuren wird man die Geschwindigkeit generell reduzieren müs-

sen, keine Frage. Das ist auch gut so, denn auf solchen Strecken muss man auch immer mit unliebsamen Überraschungen rechnen.

Fahren im Gelände

Auf jeden Fall muss dann der 4x4 Antrieb zugeschaltet sein, um eben im Falle eines Hindernisses, Flussdurchquerung, Auswaschungen, Weichsandfeld, und vieles mehr die notwendige Traktion zu haben. Auf solchen Strecken muss man auch immer mit Querrinnen und Auswaschungen rechnen und sollte dann auch Zeit zum Reagieren haben. Querrinnen sollte man wenn genügend Platz ist schräg anfahren, das schont das Fahrwerk und ist auch komfortabler.

In beiden Fällen sollte man den Reifendruck anpassen und nicht vergessen die Freilaufnaben zuzuschalten.



Abbildung 72: Piste mit Grasstreifen

Reisesaison ein bekanntes Problem. Abhilfe schafft ein feines, vor dem Kühlergrill montiertes, Drahtgeflecht.

Trockenes Gras kann sich aber auch unter dem Fahrzeug ansammeln und sich, insbesondere bei Benzin betriebenen Autos, am heißen Auspuff oder Katalysator entzünden. Das ist deshalb so gefährlich, weil die Situation primär in der Wüste auftritt, dort wo Löschwasser kaum vorhanden sein wird. Löschen mit einem Staubfeuerlöscher ist zudem bei einem solchen Feuer nicht effizient. Es gilt deshalb immer wieder mal kurz anzuhalten und allenfalls das Fahrwerk vom Gras zu befreien.

Das Fahren auf Pisten mit Grasstreifen zwischen den Fahrspuren birgt eine besondere Gefahr. Wenn das Gras auf kaum befahrenen Strecken hoch und trocken ist, können Samen den Kühler verstopfen und zu einem überhitzten Motor führen. Gerade in Australien ist das am Anfang der



Abbildung 73: Ausgebranntes Wrack an der Canning Stockroute

Fahren im Gelände

Fahren im schwierigen Gelände

Richtig schwieriges Gelände wird man meist nur antreffen wenn man es drauf anlegt. Hauptachsen, auch in Drittweltländern, werden oft auch



Abbildung 74: Auch eine einfache Piste wird bei Regen gefährlich

von Bussen und LKW's benutzt und sind deshalb für einen Geländewagen kein grosses Problem. Das kann sich allerdings schnell ändern wenn die Wetterverhältnisse sich ändern. Diese können einen kleinen Bach zum reissenden Strom, eine gute Lateritpiste zur Rutschbahn werden lassen.

Ausgewaschene Pisten



Abbildung 75: Steinige, steile Piste

Anspruchsvoller werden Strecken immer dann, wenn sie steil angelegt sind. Regenwasser wäscht die Trasse aus und verursacht Längs- und Quergräben, die oft sehr schwierig zu befahren sind. Das sind Situationen in welchen eine Differenzialsperre Vorteile bietet.

Auch Pisten die in den Fels geschlagen wurden weisen oft Stufen auf, die es zu überwinden gilt, was einen schwerbeladenen Geländewagen an seine Grenzen bringen kann.

Hindernisse auf der Piste

Oft liegen Hindernisse wie Felsbrocken oder Baumstämme auf der Piste. Dann gilt es die Bodenfreiheit des eigenen Fahrzeugs richtig einzuschätzen um ein aufschlagen oder aufsitzen zu vermeiden. Weiss man genau wo die einzelnen Räder durchfahren werden, kann man die Gefahr durch eine ideale Spur weitgehend entschärfen. Dabei ist folgendes zu bedenken:

Fahren im Gelände

4x4 mit Starrachsen

Bei dieser Konstruktion ist die Bodenfreiheit immer gleich und der tiefste Punkt ist das Differenzialgehäuse. Dieses ist oft asymmetrisch, also nicht mittig angeordnet. Mit der entsprechenden Erfahrung kann man abschätzen welche Spur das Differenzial nehmen wird und kann deshalb das Hindernis vermeiden. Noch mehr Abstand dazu erreicht man, wenn man das Hindernis bewusst und langsam überfährt, denn meist hat man zwischen den Achsen zusätzliche Bodenfreiheit unter der Karosserie. Sinnvoll ist es wenn möglich, eine Person zum Einweisen zu haben.

4x4 mit Einzelradaufhängung

Geländewagen mit diese Konstruktion haben oft mehr Bodenfreiheit zwischen den Vorderrädern. Allerdings geht diese beim Einfedern verloren. Das heisst wenn nun das Auto genau dann einfedert, wenn das Hindernis unter der Vorderachse zu liegen kommt, besteht die Chance festzusitzen oder dass beim Aufschlagen ein Schaden entsteht.

