

Haiger, January 2021.

## 技术巨头：尼德芬诺船舶提升装置

作为德国政府2000年启动的 „反拥堵计划 „的一部分，正在联邦德国勃兰登堡州的尼德芬诺建造一座新的船舶提升装置。预计2021年完工后，它将取代1934年建造的仍在运行的最古老的提升装置，因为它的能力不足以满足目前和未来的货运需求。

### 注(参考资料)

本文沿用了作者Bärbel Rechenbach在《BauPortal 4/20》杂志上的同名文章，第50-53页。视觉材料由：Alexander和Bärbel Rechenbach/WNA提供。感谢作者和BG BAU – Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft或BauPortal允许我们在网站上转

两座巨大的升船机一前一后坐落在一条运河上，无疑是国际上独一无二的。它们是技术和建筑上的杰作，耸立在Schorfheide-Chorin生物圈保护区的美丽风景之上。从高高的观光平台上俯瞰周围的景色是无与伦比的。邻近建筑的近景也是如此。



### 新旧对比

两台升船机的运行方式是一样的：通过悬挂的钢槽，将船舶在奥德河与哈维尔运河之间36米的距离内提升或降低。就像一个提升机一样。自1934年以来，52米高的历史性提升系统一直在运行，并由200多万个铆钉牢固地固定在一起。

新的升船机高54.55米，为现代铁混凝土框架结构。该提升机历经12年的酝酿，目前已进入试运行阶段。

在尼德芬诺建造最新一代的垂直提升系统有很多原因。其中一个原因是，预计货运量每年将增加440万吨。

另一个原因是，现在的船舶长度达110米，无法适应旧提升系统85米长的所谓瓶颈，因此无法充分发挥其装载能力。因此，目前采用的是先推驳列车后吊装的方式。如今的集装箱运输也需要5.25米的净空才能经济运行。

这也是不可能的。老式提升系统的维修和保养费用越来越高，因为必须专门制造合适的驱动和安全

设备的替换部件，以适应受传统保护的结构。

## 规划和前期工作

最初的挖掘工作开展于2019年，由Implenia Konstruktion GmbH、Niederlassung Nordost（提供技术管理）、DSD Brückenbau GmbH（提供商业管理）、Johann Bunte Baunternehmung GmbH & Co. KG和西马格特宝集团联合指导。

与此同时，开始了恢复土地的工作，从保护红蚂蚁、欧洲水獭和海狸开始，到恢复林地。在扩建外港的过程中，挖出了10万立方米泥炭土，并将大部分泥炭土纳入到关闭的闸梯下港中。

这样一来，受保护的泥炭沼泽土壤就在一个人工创造的沼泽地得到了保护。



在历史悠久的升船机旁建造基坑。  
(© WNA)



Last exterior works around the new building (© Alexander Rechenbach)



Assembly of reinforced concrete structures



Installation of an element of the rope pulley hall (both © WNA)

## 工程设计原理

钢和实心混凝土的复杂混合设计是基于垂直提升系统的成熟原理，具有配重平衡和槽体安全。四台发动机各产生218马力，提供克服摩擦、启动阻力、质量惯性矩和水位差所需的动力。槽壁基座、四根支柱和成对排列的十二根缆索滑轮支撑支柱等所有承压部件均由混凝土制成。与钢制的架空电缆滑轮支架形成刚性结构，保证了整个电梯系统的稳定性。

弯曲应力槽也是钢制的。施工基坑(6100 m<sup>2</sup>，周长395 m)内侧为士兵桩墙。1.20米厚的水下混凝土基础装入其中，没有加固。同样每隔3.20米安装1340根拉杆。

安装在上面的白色槽盆底座长2.40米，其侧壁厚1.50米(上端)至3.00米(下端)。悬挂在结构中心点的是一个装满水的水槽，固定在224根6厘米厚的钢缆上。

该项目还包括一座65.5米长的带桥墩的运河桥、一座作为安全门的提升门和一座作为上层船闸闸门的旋转门。同时还包括一个从哈维尔-奥德水道的顶层船磅处分支出来的440米长的上层外港，以及一个北侧440米长的堤岸和360米长的南岸的下层外港。

槽本身长125.50米，驱动装置区域宽27.90米，大约与奥林匹克游泳池一样宽，长度是其两倍多。槽的可用宽度为12.50米，可供航运使用。海平面以上6.40米的柱子立在槽盆上，因此构成了下层外墙区域盆地的一部分。这些柱子延伸到场地下方11米，上方52.30米。

