

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>Vorwort</b>	<b>4</b>
<b>1. Epoche der Eisenerzverhüttung in Holzkohlehochöfen – ein Überblick</b>	<b>13 – 29</b>
» Zwei Aussagen vorweg	
» Dinge am Weg/Eisenhütten an Irlands Fluss Shannon	
» Wie stellt man es an, in der „Fremde“ frühe, historische Eisenhütten zu finden?	
» Von heute vor mehr als 3.000 Jahren beginnt die Eisenzeit in Mitteleuropa...	
» Vom Aufkommen der Holzkohlehochöfen	
» Das Besondere an der neuen Eisenerzverhüttung mit Holzkohlehochöfen	
» Die Entwicklung von Holzkohlehochöfen passt in die Zeit des 12. bis 13. Jahrhunderts	
» Für neue, richtungsweisende Technologien kann Folgendes gelten	
» Fassen wir gerafft zusammen, was im 15. und 16. Jahrhundert passiert	
» Die frühen Holzkohlehochöfen und Eisenhütten liegen abseits größerer Ansiedlungen	
» Holzkohlehochöfen im 16. und 17. Jahrhundert	
» Entwicklungen im 18. Jahrhundert	
» Bauweise	
» Hochöfen baut man vorzugsweise an Geländestufen	
» Die Hochofenreise	
» Voraussetzungen zum Bau von Hochöfen	
» Immens waren der Verbrauch an Holzkohle und der damit verbundene Waldeinschlag	
» Mit Holzkohlehochöfen öffnete sich der direkte Weg in die Industrialisierung	
» Die Eisenverhüttung in Holzkohlehochöfen lief über Jahrhunderte	
» Zu bewundern sind Wagemut, Fleiß, Ausdauer, Erfindergeist und das Experimentieren	
» Dies als grobe Zusammenfassung der Eisenerzverhüttung	
» Wenn sich heute alte, vergangene Techniken und Verfahren schwer erklären lassen	
» Eine Epoche verstehen	
<b>2. Archäologische Befunde</b>	<b>30 – 67</b>
» Mensch und Metall	
» Die meisten Metalle kommen unrein als Erze vor	
» Kupferzeit	
» Bronzezeit	
» Eisenzeit	
» Wie sieht ein Rennofen aus und wie wird er betrieben	
» Rennofen nachgebaut	
» Nachweise von Rennöfen im Sauerland, Siegerland und in der Eifel	
» Schauplatz Eifel	
» Cumbria im Nordwesten Großbritanniens	
» Rennöfen beim Zisterzienser Kloster Fontenay, unweit Montbard, Burgund Frankreich	
» Metallzeitlicher Überblick	
» Beschäftigung mit dem Ursprung der Holzkohlehochöfen	
» Datierung	
» Archäologische Sensation: Holzkohlehochofen von Lapphyttan	
» Blick für Gelände	
» Früher Hochofen, sogenannter Floßofen, im Märkischen Sauerland/NRW	

- » Für die Archäologen ergeben sich beim Forschen nach Floßöfen bzw. Holzkohlehochöfen mindestens folgende Befunde
- » Bemerkenswerter Entwicklungsschritt
- » Rennöfen zu heiß fahren, so etwas geht
- » Sich ergebende Fragestellungen
- » Eine Erklärung zum Aufkommen der Floßöfen
- » Einiges an archäologischen Erkenntnissen
- » Diorama auf der Burg/Rekonstruktion eines Floßofens aus dem 13. bis 14. Jahrhundert
- » Neu Lapphyttan als 1:1 Rekonstruktion eines frühen Holzkohlehochofens
- » Floßöfen waren im Wippertal vom 13. bis 16. Jahrhundert in Betrieb
- » Drainagegräben
- » Vorläufiges Resümee
- » Holzkohlehochöfen des 17. Bis 19. Jahrhunderts
- » Abbey Tintern Furnace
- » Stahlkuppeldach über Ausgrabung – St. Antony Hütte
- » Bestandsschutz für die Eisenhütte Abentheuer
- » Initiative Newland Furnace Trust
- » Man ist in der Sache weiter aktiv auf Newland

### 3. **Der Betrieb** 68 – 78

- » Der Rennofen
- » Der frühe Typ des Holzkohlehochofens wird auch als Floßofen bezeichnet
- » Zur Wirtschaftlichkeit des Holzkohlehochofens gegenüber dem Rennofen
- » Beschäftigung mit dem Aufkommen der Holzkohlehochöfen
- » Gut gewählt der Platz/Grande Forge de Buffon
- » Unternehmerische Ansprüche
- » Die Eisenhütte mit Holzkohlehochofen in der Planungsphase mit Überlegungen
- » Alle für die Umsetzung des Projektes wichtige Voraussetzungen
- » Zusammengefasst sind mit Planung, Bau und Betrieb einer Eisenhütte Aufgaben und Verantwortungen verbunden
- » Anmerkung zur Zeit des 18. Jahrhunderts
- » Der Beginn der Industrialisierung
- » Eisenverhüttung als Einstieg ins Industriezeitalter
- » Standortvoraussetzungen

