



W400



ボーラーの熱間金型用鋼

W400 VMR

HOT WORK TOOL STEEL

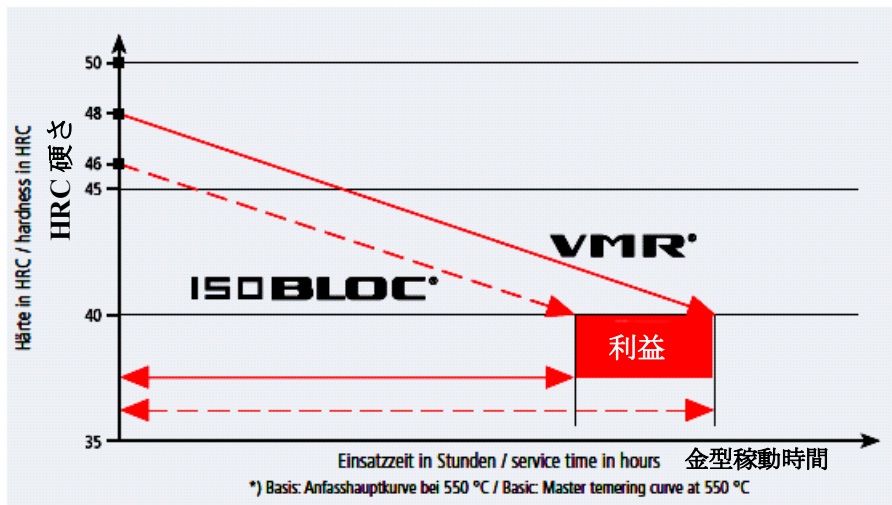
BÖHLER W400 VMR®

製品コスト削減のために最も重要なことは、金型寿命を長くすることと金型維持費の低減です。高い清浄度と均質性を持った材料を金型に採用することは、ヒートチェックの発生を著しく遅らせることが可能で、金型の寿命向上や金型維持費の低減を共に達成することができます。

また、金型の使用時の硬さを高めることにより金型寿命を高めることができます。

このような特徴をもった工具鋼を採用することは、金型の寿命の向上の他に下記の利点があります。

- 金型製作数の削減
- 金型交換回数の削減
- 修理補修の低減
- 金型使用時間の向上



BOHLER熱間工具鋼の特性比較

Qualitative comparison

BOHLER 製品名 BOHLER grade	熱間強度 High temp. strength	高温靱性 High temp. toughness	熱間摩耗 High temp. wear resistance	加工性・被削性 Machinability
BÖHLER W100	■	■	■	■
BÖHLER W300	■	■	■	■
BÖHLER W302	■	■	■	■
BÖHLER W303	■	■	■	■
BÖHLER W320	■	■	■	■
BÖHLER W321	■	■	■	■
BÖHLER W400 VMR	■	■	■	■
BÖHLER W403 VMR	■	■	■	■
BÖHLER W500	■	■	■	■
BÖHLER W705	■	■	■	■

W400の特徴

BOHLERの新開発工具鋼 W400 VMRの特性は成分調整ばかりではなく、次のようなBOHLERの最新の製造工程によって生み出されます。

- ・ 厳選された清浄度の高い原材料
- ・ 真空再溶解工程
- ・ 均一な組織を達成するソーキング処理
- ・ 良好な焼きなまし組織を得るための特別熱処理

BOHLERの品質スタンダード

	ISODISC®	ISOBLOC®	VMR®
製鋼工程	ELBO + VD EAF + VD	ELBO + VD EAF + VD	ELBO + VD EAF + VD
再溶解	-	ESU / ESR	VLBO / VAR
特殊組織調整	ja / yes	ja / yes	ja / yes
特殊熱処理	ja / yes	ja / yes	ja / yes

BOHLERの最適な成分調整と最新の製造工程により、**W403 VMR**は下記のようなさまざまなメリットをお客様に提供することができるようになりました。

- ・ 偏析を極度に抑えたマクロ組織とマイクロ組織
- ・ 最小限度まで低下させたガス含有量
- ・ 最小限度まで低減させた不純物成分
- ・ 優れた組織均一性と方向性
- ・ 最高の清浄度
- ・ ベストな強靭性
- ・ ベストな鏡面性
- ・ 最小限の熱変形
- ・ 良好な加工性・被削性
- ・ 金型寿命を向上させる高い使用硬さ（熱間耐摩耗性—小 熱間強度—大）