柱子的截面是由其内部的槽式传动室和楼梯、通道以及14层维修工作用的吊车的尺寸决定的。

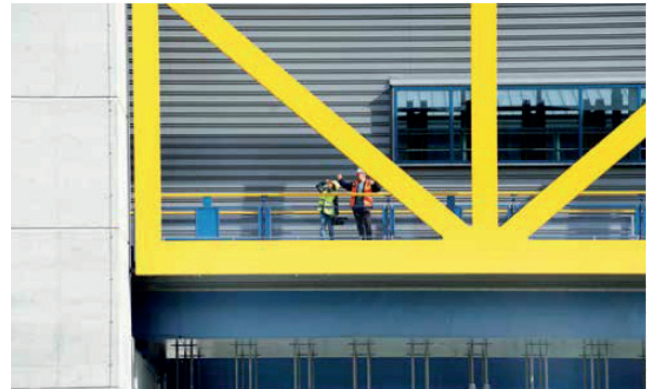


View into the axis of the ship lift (© WNA)

一个特殊的技术特点是槽式安全设备。四个10吨的转杆锁在四根柱子的整个高度的内螺纹分割柱(螺纹钳口)内无接触地移动。这确保了水槽即使在失控的情况下也能保持在原位。

由于采用了可编程逻辑控制器(PLC)和传感器，从现在开始，新的船舶提升机可以在自动模式下运行。

结构工程师克劳斯-温特说：“实现建筑理念，同时将水道工程的坚固性与精巧的机械工程结合起来，是一项相当艰巨的工作”。所有的工作阶段都必须被安排为一个完整的系统，以确保符合机械指令2006/42/EG（CE认证）。因此，重要的是要考虑到柱子后来承受的荷载和温度波动所引起的变形，并确保遵守极端的精确性。通过攀爬法竖立的支柱，在外部温度为10°C时，其顶部的最大位置差仅为±20毫米。



在50米观光平台处, 图片提供: Alexander Rechenbach

混凝土浇筑必须根据全天的温度进行极其精确的调整，以便确定合适的时间点，因为精确的模板取决于此。有时，在同一时间，施工现场有多达300人在工作。因此，准确地安排施工程序的时间，并在钢筋工和混凝土浇筑工之间建立一种默契是非常重要的。

克劳斯-温特说：“钢铁市场时常发生变化，价格上涨。结构上的调整是不可避免的。例如，内螺纹爪柱（安全系统）最初的目的是通过单个构件的连接系统固定在框架龕中。现在我们所拥有的结构是每隔4米就必须将其点状固定在混凝土构件上。为此，螺纹爪元件的两半螺纹必须在底座上精确地对准，高度差为0.2毫米。

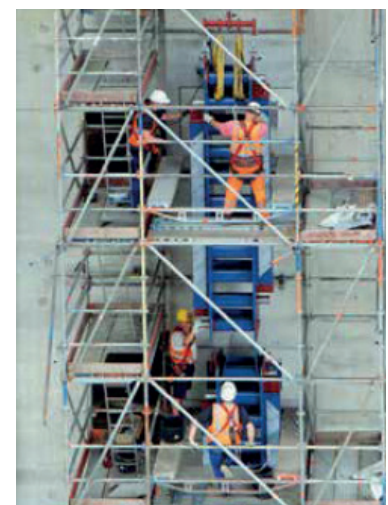
这种对精度的要求贯穿于整个建造过程，直到生产220个43.5吨的配重。这些产品的生产与计划要求的质量偏差不到1%。

## 零事故施工现场

由于施工工作是按部就班地进行的，因此每个人都非常小心，以确保工作安全和无事故地进行。克劳斯-温特说：为了能够有效地工作，不同的工种经常要相互配合。沟通就是一切，例如电缆的安装，它从近40米的高空敷设，需要多方配合。

装配人员在电缆滑轮上、电缆连接的两个点和电缆缠绕的点同时工作。在与起重机和绞车操作人员的协调下。之所以能成功，是因为大家都遵守相关规定。对每一项任务都有一个安全时间表，其中规定每周谁在什么地方、什么时间和在同一时间工作，谁可以在哪里停留，谁不可以。

为此，客户、承包商、健康和协调员 (SiGeKo)、行业协会和国



Assembly of the drive rack ladder  
(© WNA)

i

**建筑项目：**  
新结构的尼德芬诺船舶提升装置

**客户：**  
德意志联邦共和国水道和航运总局  
德意志联邦共和国水道和航运总局  
柏林新航道建设办公室

**承包商：**  
ARGE “Neues Schiffshebewerk Niederfinow Nord” with  
Implenia Construction GmbH  
DSD Bridge Construction GmbH  
Johann Bunte Construction Company GmbH & Co. KG  
西马格特宝集团