### 4. **Erz und Bergbau** 79 – 97

- » Erzaufsuchen und Pingenwanderpfad Kall
- » Auf dem Pingenwanderpfad weiter
- » Bergrecht
- » Bergleute
- » Virmond zitiert eine Erwähnung des Dorfes Keldenich
- » Exkursion Erzgruben Erlebniswelt Burgberg
- » Exkursion Pershyttan
- » Exkursion Flogbergs Gruvar
- » Exkursion Wasseralfingen
- » Der Erzberg in der Steiermark
- » Raseneisenerz
- » Noch einmal Beck zu Raseneisenerzen
- » Die Stadt Friesoythe im Norddeutschen schreibt über sich
- » Oude Ijsselstreek
- » Lauchhammer
- » Seeerz

- » Allgemeines zu Eisenerz
- » Eisenerzsorten und ihre Benennungen

## 5. **Erztransport** 98 – 105

- » Erzstraße
- » Reglement für Fuhrleute / Erztransporte zur Königlichen Eisenhütte nach Sayn
- » Die Erztransporte mit Viehgespannen verliefen gefährvoll und zeitintensiv
- » Die Erztransportwege waren in teils schlechtem Zustand
- » Zahlenmäßig nahmen die Fuhrleute und Karrenknechte einen recht großen Umfang ein
- » Auf viele und weiter weg liegende Gruben zurückgreifen
- » Die vierrädrigen, zweiachsigen Pferdewagen
- » Packhorses und Treidelpferde
- » Übers Wasser fanden Erzlieferungen statt
- » Agricola zum Erztransport

## 6. **Erzaufbereitung** 106 – 113

- » Erzaufbereitung beim Betrieb von Rennöfen überschaubar/Rennofensymposium auf Grube Fortuna
- » Die Verfahrensschritte der Erzaufbereitung
- » Zum Scheiden
- » Zum Waschen
- » Zum Rösten
- » Das Pochen
- » Erze aufgeben
- » Zusammenfassend

## 7. **Brennstoff Holzkohle** 114 – 124

- » Die Verkohlung von Holz erfolgte in Erdgruben und Meilern
- » Die halbkugelförmigen Holzkohlenmeiler hatten 12 m bis 14 m Durchmesser
- » Die Herstellung von Holzkohle erfolgte in der Zeit von Ende April bis Anfang Dezember
- » Was die Verkohlung von Stammholz im Meiler betrifft
- » Auf dem Kermeter
- » Die Situation im Hunsrück
- » Strapazieren der Wälder
- » Holzeinkauf
- » Bringen wir Zahlen ins Spiel
- » Geschicklichkeit der Köhler
- » Unterkünfte der Waldarbeiter
- » Vielfältiger Holzverbrauch führte zu Waldschäden
- » Halten wir die folgenden Eckwerte, mit denen Eisenhütten kalkulieren konnten, fest
- » Führen wir zum vielfältigen, früheren Holzverbrauch bzw. zur Waldnutzung Folgendes auf
- » Ein Blick auf Großbritannien
- » Holzkohletransport
- » Chemische Kohle und Torf
- » Technische Daten
- » Kohlescheunen

## 8. **Kalk als Zuschlag** 125 – 128

- » Kalk in Hüttenrechnungen ausgewiesen
- » Kalk für die Luisenhütte
- » Bezug aus den nächstliegenden Kalksteinbrüchen

- » Kalk als Flussmittel
- » Vom Pochen des Kalksteins
- » Aufgeben von Kalk am Beispiel der Sayner Hütte

## 9. Die Wasserbautechnik 129 – 145

- » Die ersten Maschinen, die ohne Muskelkraft auskamen, waren Wasserkraftmaschinen
- » Vorliegende Erfahrungen in der Wasserbautechnik
- » Standortwahl an Fließgewässern
- » Wasserbauliche Erschließung des Hochofenstandortes
- » Die Art der Wasserräder
- » Wasserradteile von Chingley GB
- » Die Wasserräder zu bauen ist vergleichbar der Zimmermannsarbeit
- » Auf den Eishütten waren viele Wasserräder im Einsatz
- » Störungen im Wasserzufluss
- » Abgaben zur Wassernutzung
- » Streitigkeiten bei der Wassernutzung
- » Wasserressourcen sind begrenzt
- » Allmähliche Ablösung der Wasserkraftnutzung
- » Die Reste wasserbaulicher Anlagen
- » Rekonstruktion eines Wasserrades

