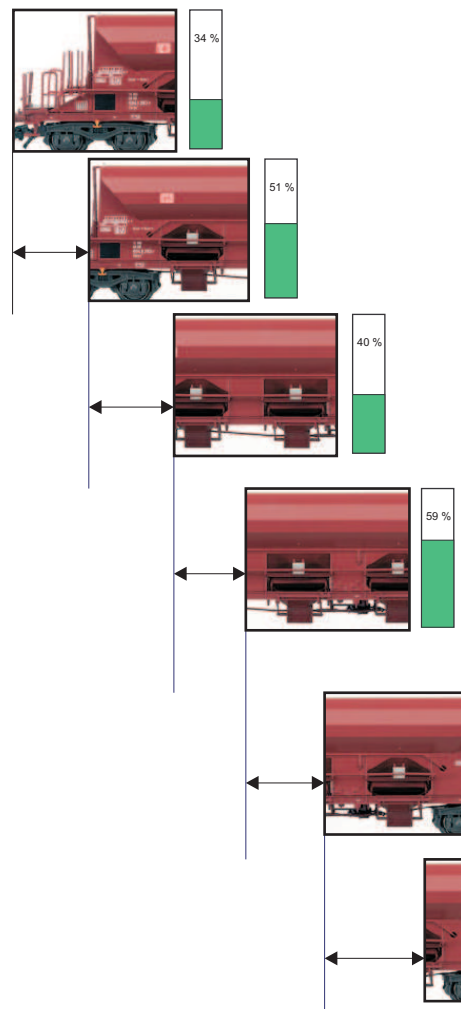
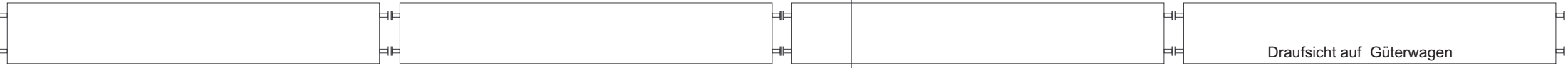


# Füllstandskontrolle bei Beladung ohne Sicht



Bildausschnitt der Kamera



Die Kamerabilder werden im Computer erfasst und aus den Verschiebungen zwischen den Bildern wird die Position des Güterwagens errechnet. Zu jeder Position wird der zugehörige Füllstand gespeichert.

Kamera

Monitor



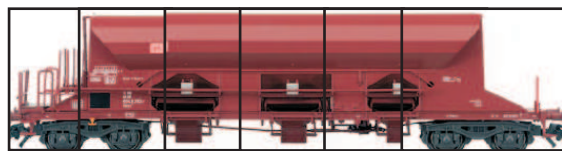
Beladegrenze

Füllstandsanzeige

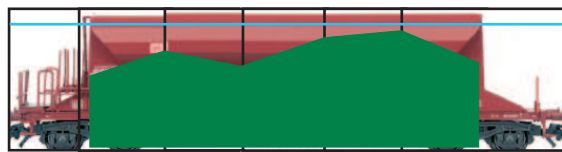
Der Füllstand für diese Position wird aus der Förderleistung der Bandwaage und der Zeit die der Güterwagen an dieser Position steht berechnet:  
 $360 \text{ t/h} = 100 \text{ kg/s}$   
 Güterwagen steht seit 2,52 s an dieser Position  
 $100 \text{ kg/s} * 2.52 \text{ s} = 252 \text{ kg}$  entspricht 63 % der Beladegrenze.

Die Beladegrenze wird aus der erlaubten Füllmenge (z.B. 50 t) und der Länge des Güterwagens (z.B. 12,5 m) berechnet. Es ergibt sich somit eine Beladegrenze von 4 t/m oder 400 kg/dm.

Die einzelnen Bilder werden entsprechend der berechneten Verschiebung über- bzw. nebeneinander gelegt.



Die zugehörigen Füllstände werden als 'Gebirge' über das Bild gelegt. So dass der Eindruck entstehen kann, man könnte in den Güterwagen hineinschauen.



Beladegrenze

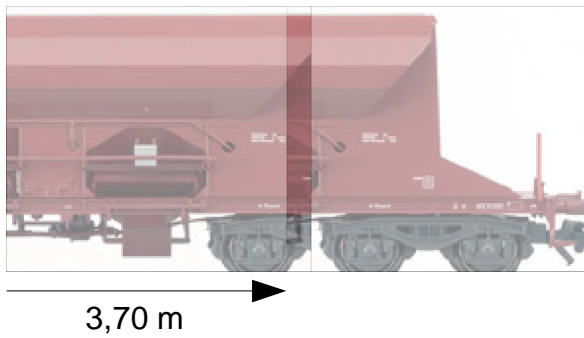
Füllstandsanzeige

Diese Beschreibung dient nur zur Veranschaulichung des Prinzips. In der Realität werden natürlich sehr viel mehr Bilder und Füllstände ausgewertet.

