

Vergleichsstudie: Cortenstahl für Hochbeete

Beauftragt von Kirchplatzgärtchen e.V. -
Projekt Klimawerkstatt

Autor: Claudia Allonas

Inhaltsverzeichnis

1. Ziel der Recherche.....	2
2. CO ₂ -Emissionen bei der Stahlproduktion in Deutschland	2
3. CO ₂ -Emissionen bzgl. der Energiequelle für die Stahlproduktion	3
4. Besonderheiten des Werkstoff Cortenstahl.....	3
5. Fazit unter Berücksichtigung weiterer Werkstoffe	5
6. Quellen	8

Diese Studie wurde durchgeführt von:

Upstream – a service from Up-Preneurs

Up-Preneurs

Brühlsbachstr. 48a, 35578 Wetzlar

Tel: +49 (0) 6441 78 68 114

Mail: info@up-preneurs.de

Inhaberin: Claudia Allonas

April, 2022

1. Ziel der Recherche

Upstream (ein Service von Up-Preneurs) wurde mit der Recherche von dem Kirchplatzgärtchen e.V. - Projekt Klimawerkstatt beauftragt. Ziel der Studie ist es, die Umweltverträglichkeit von Hochbeeten aus Cortenstahl zu untersuchen und mit anderen herkömmlichen Materialien für Hochbeete zu vergleichen. In der Recherche fließen hauptsächlich zwei Studien ein, die sich ausschließlich mit der Ökobilanz der Stahlproduktion beschäftigen. Zudem wurden verschiedene Quellen im Internet benutzt, um die Vor- und Nachteile von weiteren Materialien zu bewerten. Ein Experte für Stahl wurde aus dem Netzwerk von Upstream ebenfalls konsultiert.

Zunächst wird die Stahlproduktion im Allgemeinen erklärt und dann in Verbindung die umweltökonomischen Zusammenhänge von Stahlrecycling erläutert. Im Anschluss wird der Werkstoff Cortenstahl vorgestellt. Am Ende werden alternative nachhaltige Materialien vorgestellt. Schon jetzt kann vorweggenommen werden, dass es nicht das perfekte Material für Hochbeete gibt. In Punkto Langlebigkeit und Recyclingfähigkeit ist kaltumformbarer Stahl „DC01“ oder Cortenstahl überlegen. Jeder Werkstoff hat seine positiven wie negativen Eigenschaften und muss je nach individueller Anforderung und Budget ausgesucht werden.

2. CO₂-Emissionen bei der Stahlproduktion in Deutschland

Für die Produktion von Stahl gibt es zwei Verfahren. Man unterscheidet zwischen der Hochofen- und der Elektroofenroute.

- 1) In der Hochofen-Route wird hauptsächlich Eisenerz und Koks verarbeitet. Hier handelt sich um ein Primärerzeugnis: Eisenerz und Kohle werden als Rohstoffe aus der Erdkruste benötigt.
- 2) In der Elektroofen-Route wird Stahlschrott recycelt.

In Deutschland werden 70,4 % des Rohstahls in der Hochofenroute und 29,6 % in der Elektroofenroute produziert.

Es ist es in vielen Fällen notwendig bei der Ökobilanz der Stahlherstellung beide Verfahren zusammen zu beachten. Auch wenn der Hochofen der Primärzweig ist und faktisch der Stahl dort nur einen Lebenszyklus durchläuft, wird zur Kühlung im Hochofen Schrott zusätzlich zugeführt. Deswegen wird oft für die Analysen ein sogenannter ‚Multi-Recycling-Ansatz‘ gewählt, der einen Mittelwert bildet.

Der Werkstoff Stahl lässt sich beliebig oft recyceln. Es ist möglich, ihn nach mehreren Lebenszyklen noch für nahezu alle Stahlprodukte einzusetzen. Die Qualität nach dem Einschmelzen und die Länge des Lebenszyklus hängt von der Beschaffenheit (Blech, Edelstahl, etc.), Sortenreinheit, Anlagenart, etc. ab.¹

Im Schnitt (Multi-Recyclingansatz) ergibt sich ein Treibhausgaspotential von 999 kg CO₂-Äqv. pro Tonne Stahl und Lebenszyklus.