Kann man im Notfall auch wieder zurück?

Ist man auf einsamen Pisten unterwegs, sollte man sich vor jeder Steilabfahrt oder vor einem schwierigen Hindernis Gedanken machen, ob man im Notfall auch wieder zurück kommen könnte, denn auf solchen Strecken kann es durchaus auch vorkommen, dass es irgendeinmal nicht mehr weitergeht und man umdrehen muss. Da kann dann die steile Sandabfahrt die man so herrlich einfach runtergesurft ist, zum unbezwingbaren Hindernis werden.

Bergetechnik

Bergetechnik

In diesem Kapitel widmen wir uns den Fällen, wo es eben nicht so gelaufen ist wie geplant. Ein 4x4 ist noch lange keine Garantie, dass man überall einfach so durch kommt. Ein guter Fahrer mit einem geeigneten Fahrzeug kann auch schwierige Situation meistern ohne den Spass zu verlieren, aber auch er kann mal in eine Situation geraten wo es ohne grössere Bergeaktion nicht mehr weitergeht. In der Folge werden die gängigsten Fälle dargelegt und dabei die Eigen- wie die Fremdbergung betrachtet.

Generell sollte man auf Strecken welche so anspruchsvoll sind, dass eine Bergung notwendig werden könnte, besser mit zwei Fahrzeugen unterwegs sein, dies umso mehr, als wenn man selber noch wenig Erfahrung mitbringt. Eine Bergung mit Hilfe eines zweiten Fahrzeugs ist sehr viel schneller, sicherer und einfacher zu bewerkstelligen.

Bergungshirarchie

Bergeaktionen sind IMMER mit einem Unfallrisiko verbunden. Die verschiedenen, in der Folge beschriebenen Techniken, bergen alle die Gefahr Personen- oder Materialschaden zu verursachen. Um diese zu minimieren, sollte man der untenstehenden Methode folgen.

Und noch wichtiger ist es natürlich, mit einem entsprechenden Fahrstil und der nötigen Sorgfalt, den Bergefall möglichst zu vermeiden!

Eine angewandte Bergungshirarchie ist ein systematischer Ansatz um die Gefahren einer Bergung von Beginn an zu minimieren. Erst wenn eine sicherere Methode nicht ausreicht, geht man zum nächsten Schritt über, usw.

Phase 1

- Prüfen ob das Auto in 4x4 ist und die Freilaufnaben zugeschaltet sind
- Den Luftdruck wenn möglich weiter reduzieren
- Die Räder in Fahrtrichtung freischaufeln
- Wenn vorhanden, Steine und Äste unterlegen

Bergetechnik

- Wenn vorhanden Sandbleche unterlegen

Phase 2

- Einsatz der eigenen Winde falls vorhanden oder die eines Zweitfahrzeugs
- Einsatz eines Zweitfahrzeugs mit einem STATISCHEN Bergegurt (Abschleppgurt)

Phase 2

- Einsatz eines KINETISCHEN Seils oder Gurts (Snatch-Strap)

Link zu Video mit Warnung und den möglichen Gefahren beim Bergen (EN):

<https://youtu.be/2rHvQykNt2M>

Selbstbergung

Festgefahren im Sand

Sich im Sand festzufahren geschieht meist schneller als man denkt. Das beste Rezept dies zu vermeiden ist:

Angepasster Luftdruck, im richtigen Gang fahren und immer genug Schwung haben wenn es weich wird.

Passiert es jedoch trotzdem, ist die Regel Nummer 1:

Nicht lange probieren wieder anzufahren, das gelingt nur in den seltensten Fällen, meistens gräbt sich das Fahrzeug nur immer noch mehr ein und die Befreiung kostet nur noch mehr Schweiß und Zeit.

Was man versuchen kann bevor man die Schaufel und die Sandbleche hervorholt:

Luftablassen auf 1 bar oder gar etwas weniger, die Räder nach hinten etwas freimachen und im Geländegang SORGFÄLTIG und BEHUTSAM versuchen zurück wieder auf festeren Boden zu gelangen.

Bergetechnik

Gelingt das nicht beim ersten Versuch kommen die Sandbleche zum Einsatz.

Dazu wird der Allradler nacheinander an den hinteren Rädern aufgebockt und die Sandbleche unter den Reifen platziert. Danach wird versucht rückwärts wieder rauszufahren. Auch hinter den Vorderrädern sollte die Spur geglättet werden, um den Rollwiderstand zu verringern.