## 10. Das Hochofengebläse 146 – 162

- » Blasebälge
- » Anordnung des Gebläses und seine Funktion
- » Von Balgmachern und Wartungsarbeiten
- » Die Bälge mussten zuverlässig arbeiten
- » Vollhölzerne Bälge
- » Mechanik und Gebläse in der Gießhalle
- » Kastenengebläse
- » Kastenengebläse auf der Wendener Hütte
- » Zylinderengebläse
- » Zylinderengebläse im Siegerlandmuseum
- » Ein Augenzeuge berichtet über die Wirkungsweise des Zylinderengebläses der Sayner Hütte
- » Beispielhafte Gebläsetechnik auf der Wocklumer Luisenhütte
- » Winddüsen und Formen

## 11. Der Hochofenschacht 163 – 186

- » Die Schächte der frühen Hochofen: ihre Bauweise, Baustoffe und Abmaße
- » Stück- und Blauöfen in Unterscheidung zum Floß- bzw. Hochofen
- » Hochofentechnologie in zeitlich und regional unterschiedlicher Ausbreitung
- » Abbildungen früher Hochofen
- » Schachtumgestaltung
- » Anatomie des Hochofenschachtes
- » Kernschacht und Gestell aus feuerfesten Steinen
- » Das Erstellen des Hochofenschachtes
- » Anfälliger Hochofen/Den Hochofen an- und ausblasen
- » Eishütten in kompaktem, regional unterschiedlichem Aussehen
- » Frühe Feldforschung/Hochofenschächte des 19. Jahrhunderts und ihre Abmaße
- » Abmessungen des Holzkohlehochofens der Eishütte Abentheuer
- » Abmessungen des Holzkohlehochofens der Sayner Hütte

- » Dynamische Entwicklungen/Durchführen der Verhüttungsprozesse/Einsatz von Winderhitzern
- » Relikte von Holzkohlehochöfen des 20. Jahrhunderts/Högfors bruk
- » Die Vorgänge der Eisenverhüttung im Hochofenschacht
- » Die technischen Daten des Roheisens
- » Erzeugnisse des Hochofens

## 12. Die Leute am Hochofen

187 – 196

- » Hochofenbetrieb neben Landwirtschaft und Handwerk
- » Flatenbergs Hytta
- » Beispiele gemeinschaftlichen Betreibens von Hochöfen
- » Differenzierte Tätigkeiten
- » Verwegene Leute
- » Leute aus der Gegend und von weiter weg
- » Der Hüttenmeister
- » Aufgeber, Schmelzer und Tagelöhner
- » Der Platzknecht
- » Unterstützende Arbeitsleute
- » „Eine böse Abeit“ – das Vorfrischen in der Eifel
- » Das Sandbett herrichten und Kuchen, Platz, Masseln und Göss gießen
- » Reinigen des Herdes
- » Die Brot- und Mahlzeit
- » Gewohnheiten
- » Entlohnung
- » Alles unter einem Dach
- » Abseits gewachsener Ortschaften/die Hütte vom Reißbrett
- » Privilegien von Hüttenleuten
- » Emissionen
- » Szenen am Hüttenwerk
- » Frauen, Mädchen und Mäde beim Hüttenwerk

## 13. Die Betreiber der Holzkohlehochöfen

197 – 254

- » Vermehrter Eisenbedarf – eine unternehmerische Herausforderung
- » Vier Typen von Unternehmern
- » In der Eisenerzverhüttung unternehmerisch auftretende Bauern, Beständergemeinschaften und Familien
- » Bauern – Mining Farmers
- » Beständer
- » Familien in der Eisenerzverhüttung
- » Die Eisenschmidt
- » Die Gottbill
- » Die Rolle von Frauen und die Geschichte der Catharina Loth
- » Die Stumm
- » Die Buderus und einige ihrer Hütten
- » Rechtliche Sonderstellung der Unternehmer
- » In der Eisenerzverhüttung unternehmerisch auftretende Bürger
- » Die Mariottes
- » Anmerkung zu Faktoren
- » Die Nievener Hütte
- » Die Hüttenleute Remy
- » Die Wendener Hütte unter Remy
- » Remy und die Eisenhütte Rasselstein

- » In der Eisenerzverhüttung unternehmerisch auftretend: der Klerus
- » Im Montanwesen aktiv: die Zisterzienser
- » Hochofen in der ehemaligen Klosterkirche der Zisterze Bredelar
- » Auflistung von Zisterzienser Klöstern mit Aktivitäten im Montanwesen
- » In der Eisenerzverhüttung tätig – die Benediktiner und das Hüttenwerk Weilerbach
- » In der Eisenerzverhüttung tätig – die Prämonstratenser und Kloster Steinfeld
- » Adelige als Hochofenbetreiber
- » Freifrau von Löwendal gründet eine Eisenhütte
- » Die Grafen von Einsiedel auf der Eisenhütte
- » Kurfürst Clemens Wenzeslaus gründet die Sayner Hütte