**结构检查：**  
KREBS+KIEFER



配重的视图  
图片提供：Alexander Rechenbach

家职业健康和安全办公室每月举行一次会议，以更新与个别建筑工程的潜在危险相关的安全概念。

因此，除其他事项外，还在桥梁结构下进行了额外的木板安装，同样也安装了保护性金属护栏。靠近结构旁边的人行道被封闭。无论多小的脚手架都用楼梯固定。结果是不言而喻的：在整个施工过程中，没有发生任何值得一提的伤害。

## 前景

升船机的建设现已接近尾声。毫无疑问，这是所有参与者的杰出成就，与现有的历史性升船机一起，将成为该地区吸引游客的又一景点。

首批升船机已通过测试。该系统将在明年投入使用。

它很可能是德国最后一个这种规模的项目。出于这个原因，不仅是客户希望更多的使用水路，使其达到满负荷，并希望柏林和什切青之间的航运交通繁忙。因为不幸的是，尽管有所有的预测和反拥堵方案，尽管公路和高速公路上的货车危机，但2020年的公路劝说团，也在进一步加强努力。对于克劳斯-温特来说，这也是可笑的。他希望看到新的船舶升降机的运行情况。

## 新旧船舶提升装置的比较

	新船舶提升装置 施工时间：2009 完成时间：2021	旧船舶提升装置 施工时间：1927 完成时间：1934
高度（离地）	54,55 m	52,00 m
长度	133,00 m	94,00 m
宽度	46,40 m	27,00 m
深度（槽盆）	11,00 m	8,00 m
电缆	224	256
建筑材料（包括运河桥）：钢材 （新：钢筋）混凝土和含铁混凝土	8.900 t 65.000 m <sup>3</sup>	18.000 t 72.000 m <sup>3</sup>
槽体可用尺寸		
长度	115,00 m	83,50 m
宽度	12,50 m	11,50 m
适用船舶宽度	11,45 m	9,50 m
净空	5,25 m	4,40 m
水深	4,00 m	2,50 m
船舶最大吃水	2,80 m	2,00 m
槽的重量/带水	2.785 t / 9.800 t	1,600 t / 4.290 t
提升高度	36 m	36 m
提升时间	3 min	5 min
提升速度	25 cm/s	12 cm/s
锁定运行时间 $\phi$	16,50 min	20 min
运河桥		
长度	65,50 m	157,00 m
宽度	21,70 m	28,00 m
深度	4,00 m	3,90 m



在2020年9月，旧结构与新结构并列。两座升船机将共同运行约五年。

图片由Bärbel Rechenbach提供。

## 公司

西马格特宝集团是世界领先的提升系统技术供应商。

集团提供以知识为本的服务，为六项工业应用提供独立的机器或设备：为原料提取以及污染原材料储存的竖井提升技术，重载提升或运输，地下矿山通风或降温，包括原材料处理技术的散装物料水平提取技术，以及在提升、通风、降温方面能源有效利用的技术。

西马格特宝集团的技术活动主要集中在原材料竖井和斜井提升系统的开发、设计、制造、调试和技术服务。西马格特宝集团在机械、液压、驱动和自动化技术方面拥有卓越的工程技术专长。全球独一无二的项目业绩证明了西马格特宝集团的整体系统专业知识和领先地位。

这一专业技术诞生于1871年在锡根地区成立的一个锻造厂，生产用于当地采矿和钢铁行业的设备。

在2007年的管理层收购之后，迄今为止一直担任CEO和控股股东的Jürgen Peschke创立了西马格特宝。

西马格特宝集团在各大洲至少有一个子公司，并与世界各地的合作伙伴一起合作。除了总部与组装工厂在法兰克福美茵北部的海格尔，其他位于拉格比/英国、卡托维兹/波兰和莫斯科/俄罗斯，以及在天津/中国、悉尼和东梅菲尔德/澳大利亚、约翰内斯堡/南非，密尔沃基和丹佛/美国等地都有自己的组装厂。集团在全球约有400名员工，年营业额约为1.2亿欧元(截至2019年12月)。

## 联系方式

西马格特宝德国有限公司  
海格尔卡尔特爱诗环路28号特宝园区  
电话: +49 2773 9161-0  
传真: +49 2773 9161-300  
邮箱: [info@siemag-tecberg.com](mailto:info@siemag-tecberg.com)