Hat man keinen geeigneten Wagenheber zur Verfügung, werden die Spuren hinter allen vier Rädern ausgeschaufelt und geglättet, sodass man die Sandbleche flach aufliegend unterlegen kann. Man schiebt dabei die Sandbleche soweit es geht unter die hinteren Räder.

Zu versuchen nach vorne wegzukommen sollte man nur probieren, wenn eine gute Chance besteht, dass es sicher funktioniert, ansonsten kann es sein, dass man diese Aktion beliebig oft wiederholen muss bis man wieder draussen ist.



Abbildung 76: Sandbergung mit 4 Sandblechen

man in Begleitung, kann aber nicht durch das zweite Fahrzeug geborgen werden, hat dieses sicher weitere Sandbleche (und Schaufeln) an Bord.

Geniesst man den Luxus von vier Sandblechen, ist die Chance das Auto zu befreien noch grösser, aber eben, man schleppt halt dann die ganze Zeit die Dinger mit herum. Auf einer ausgedehnten Wüstentour kann man sich das überlegen, aber auf einer Weltreise ist es wohl zu viel Ballast.

Wenn man zulange versucht hat sich zu befreien, wird man mit grösster Wahrscheinlichkeit das Fahrzeug bis zu den Achsen „versenken“. Jegliche Befreiungsversuche während die Achsen noch im Sand stecken sind zum Scheitern verurteilt und machen die Situation nur noch schlimmer. Also muss man in diesem Fall den Sand unter dem ganzen Auto soweit

Bergetechnik

wegschaufeln, dass Unterboden und Achsen frei sind. Das ist der Moment, wo die Schaufel mit dem LANGEN Stiel ihren Wert zeigt. Diese Situation wird man übrigens meist auch antreffen, wenn man sich auf einem Dünenkamm festgefahren hat und auf dem „Bauch“ aufsitzt. Da muss man sich auf eine grössere Schaufelaktion einstellen.

TIPP:

Versucht man nach vorne wegzufahren, unterlegt man die Sandbleche vor den Vorderrädern und befestigt die Bleche mit einem stabilen Seil hinten am Fahrzeug. So werden die Sandblechen nach der Befreiung mitgeschleppt bis man auf festen Grund anhalten kann. So kann man sich das Suchen und Ausgraben der hinterlassenen Sandbleche sparen.

Generell helfen auffällige Seile oder Gurte die an den Sandblechen befestigt werden die Sandbleche wieder zu finden, denn bei der Bergung werden diese häufig tief in den Sand gedrückt und sind nur schwer zu lokalisieren.

Festgefahren im Schlamm

Die Befreiung aus einem Schlammloch geht sehr ähnlich von Statten wie im Sand nur sind die Arbeitsbedingungen bedeutend unangenehmer. Dafür besteht eine bessere Chance, dass man die Winde einsetzen kann, da eher ein Baum als Ankerpunkt zur Verfügung steht.



Sitzt das Fahrzeug im Schlamm fest, sind die notwendigen Kräfte es zu befreien bedeutend höher als in allen anderen Situationen. Insbesondere wenn der Allradler bis zum Chassis aufliegt, wird es fast unmöglich, das Gefährt durch reines ziehen zu befreien.

Abbildung 77: Windenbergung im Schlamm

Die erfolgreichste, wenn auch arbeitsintensive Methode ist es, die Räder einzeln anzuheben und die Fahrspure mit tragendem Material wie Äste, Steine, trockene Erde, etc. zu stabilisieren. Aber eben, in knietiefem Wasser oder Schlamm eine

Bergetechnik

Herkulesaufgabe. Der Einsatz von Sandblechen ist möglich, aber die Traktion darauf ist ungleich schlechter als im Sand und die Chance die Bleche zu verlieren sind gross. Daher ist es wichtig jedes Blech mit einem Seil zu sichern.

Seitlich abgerutscht

Auf einer rutschigen und zudem steilen Piste kann es vorkommen, dass man die Kontrolle über den Wagen verliert und von der Strecke rutscht. Sind noch mindestens zwei Räder auf der Trasse hat man Glück im Unglück. Schon aus diesem Grund sollte man beim Abrutschen nicht lange weiter versuchen weiterzufahren, sondern zumindest in der Auffahrt frühzeitig abbrechen.

Je nach Situation gilt es nun erstmal weiteres Ungemach zu vermeiden indem man den Allradler seitlich gegen weiteres Abrutschen oder gar Überschlagen sichert.

Ohne Winde oder Fremdhilfe wird man aus sich dieser Situation nur schwer alleine befreien können, aber wichtig ist, dass nicht noch schlimmeres passieren kann. Ist eine Winde vorhanden, wird zuerst das Heck gegen weiteres Abrutschen mit einem Seil gesichert und zieht dann die Front mit der Winde seitlich auf die Piste zurück. Wenn notwendig wird nun die Front gegen Abrutschen gesichert und das Heck über eine Umlenkrolle hochgezogen.