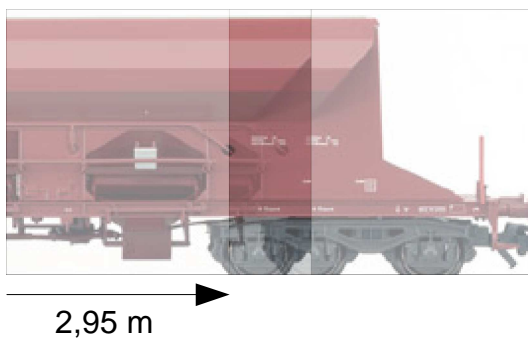
# Berechnung der Distanz die der Waggon verschoben wurde durch Übereinanderschieben zweier Bilder



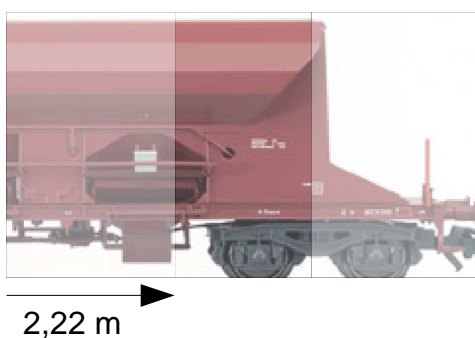
Die Größe des Bildausschnitts muss nur einmal bestimmt werden, da der Abstand der Waggon von der Kamera konstant ist.



Überlappung der Bilder passt nicht zueinander.

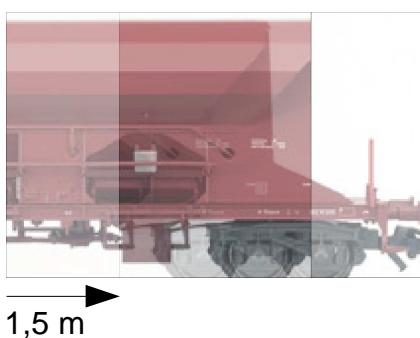


Überlappung der Bilder passt nicht zueinander.



Überlappung der Bilder passt zueinander.

Der Waggon wurde also zwischen den Bildern um 2,22 m verschoben.



Überlappung der Bilder passt nicht zueinander.

# Konzept einer Beladungsanzeige für Schüttgüter

Bei der Beladung von Güterwagen mit Schüttgütern besteht das Problem, dass die Staubentwicklung eine Absaughaube über dem Güterwagen erforderlich macht. Durch diese Absaughaube ist jedoch der Blick auf das Füllgut stark eingeschränkt, so dass eine technische Lösung für die Beobachtung des Füllstands gefunden werden muss.

Eine Kamera unter der Absaughaube bringt keine Verbesserung, da der Staub durch die Absaughaube so stark konzentriert wird, dass diese Kamera auch nichts sieht.

Hier kommt nun unser Vorschlag:

Der Füllstand wird indirekt über eine Bandwaage bestimmt und zusammen mit einer Positionsbestimmung durch Bildverarbeitung wird ein computergenerierter Blick in den Güterwagen ermöglicht.

Die Positionsbestimmung durch Bildverarbeitung ist wie folgt zu verstehen:

Eine Kamera nimmt kontinuierlich Bilder von der Seite des Güterwagens auf. Wenn der Güterwagen verschoben wird, ergeben sich Verschiebungen im aufgenommenen Bild die vom Computer festgestellt werden können.

Man kann sich das so vorstellen, als würden zwei Dias von der Seitenansicht des Güterwagens übereinandergelegt und solange verschoben bis die Güterwagen in Deckung sind. An der Außenkante der Dias lässt sich dann die Verschiebung abmessen und entsprechend des Abbildungsmaßstabes der Dias die reale Verschiebung des Güterwagens berechnen.

An jeder so bestimmten Position wird im Computer der zugehörige Füllstand abgespeichert und daraus ein Bild der Füllstandsverteilung über die Länge des Güterwagens erzeugt.

Die indirekte Füllstandsbestimmung über eine Bandwaage bedeutet:

Die Bandwaage misst während der Verladung kontinuierlich die Förderleistung in Tonnen pro Stunde [t/h]. An einer bestimmten Position des Güterwagens lässt sich dann aus der Zeit in Sekunden [s] die sich der Güterwagen an dieser Position befindet, die verladene Menge in Tonnen oder Kilogramm berechnen.

Aus einer gegebenen Beladegrenze (kann / muss für jeden Güterwagen-Typ speziell festgelegt werden) lässt sich dann der Füllstand in Prozent [%] berechnen.