¹ Um eine Abgrenzung zu erreichen, werden in beiden zentralen Studien, die diesem Dokument zugrunde liegen, eine Lebensdauer von 16 Jahren mit einem Betrachtungshorizont von 100 Jahren angenommen. Daraus ergeben sich für die funktionelle Einheit 6 Zyklen.

Vergleicht man beide Produktionsrouten, so lassen sich:

- 1,744 t CO₂ pro Tonne Rohstahl aus der Hochofenroute und
- 0,395 t CO₂ pro Tonne Rohstahl aus dem Elektroofen

berechnen. Das bedeutet, dass bei der Elektroofenroute eine Einsparung von ca. 1,35 t CO₂ pro Tonne Rohstahl erreicht werden. Die Treibhausgaseinsparungen bei Edelstählen, die Legierungselemente wie Nickel, Chrom und Molybdän enthalten, liegt sogar noch deutlich höher und erreicht eine Einsparung von bis zu ca. 4,5 t CO₂ pro Tonne Edelstahlschrott.

In anderen Worten: Wenn die Produktion von 12,6 Mio. t Rohstahl auf Basis des Sekundärrohstoffs Stahlschrott über die Elektrolichtbogenroute produziert wird, könnten in Deutschland rund 17 Mio. t CO₂-Emissionen pro Jahr eingespart werden.

Was den Einsatz von Sekundärstahl in Deutschland betrifft, befindet sich die derzeitige Quote bei 44 %. Das Potenzial bis 2030 wird auf 58 % kalkuliert.

3. CO₂-Emissionen bzgl. der Energiequelle für die Stahlproduktion

Es ist allgemein bekannt, dass die Produktion von Stahl sehr energieintensiv ist. Jedoch benötigt recycelter Stahl 60 % bis 80 % weniger Energie als die Primärerzeugnisse.²

Darüber hinaus arbeiten die deutschen Stahlunternehmen mit Hochdruck an einer energieärmeren Lösung. Eine Energieerzeugung durch Wasserstoff ist derzeit eine Option. Durch eine Umstellung eines Drittels der Primärstahlproduktion bis 2030 lassen sich CO₂-Einsparungen von bis zu rund 30 % (0,6 t Stahl) gegenüber 2018 erzielen, was ca. 16 Mio. t CO₂ pro Jahr entspricht.

Auch kritische Studien zum grünen Wasserstoff sehen diese Energiegewinnung als die beste Alternative und empfehlen diesen Weg weiterzugehen.

4. Besonderheiten des Werkstoff Cortenstahl

Dass Phosphor eine schützende Wirkung gegen Korrosion hat, ist seit dem 5. Jahrhundert bekannt. Dies belegt die eiserne Säule in Delhi (Indien), die eines der ältesten erhaltenen Monumente weltweit aus Metall ist.

² Elektrostahl: 950 kWh/t; Hochofenstahl: 5036 kWh/t.



Bild 1: Eiserne Säule in Delhi

Cortenstahl ist ein wetterfester Baustahl. Er wurde in den 30er Jahren ursprünglich dafür entwickelt, um die hohen Kosten der Schutzanstriche bei Metallkonstruktionen zu vermeiden. Die Bezeichnung ist eine Zusammensetzung aus zwei Silben: **COR** für den Rostwiderstand (**COR**rosion Resistance) und der zweiten Silbe für die Zugfestigkeit (**TENS**ile strength) zusammengesetzt. Der Werkstoff enthält die Legierungszusätze Kupfer, Phosphor, Silizium, Nickel und Chrom.