Ideal ist, wenn man die eigene und zusätzlich die Winde eines Zweifahrzeugs einsetzen kann. Damit ist es möglich gut kontrolliert Front und Heck schrittweise seitlich hochzuziehen.

Einsatz der Winde

Sich mit einer Winde zu bergen ist eine effektive und vor allem auch die sicherste Methode in vielen Situationen, aber eben nicht immer.

Ankerpunkte

Eine Voraussetzung um den Einsatz der Winde überhaupt in Betracht zu ziehen ist ein Ankerpunkt.

Bergetechnik

Dieser muss grundsätzlich zwei Bedingungen erfüllen:

1. Er muss stabil genug sein um mehrere Tonnen Zugkraft auszuhalten
2. Er muss einigermaßen in Zugrichtung liegen

Wählt man einen Baum oder sonst eine vertikale Struktur muss die Befestigung so nah wie möglich am Boden erfolgen. Sollte der Anker unter



Abbildung 78: Selbstbergung mit der Winde

Belastung nachgeben, muss die Aktion unverzüglich abgebrochen werden. Es ist schon öfters vorgekommen, dass ein Baum umgerissen wurde, und wo fällt er dann hin? Ja, genau auf das eigene Fahrzeug!

Muss in einer steilen Auffahrt die Winde eingesetzt werden, ist es wahrscheinlich, dass wenn man das Seil am Ankerpunkt tief anbringt, das Seil über den Boden schleifen wird. Ist der Ankerpunkt stabil genug, kann man das Seil höher anbringen um dies zu vermeiden und dadurch auch von einem besseren Zugwinkel zu profitieren.

Auch ohne stabilen Ankerpunkt kann man sich behelfen, aber nur mit erheblichem Arbeits- oder Materialaufwand.

Einerseits gibt es den Trick ein Reserverad tief genug zu vergraben, dass man sich daran herausziehen kann. Viel Arbeit aber..... [>VIDEO<](#).

Im Video werden zudem ein Hi-Lift-Jack und ein spezielles „Bergetuch“ als Hilfsmittel gezeigt.

Bergetechnik



Abbildung 79: Erdanker im Sand durch ein Rad

Wenn man sich für das Eingraben eines Rades, oder anderen Gegenstand entscheidet, sollte man wie in der Skizze dargestellt vorgehen. Das Rad muss tief genug eingegraben werden und die Zugkraft sollte möglichst mittig angreifen. Zudem kann man das Zugseil in einem Schlitz, schwierig im Sand, verlegen, damit das Rad weniger einfach aus dem Boden gerissen wird. Um ein verbiegen der Felgenauflagefläche zu vermeiden, sollte das Seil nicht durch das zentrale Loch, sondern durch 2 besser 4 Löcher direkt am Reifen geführt werden.

Zum anderen gibt es Erdanker die ähnlich funktionieren wie ein Bootsanker, aber auch bei diesen ist die Belastbarkeit sehr von der Bodenbeschaffenheit abhängig. Zudem sind die Teile schwer und sperrig, also auf Reisen kaum eine passable Lösung.

Ein Trick der bessere Chancen hat, sind mehrere Stangen, Stahlstangen oder Holzpfähle, möglichst tief mit etwas Abstand in einer Reihe in den Boden zu schlagen. Danach werden sie am oberen Ende mit einem kräftigen Seil verbunden und am letzten Pfahl mit einem starken Häring abgespannt. Das Windenseil kann danach am ersten Pfosten bodennah befestigt werden. Ob das ganze Konstrukt aber der Zugkraft widerstehen kann und ob denn das benötigte Material verfügbar ist, steht auf einem

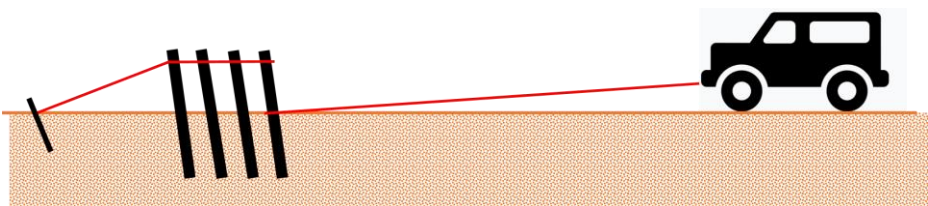


Abbildung 80: Improvisierter Erdanker

Bergetechnik

anderen Blatt. Dieser Trick funktioniert primär in festen Boden, im Sand müsste man ziemlich lange Pfähle tief einschlagen.