Der Ladearbeiter erhält nun auf seinem Computer eine aus mehreren Bildern zusammengesetzte Seitenansicht des Güterwagens mit darübergelegter Füllstandsverteilung und Beladegrenze, so dass der Eindruck entsteht man könne seitlich in den Güterwagen hineinsehen.

Mit Hilfe dieser Seitenansicht kann der Ladearbeiter dann den Verladevorgang beobachten, steuern und den Güterwagen bei Bedarf verschieben.

Zu beachtende Voraussetzungen, damit dieses Konzept funktioniert:

Kamera:

Die Kamera benötigt einen freien Blick auf die Seite des Güterwagens. Es dürfen keine Stahlstreben oder ähnliches im Blickfeld der Kamera sein.

Größe des Blickfeldes bei Seitenverhältnis 4:3 also 5,33 m:4m (bei einer angenommenen Höhe des Güterwagens von 4 m).

Die Kamera für Seitenansicht des Güterwagens muss sich möglichst weit weg vom Güterwagen befinden um perspektivische Verzerrungen des Bildes des Güterwagens zu minimieren. Das heißt die Kamera muss mindestens soweit vom Güterwagen entfernt sein, wie dieser hoch ist. Besser wäre die doppelte Entfernung. Also mindestens 4 m besser 8 m.

Ein großer Abstand zwischen Kamera und Güterwagen schützt die Kamera vor Staub und Schmutz. Es ist trotzdem eine Reinigungsanlage (Scheibenwischer mit Sprühdüsen) für die Kamera nötig. Reinigung von 'Hand' ist zu vermeiden, da die Kamera dabei verstellt werden könnte. Auch ist die Kamera möglichst sicher zu befestigen, da ein Verstellen der Kamera eine Neukalibrierung der Positionsbestimmung nötig macht.

Der Raum zwischen Kamera und Güterwagen darf während einer Verladung unter keinen Umständen von irgend jemandem / irgendwas betreten werden (Mensch, Maschine, Tier, Vogel, herabfallendes Ladegut, ...). Denn so etwas würde die Bestimmung der Verschiebung des Güterwagens verderben und zu einer falschen Beladung des Güterwagens führen.

Auch hinter dem Güterwagen sind keine Störungen erlaubt, deshalb muss sich hinter dem Güterwagen eine helle oder dunkle strukturlos verputzte Mauer oder eine helle oder dunkle Plane / Leinwand befinden.

Diese Anforderung an den Hintergrund kann durch eine geeignete Auswahl des Bildausschnitts, der für die Positionsbestimmung herangezogen wird, reduziert werden. Das kann jedoch erst an der realen Verladung festgelegt werden und es kann auch nicht garantiert werden, dass auf den ungestörten Hintergrund verzichtet werden kann.

Der von der Kamera betrachtete Teil des Güterwagens und auch die helle Mauer / Plane / Leinwand hinter dem Güterwagen muss ausreichend und gleichmäßig beleuchtet sein. Falls ein dunkler Hintergrund vorliegt, kann natürlich auf eine Beleuchtung verzichtet werden.

Bandwaage:

Die Bandwaage muss sich so nahe wie möglich am Güterwagen befinden. Denn das Ladegut darf erst in der Füllstandsanzeige berücksichtigt werden, wenn es auch im Güterwagen angekommen ist. Also muss die Förderleistung um die Zeit, die das Ladegut von der Bandwaage zum Güterwagen braucht, verzögert werden. Je länger diese Strecke ist um so ungenauer und fehleranfälliger wird die Füllstandsanzeige.

Andererseits muss die Bandwaage so nahe wie möglich an den Silos sein um eine genaue Mengenabschaltung zu gewährleisten.

Es sind also meistens zwei Bandwaagen nötig.

Beladegrenze:

Die Beladegrenze kann aus der zulässigen Ladung [t] und der Länge [m] des Güterwagens berechnet werden. Es ergibt sich dann eine Grenze in [t/m].

Bei der Beladung eines Güterwagens ist zu beachten, dass am ersten Beladepunkt (Güterwagen ist noch leer) sehr viel mehr Ladegut in den Güterwagen verladen werden kann als am letzten Ladepunkt (Güterwagen ist fast voll). Die Beladegrenze wird deshalb keine Gerade sein, sondern eine Kurve die am Anfang des Güterwagens einiges höher ist als am Ende des

Güterwagens. Das bedeutet auch, dass die Beladegrenze vom Typ des Güterwagens abhängig ist.

In Großsteinberg sind zwei Verladepunkte für Güterwagen vorgesehen, deshalb sind auch zwei Kameras nötig, für jeden Verladepunkt eine. Da die Verladungen nicht gleichzeitig stattfinden wird nur ein Computer und Monitor benötigt, die Kamera kann umgeschaltet werden.