#### **14. Produkte und Absatz der Eisenhütten** 255 – 274

- » Roheisen als Produkt des Hochofens
- » Roheisensorten
- » Stahlknüppel, Stabstahl, Halbzeuge
- » Eisengussware
- » Stahlprodukte und Eisenguss aus einer Hand
- » Die Abnehmer
- » Hüttenstandort Eisenschmitt in der Eifel und Absatzgebiete
- » Eisenhütten im Ahrtal und Absatzgebiete
- » Kriegswirren setzen der Produktion zu
- » Rüstungsware half mit, Absatzgebiete zu erschließen
- » Aufwendige Transporte in die Absatzgebiete
- » Die Hunsrückhütten, Rüstungsware und Absatzgebiete
- » Die Schleidener Hütten der Eifel
- » Zusammenfassung und Anmerkung zu: Produkte und Absatz

#### **15. Hammerhütte, Hammerwerk und Stahlfrischen** 275 – 396

- » Bauliche Anordnung
- » Die Frühschmiede
- » Das Frischen und die Arbeiten in der Frühschmiede
- » Die Hammerknechte
- » In der Hammerschmiede
- » Die harte Arbeit der Hammerschmiede
- » Der Oelchenshammer im Bergischen Land
- » Der Aufwerfhammer: eine imposante Arbeitsmaschine
- » Der Halbachhammer in Essen
- » Der Prozess des Frischens am Halbachhammer
- » Henry Cort revolutioniert den Prozess des Frischens: das Puddeln
- » Die Arbeit des Puddlers
- » Die Bauweise der Puddelöfen
- » Wer ist Henry Cort?
- » Das Puddeln kam zur richtigen Zeit
- » Das Puddelfrischen setzte sich durch
- » Ergänzende Daten zum Frischen

#### **16. Energiewende und Ablösung der Holzkohlehochöfen** 297 – 306

- » Holzkohle: tausende Jahre von Bedeutung
- » Waldschäden durch Eisenhütten
- » Auch andere Nutzer und Gewerke strapazierten den Wald

- » Der Herzog bringt Kohle ins Spiel – erste Versuche mit Koks
- » Kriegswirren stoppten Entwicklungen
- » Die Holzmengen für den Hochofenbetrieb
- » Dud Dudley bringt Koks in die Eisenverhüttung
- » Randnotiz: Die Wälder im 18. Jahrhundert
- » Die Eisenhüttenleute Darby
- » Erste Kokshochöfen auf dem Kontinent
- » Bienenkorböfen
- » Schwefelgestank
- » Eine Epoche erlischt

## 17. **Lost places: Vom Aufsuchen alter Eisenhütten** 307 – 388

- » Wo genau sind nun die Reste historischer Eisenhütten und Hammerwerke aufzufinden
- » Backbarrow Furnace
- » Versteckt im Wald: Duddon Furnace
- » Dyfi Furnace in Wales
- » Die Eisenhütte „Forge du Champ-de-la-Pierre“ in der Normandie
- » Die Eisenhütte „Les Forges des Salles“
- » Les Forges de Paimpont in der Bretagne
- » Der Hochofen von le Chateau de Lanouée
- » Die Hochöfen von Marcenay, Ampilly-le-Sec und St. Colombe-sur-Seine
- » Die vergessenen Martins
- » Eisengeschichte in Schwedens Wäldern – Ekomuseum Bergslagen
- » Der Hochofen von Pershyttan
- » Fagersta und der zum Welterbe zählende Hochofen von Engelsbergs bruk
- » Landforsens hytta
- » Klenshyttan
- » Schmalkalden in Thüringen und die Neue Hütte
- » Formsandvorkommen und die Gräfenbacher Hütte
- » Radwerk IV – Hochofenmuseum im österreichischen Vordernberg
- » Die Fürst Stolberg Hütte
- » Die Königshütte in Bad Lauterberg
- » Die Oberpfalz: bedeutendes europäisches Eisenrevier des Mittelalters
- » Eisenproduktion in den Voralpen – eine Salzburger Eisengewerkschaft im Berchtesgadener Land: Achthal, Röhrenbach und Hammerau 1537 – 1919
- » Gienanth und die Werke im Karlstal, Pfälzer Wald
- » Lokale Vernetzung
- » Schlusswort

## **Zeittafel zur Eisenerzverhüttung und Zusammenhänge** 389 – 393