Windenbergetechnik

So, ein passender Ankerpunkt ist gefunden und nun kann die Aktion starten:

1. Der Baumgurt wird am Ankerpunkt unten angebracht
2. Das Windenseil wird nun bei gelöster Windenmotor-Kupplung ausgezogen und idealerweise OHNE Schäkel mit dem Baumgurt verbunden.
3. Alle unbeteiligten Leute verlassen den Gefahrenbereich grossräumig und nur der Fahrer und allenfalls die Bedienungsperson der Winde bleiben im Bereich der Bergeaktion. Am gefährlichsten bei einem Seilbruch ist es entlang der Längsachse der Bergeaktion, also zwischen, vor und hinter dem Fahrzeug.
4. Die Winden-Kupplung wird wieder eingerastet, das Windenseil gespannt und ein Seildämpfer, oder besser noch zwei, über das Windenseil gelegt.
5. Mit Unterstützung des eigenen Antriebs, 1. Geländegang und wenig Drehzahl, zieht man sich nun heraus. Dabei muss sichergestellt werden, dass sich das Windenseil gleichmässig auf der Rolle aufwickelt. Wenn nötig muss das Fahrzeug zwischendurch gesichert werden. Danach wird das Seil unbelastet ausgerollt und danach sauber wieder eingezogen. Nun kann die Aktion weiterlaufen.
6. Nach erfolgter Bergung sollte man das Seil noch einmal ganz ausrollen und danach wieder exakt aufwickeln.

Beim Einsatz der Winde muss man wenn möglich den Motor laufen lassen, damit die Batterie durch den Ladestrom etwas entlastet wird. Dauert die Aktion lange, muss man den Windenmotor abkühlen lassen und die Batterie durch laufenden Motor nachladen. Faustregel: 30 Sekunden ziehen, 3 Minuten Pause. Nicht nur der Windenmotor selber kann bei zu langem Einsatz überhitzen, sondern auch die Seiltrommel. Ein synthetisches Windenseil kann dadurch Schaden nehmen.

Bergetechnik

Sollte die Zugkraft der Winde nicht ausreichen, das kann insbesondere bei im Schlamm steckenden Fahrzeugen schnell mal der Fall sein, wird eine Umlenkrolle eingesetzt und dadurch die Zugkraft fast verdoppelt.

Stellt sich heraus, dass das Windenseil zu kurz ist, kann dieses zum Beispiel mit einem Abschleppgurt verlängert werden. Vor allem beim Einsatz der Umlenkrolle muss man unter Umständen so vorgehen da die doppelte Windenseillänge benötigt wird.

Idealerweise verwendet man KEINE metallischen Elemente beim Arbeiten mit der Winde, also keine Haken und Schäkel aus Metall. Das reduziert Schäden und Verletzungen, sollte ein Teil brechen.

Im Notfall kann man übrigens auch versuchen sich mit der Winde [rückwärts zu befreien](#). Dazu müssen aber einige Bedingungen erfüllt sein:

- Das Windenseil kann unter dem Fahrzeug durch nach hinten verlegt werden OHNE dass das gespannte Seil sich an einer scharfen Kante verletzt und ohne dass es unter Last irgendwelche Teile am Fahrzeuge beschädigt. Am besten funktioniert das Ganze bei einem Fahrzeug mit zwei Starrachsen, denn diese haben unten keine scharfen Kanten und führen das Seil unterhalb des Chassis.
- Und natürlich muss hinter dem 4x4 ein Ankerpunkt welcher in etwa in der Flucht steht vorhanden sein. Wird das Windenseil entsprechend lang ausgefahren, ist der Zugwinkel auch relativ klein, wenn der Baum zum Beispiel abseits der Piste steht.

WICHTIG:

Man muss beachten, dass das Windenseil NIE komplett abgerollt werden darf. Es müssen immer mindestens 5 Wicklungen auf der Rolle verbleiben. Am besten man markiert diese Position im Voraus, indem man das Seil bei zulässigem Vollauszug mit auffälliger Farbe oder einem Isolierband markiert, wenn nicht schon ab Werk eine Markierung vorhanden ist.

Bergetechnik

Eine gute Quelle für weitergehende Informationen rund um die Seilwinden findet man im Bedienerhandbuch der Winde oder im Internet z.B. im [Handbuch von Horn Tools](#)

Ein empfehlenswertes Video zeigt die Technik einer Windenbergung und das verwendete Material auf. [>LINK<](#) (EN)

Bergen mit einem HiLift Jack

Das Video zeigt den Einsatz eines spezifischen Zubehörs, welches vor allem das Umsetzen nach dem Zug erleichtert. Das Geschieht mittels Ketten die einiges an Gewicht mitbringen.