Durch Bewitterung bilden sich unter der eigentlichen Rostschicht auf der Oberfläche eine besonders dichte Sperrschicht aus festhaftenden Sulfaten oder Phosphaten aus, welche das Bauteil vor weiterer Korrosion schützt. Die Sperrschicht braucht je nach Materialstärke, Standort und Wetter zwischen 1,5 und 3 Jahren, bis sie sich bildet. Mit einem Korrosionsbeschleuniger kann man die Wirkung sogar unter einer Stunde erreichen. Es entsteht eine Rostpatina, deren Farben je nach Witterung sich eigenständig gestaltet.

Die Nutzungsdauer von Normalstahl beträgt im Durchschnitt 20 Jahre. Bei Cortenstahl schwanken die Aussagen über die Lebensdauer in der Literatur zwischen 40 Jahren und unbegrenzt. Ein weiteres exemplarisches berühmtes Beispiel ist der US Steel Tower in Pittsburgh, der bereits 1970 fertig gestellt wurde. Die Lebensdauer hängt vor allem vom Standort ab und der Maßgabe, dass sich keine Staunässe bildet.

5. Fazit unter Berücksichtigung weiterer Werkstoffe

Vereinfacht dargestellt kann folgende Übersicht als Grundlage zum Vergleich von verschiedenen Werkstoffen für Hochbeete helfen:

	Cortenstahl	Stahl DC10	Stein	Holz mit Lasur/Lack	Nur Holz
Umweltfreundlichkeit	☺	☺	☺	☺	☺
Lebensdauer (Korrosion)	☺	☺	☺	☺	☹
Diebstahl / Vandalismus	☺	☺	☹	☹	☹
Pflegeaufwand	☺	☺	☺	☺	☹
Anschaffungskosten	€€€	€€€	€€	€€	€

Tabelle 1: eigene Darstellung

Stahl

Manche Gartenbaubetriebe preisen aus verschiedenen Gründen Hochbeete mit kaltumformbarem Stahl an (DC01).



Bild 2: Beet aus kaltumformbarem Stahl (DC01)

Sie sind der Meinung, dass die Recyclingfähigkeit von reinem Stahl weniger aufwendig ist als von Cortenstahl. Auch sind sie der Meinung, dass die Zusatzstoffe wie Chrom und Nickel bei Staunässe und entsprechender Hitze in den Boden übergehen können. Das ist allerdings bisher nicht wissenschaftlich belegt und deshalb zweifelhaft.

Generell bei Stahlbeeten, unabhängig der Legierung, ist der Transport und/oder ein Umsetzen immer eine Herausforderung. Eine kostengünstigere und vom Gewicht leichtere Variante ist das Hochbeet aus Wellblech. Allgemein sind Beete aus jeglicher Art von Stahl nicht einfach zu stehlen oder zu verunstalten.



Bild 3: Hochbeet aus Wellblech

Die Preiskalkulation von Stahl stellt in der aktuellen Lage eine Herausforderung dar und Händler können derzeit oft keine festen Preiszusagen machen. Gärtner müssen sich deshalb überlegen, in welchem Zeithorizont sie die Gartengestaltung planen. Wenn das Hochbeet für längere Zeit an einem Ort geplant ist, kann die Investition in Stahl sinnvoll sein. Wenn das Beet ausgedient hat, bekommt der/die Eigentümer:in bei der Abgabe an einen verwertenden Betrieb sogar eine Vergütung zum aktuellen Wert.

Eine weitere Auswirkung im Zusammenhang mit den Recyclingprozessen ist, dass durch die Stahlrecyclingwirtschaft die Importabhängigkeit der deutschen Volkswirtschaft reduziert wird. Diese liegt im Bereich der Metallerze und Konzentrate bei 100 %. Somit hilft der inländische Sekundärstahl die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands zu erhalten, indem Import verringert werden.

Holz

Bei Holz sollte man zwischen unlackiertem und lackiertem Holz unterscheiden.