<https://youtu.be/YAc2OwZUW5k>

Es gibt auch die Möglichkeit den Jack auch OHNE lange Ketten und viel Zusatzausrüstung einzusetzen. Allerdings muss dann das Fahrzeug nach jedem Zug gesichert werden, um den Jack zu entlasten und umzusetzen.

<https://youtu.be/xldBPnzohI>

So oder so, diese Methode hat wie alles Vor- und Nachteile:

- + Kostengünstige Ausrüstung, welche auch anderweitig von Nutzen sein kann
- + Gut kontrollierbare Kräfte dienen der Sicherheit
- Sehr aufwendige und zeitraubende Methode
- Nur jeweils ein kurzer Hub möglich
- Beschränkte Zugkraft und mit Umlenkung noch langsamer

Bergen von Anderen

Ist man auf eher schwierigen Strecken unterwegs, ist es aus Sicherheitsgründen ratsam, zu zweit, maximal aber zu viert, unterwegs zu sein. Der erfahrenste Fahrer sollte die Gruppe anführen umso potenzielle Hindernisse als erster zu erreichen. Die Folgefahrzeuge können so besser beurteilen wie das Hindernis angegangen werden soll.

Bergetechnik

Sicherheit

Wird eine Bergung notwendig, muss als erstes die Sicherheit der Szene gewährleistet werden. Am besten wird die Sachlage erst einmal genau analysiert und danach ein Bergeplan unter Führung einer erfahrenen Person erstellt.

Unbeteiligte an der Bergeaktion müssen den Gefahrenbereich während der ganzen Aktion mit genügend Abstand verlassen. Jede Bergung birgt potenzielle Gefahren für Mensch und/oder Maschine.

Alle zum Einsatz kommenden Ausrüstungsgegenstände müssen in gutem Zustand und für die vorgesehene Belastung geeignet sein. Dazu gehören:

- Befestigungspunkte an beiden Fahrzeugen - Die meisten bestehenden Befestigungspunkte sind nicht spezifiziert, das heisst man kennt die Belastungsgrenze gar nicht. Da auch die Belastung kaum im Voraus abgeschätzt werden kann, besteht deshalb ein beträchtliches Risiko, dass sie brechen können.
- Gurte, Schäkel und allen anderen eingesetzten Teile - Jede Komponente des Bergesystems hat eine zulässige, maximale Belastungsgrenze und eine definierte Bruchlast. Das theoretisch schwächste Glied der Berge-Kette sollte wenn möglich ein Gurt/Seil oder ein Softschäkel sein. So kann weitgehend vermieden werden, dass Metallteile als Geschoss durch die Gegend kaputtgeschlagen werden, sollte eine Komponente versagen.

Da die auftretenden Kräfte bei einer Bergung immens sind, besteht immer ein Restrisiko, dass ein Element bricht. Insbesondere Haken und Metallschäkel die bei einem Seilbruch wie Geschosse durch die Gegend fliegen haben schon viel Schaden, Verletzungen und gar Tote verursacht.

Bergetechnik

Befestigungspunkte

Eines des grössten Bruchrisikos sind die Befestigungs- und Verbindungspunkte. Es ist deshalb im Zweifelsfall empfehlenswert, Befestigungspunkte am Fahrzeug durch entsprechend belastbaren Zubehör zu ersetzen. Dazu gehören hochfeste Schrauben zur Befestigung derselben. Will man die viel sichereren Softschäkel einsetzen, muss darauf geachtet werden dass die Bergeösen nicht scharfkantig sind.



Abbildung 81: Original Bergeöse Land Cruiser

Offene Haken am Fahrzeug wären grundsätzlich vorteilhaft, denn man kann Schlaufen einfach einhängen ohne Schäkel verwenden zu müssen. Um ein Abfallen des ungespannten Seils zu verhindern muss der Haken aber unbedingt einen Sicherungsclip aufweisen. Nachteil der Haken ist aber, dass sie bei gleicher Baugrösse viel weniger Belastung zulassen. Daher werden meist geschlossene Ösen verbaut.

Vor allem bei Fahrzeugen ohne Leiterraum wird es schwierig, genügend robuste Befestigungsstellen für Bergeösen zu finden.

Auf **keinen** Fall sollte man folgende Elemente als Befestigungspunkte wählen:

- Am Bullbar oder Stossstange, es sei denn es besteht ein integrierter Befestigungspunkt mit entsprechend definierter Zuglastgrenze
- An der Kugel einer Anhängerkupplung. Diese ist nicht ausgelegt für so grosse Axialkräfte und darf auf keinen Fall zum Bergen verwendet werden
- An der Achse oder an Aufhängungsteilen der Fahrzeugs
- Ösen am Fahrzeug die nur zur Sicherung beim Fahrzeugtransport vorgesehen sind

Bergetechnik

Dass Stahlschäkel als Projektile durch die Gegend fliegen liegt meist darin begründet, dass der Befestigungspunkt am Fahrzeug bricht, denn werden Schäkel mit einer zulässigen Belastung von >4 t richtig eingesetzt, werden diese nie das schwächste Glied sein.