- Beim unlackierten Holz kann man auf bestehendes Holz im Garten oder Wald (mit Genehmigung vom Förster!) zurückgreifen. Hinsichtlich der Biodiversität bietet es Raum für Insekten und Pilze und fügt sich in den natürlichen Kreislauf der Natur ein. Allerdings bedeutet das auch, dass aufgrund der natürlichen Verrottung und der kürzeren Lebensdauer das Holz mit Regelmäßigkeit ausgewechselt werden muss, mit einem Aufwand, der nicht immer unerheblich ist.
- Lackiertes Holz ist deutlich langlebiger, aber auch hier muss der wetterfeste Anstrich regelmäßig erneuert werden. Auch bei umweltfreundlicher Lackierung ist am Ende der Lebenszeit eine Entsorgung von einem zertifizierten Entsorgungsfachbetrieb notwendig. Eine Zweit- oder Weiternutzung ist hier oft nicht möglich.



Bild 4: Natürliches Holz

Stein

Stein ist ein natürlicher und robuster Werkstoff. Je nachdem welche Steine gewählt werden, ist eine individuelle Gestaltung möglich. Nachteil könnte sein, dass in den Zwischenräumen schnell Unkraut wächst, welches entfernt werden muss. Auch wohnen gerne in den Zwischenräumen Insekten und Kleintiere, was für den Anbau von Gemüse problematisch werden könnte. Ansonsten ist Stein ein langlebiger Werkstoff, der bei Nutzungsende meist problemlos anderweitig einsetzbar ist.



Bild 5: Hochbeete aus Stein

6. Quellen

Ameling, Dieter und Endemann, Gerhard (2008): Ressourceneffizienz: Gute Argumente für Stahl, *Stahl und Eisen*, 127(8), S. 1-9

BDI-/Deloitte: Zirkuläre Wirtschaft: Herausforderungen und Chancen für den Industriestandort Deutschland (2021)

Hiebel, Markus und Nühlen, Jochen (2016): Technische, ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Faktoren von Stahlschrott (Zukunft Stahlschrott), Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik. UMSICHT (Hrsg.) Onlinefassung der Kurzstudie im Auftrag der Bundesvereinigung Deutscher Stahlrecycling- und Entsorgungsunternehmen e.V. (BDSV), Oberhausen, November 2016

Neugebauer, Sabrina und Finkbeier, Matthias (2012): Ökobilanz nach ISO 14040/44 für das Multirecycling

Stubbe, Gerald et al. (2008): Schließung von Stoffkreisläufen beim Einsatz von verzinktem Schrott im Oxygenstahlwerk, *Stahl und Eisen*, 128(2), S. 55-60

Internetquellen:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Cortenstahl>

https://de.wikipedia.org/wiki/Eiserne_S%C3%A4ule

<https://www.finanzen.net/nachricht/rohstoffe/umweltschutz-wasserstoff-kann-laut-studie-umlaengen-klimaschaedlicher-sein-als-co2-11251376>

<https://homesteadandchill.com/materials-raised-garden-beds/>

<https://www.metallmichl.de>

<https://www.stahl-online.de/dossiers/wasserstoff-zentraler-baustein-auf-dem-weg-in-die-klimaneutrale-stahlproduktion/>

Diese Vergleichsstudie enthält ausschließlich generelle Informationen. Über die Richtigkeit oder Vollständigkeit der Informationen dieser Studie werden keine Aussagen, Garantien oder Zusicherungen gemacht. Die Autoren noch Upstream haften oder sind verantwortlich für Verluste oder Schäden jeglicher Art, die direkt oder indirekt im Zusammenhang mit Personen entstehen, die sich auf diese Veröffentlichung verlassen. Deswegen ist diese nicht geeignet, um geschäftliche oder finanzielle Entscheidungen zu treffen oder Handlungen vorzunehmen. Hierzu sollten noch weitere Informationen hinzugezogen werden oder ein Berater konsultiert werden.

Stand: April, 2022