TIPP

Um das Verletzungsrisiko der beteiligten Fahrer bei einem Seil- oder Gurtversagen noch zusätzlich zu minimieren, sollten wenn möglich die Befestigungspunkte an den beiden Fahrzeugen so gewählt werden, dass das reissende Seil nicht in der Flucht der Fahrer liegt. Bei linksgelenkten Fahrzeugen also auf der rechten Seite anschlagen oder aber schräg, d.h. einmal links und einmal rechts. Übers Kreuz angeschlagen hat den zusätzlichen Vorteil, dass ruckartige Belastungen etwas gedämpft werden, allerdings kann es sein, dass das leichtere Fahrzeug beim Anziehen mit Schwung seitlich ausbricht. Auf jeden Fall muss auch berücksichtigt werden, dass sich keine Zuschauer in der Verlängerung des Seils aufhalten!

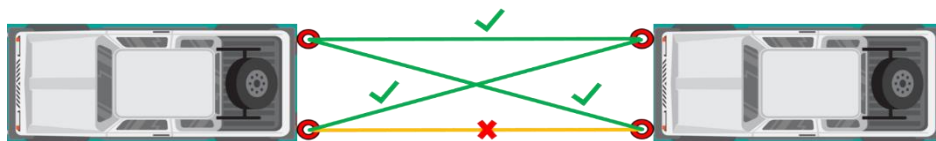


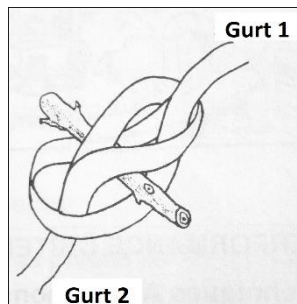
Abbildung 82: Gurtbefestigung beim Bergen (Linksgelenkte Fahrzeuge)

Grafikquelle: www.freepik.com

Gurte verbinden und verlängern

Manchmal ist es notwendig einen Gurt zu verlängern. Am besten geschieht dies mit folgender Methode:

1. Schlaufe vom Gurt 1 durch die Schlaufe das Gurt 2 stecken
2. Danach Fahrzeug seitiges Ende von Gurt 2 durch die Schlaufe von Gurt 1 stecken
3. Zwischen die zwei verbundenen Schlaufen legt man einen stabilen Stock



Bergetechnik

oder Ast mit mindestens 30 mm Durchmesser

So kann verhindert werden, dass sich die beiden Gurte durch die Zugbelastung unlösbar verknoten. Der Einsatz eines Stahl-Schäkels zum Verbinden ist nicht zulässig da das extrem gefährlich ist, sollte ein Gurt reißen!!

„Snatchen“

Eine vor allem in Australien beliebte Bergungsmethode ist das „Snatchen“. Dabei wird das zu bergende Fahrzeug mit einem elastischen Gurt oder Seil mit Schwung aus der Misere befreit. Der Gurt baut dabei eine kinetische Energie auf und die wird schlussendlich so gross, dass auch ein schwerer Allradler frei katapultiert wird.



Abbildung 83: Bergung mit kinetischem Gurt
Quelle: <https://www.unsealed4x4.com.au/how-to-use-a-snatch-strap-safely/>

Es gilt aber zu bedenken, dass die auftretenden Kräfte, auch wenn sie nicht schlagartig auftreten, nicht berechenbar sind. Umso wichtiger ist es, dass die eingesetzten Ausrüstungsgegenstände genügend belastbar und in top Zustand sind.

Diese Methode sollte auch nur eingesetzt werden, wenn andere nicht erfolgreich einzusetzen sind!

Unbeteiligte Leute haben im Gefahrenbereich NICHTS zu suchen!

Die beiden Fahrer sind idealerweise mit Funk verbunden, sodass sie das Bergen miteinander absprechen können. Im Vorfeld müssen der Ablauf und die Kommandos klargestellt werden.

Die beiden Fahrer sind idealerweise mit Funk verbunden, sodass sie das Bergen miteinander absprechen können. Im Vorfeld müssen der Ablauf und die Kommandos klargestellt werden.

Der Fahrer im zu bergenden Fahrzeug hat das Kommando oder er delegiert dieses an einen Dritten.

Und so funktioniert das Ganze:

Bergetechnik

1. Das Bergefahrzeug fährt rückwärts auf etwa 2/3 Gurtlänge an das zu bergende heran
2. Der Gurt wird an beiden Fahrzeugen befestigt und schlangenförmig ausgelegt um Knoten zu vermeiden
3. Ein, besser zwei, Seildämpfer werden in der Mitte bzw. je 1-2 m vom Fahrzeug befestigt
4. Auf ein abgesprochenes Kommando zieht das vordere Fahrzeug im 2. Geländegang an, das zweite unterstützt die Bergung im 1. Geländegang
5. Sobald das zu bergende Auto frei ist, signalisiert das der Fahrer dem ziehenden und fährt bis auf festen Grund hinterher

Kann man nicht nah genug an den Bergenden hinfahren, muss der Gurt verlängert werden, siehe oben. Das kann mit einem statischen Gurt/Seil oder einem zweiten dynamischen erfolgen.

Das ziehende Fahrzeug sollte in etwa dasselbe Gewicht wie das feststeckende haben. Zu grosse Unterschiede können zu Schäden führen.

Knoten im Gurt oder Seil?

Wenn beim Hantieren aus Versehen einen Knoten in Seil oder Gurt entsteht, scheint es im ersten Moment unmöglich diesen wieder zu lösen.

Ein australischer 4x4 Guru zeigt im folgenden [Video](#) einen Trick wie man das Problem lösen kann.

Wartungsarbeiten bei Geländefahrten

Wartungsarbeiten bei Geländefahrten

Geländefahrten sind in der Regel eine grosse Belastung für das Fahrzeug. Daher sollte man sowohl vor wie vor allem auch nach einem grösseren Geländeeinsatz dem Wohlbefinden des Fahrzeugs ein paar Minuten opfern.

Vor dem Start

Je nach der zu erwartenden Strecke sollten Allradler und Ausrüstung durchgecheckt werden. So kann einem vermeidbaren Defekt vorgebeugt und die Einsatzbereitschaft der Bergeausrüstung sichergestellt werden.

Insbesondere die Ausrüstung die normalerweise wenig zum Einsatz kommt, muss auch Vollständigkeit und wenn möglich auf Funktion geprüft werden. Was gibt es dümmeres als wenn man bis zu den Achsen im Schlammloch steckt, man herausfindet, dass die Fernsteuerung der Winde nicht auffindbar ist.

Bergematerial sollte spätestens jetzt gut zugänglich verstaut werden.

Auch beim Auto selber gibt es ein paar Punkte die zu beachten sind. Der Luftdruck sollte wenn sinnvoll, schon vor dem Start auf die zu erwartenden Bedingungen angepasst werden. Dabei gilt es auch gleich den Ersatzreifen zu überprüfen. Bei der Gelegenheit kann auch der allgemeine Zustand der Reifen kontrolliert werden.

Grundsätzlich sollte ja das Fahrzeug immer in gutem technischem Zustand sein. So sollten alle Flüssigkeitsniveaus korrekt sein, die Batteriekontakte fest und ohne Korrosion sein für einen Windeneinsatz!

Vor allem der Fahrzeugbeladung sollte grosse Beachtung geschenkt werden. So dürfen keine losen Gegenstände im Wagen herum liegen und schwere Ausrüstung sollte möglichst tief unten verstaut sein.

Das Gewicht kann unter Umständen reduziert werden, indem man die Füllung der Wasser- und Treibstofftanks minimiert. Vor allem im Sand können schon 100 kg einen entscheidenden Unterschied machen.

Wartungsarbeiten bei Geländefahrten

Nach der Tour

Wie bereits erwähnt sind Geländefahrten eine starke Belastung für das Fahrzeug. Entsprechend ist das Risiko von erhöhten Verschleiss und Defekten gross.

Nach einer Tour sollte man nicht versäumen den Allradler durchzuchecken. Dabei liegt der Fokus auf dem Fahrwerk und den Reifen. Folgende Punkte gehören zur Überprüfung:

- Die Reifen auf sichtbare Schäden und Luftverlust prüfen
- Radlager prüfen indem man die Räder einzeln seitlich versucht zu bewegen. Spürbares Spiel muss nachjustiert werden
- Unter dem Auto prüfen ob sich irgendwelche Äste verklemmt haben und ob Teile lose zu sehen sind
- Nach längeren Wasserdurchfahrten sollten die Radlager und das Differenzialöl auf Wassereinbruch geprüft werden
- Nach staubigen Strecken den Luftfilter prüfen und bei Bedarf ausblasen
- Wurde Bergematerial eingesetzt, muss dieses vor dem Verstauen auf Beschädigung geprüft und gereinigt werden.
- Nach einem Windeneinsatz muss das Seil geprüft, gereinigt und sauber wieder aufgerollt werden.