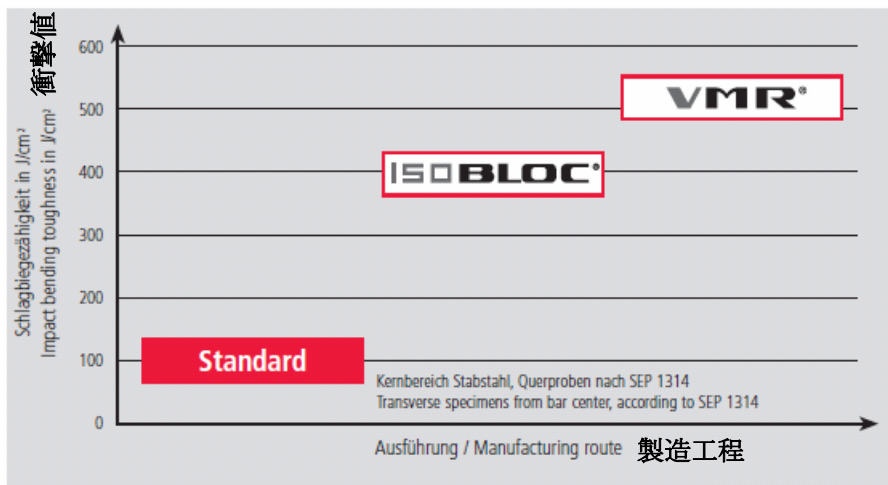
使用例

強い負荷のかかる熱間工具、金型。主として軽合金加工のためのマンドレル、金型。金属パイプおよびロッド押し出し用コンテナ。熱間押し出し金型。中空品、スクリュー、リベット、ボルト、ナット製造用金型類。ダイカスト金型および工具、熱間および温間鍛造金型、中子、熱間シャープブレード、プラスチック金型

製造工程の違い熱間工具鋼を比較する

BOHLERの2つのクオリティスタンダード材であるISOBLOC（アイソブロック）、そしてVMRで製造された材料はすぐれた組織の均一性と高い等方向性を持っています。また、その高い清浄度は素材における最高の靱性をひきだします。素材靱性を評価するのに最良の方法は衝撃試験です。下記の図にその結果を示します。

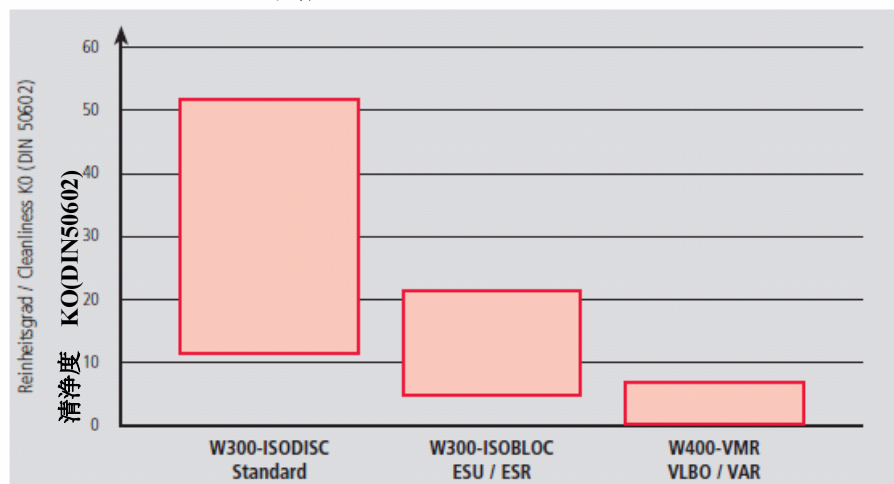
断面 7 X 10 X 55mmのノッチ無し試験片を 4 5 ± 2 HRCの硬さに調質して、STAHL-EISEN-PRUBLAT 1314規格にしたがい試験を実施いたしました。BOHLERのW400 VMRは810 X 365 X 3000mmの素材または710 X 450 X 3000mmの素材のどの方向で採取した試験片からも良好の衝撃値を示しました。



下記の図は材料の清浄度を示しています。異なった3つの工程で製造された素材（スタンダードのW300,W400)を比較しております。BOHLERのW400 VMRは、通常であれば宇宙航空産業向けにしか要求されない高いレベルを達成しております。独規格DIN 50602/KOの10または5といった値はそれぞれISOBLOC（アイソブロック）とISODISK（アイソディスク）でも達成されています。しかしBOHLER W400 VMRについては、比較値のKO値5はバラツキの最大レベルであります。

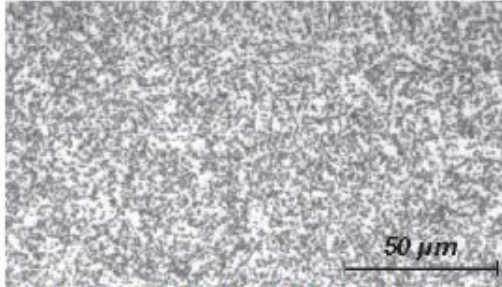
マイクロクリーンとマイクロ組織

Micro-cleanliness and Microstructure

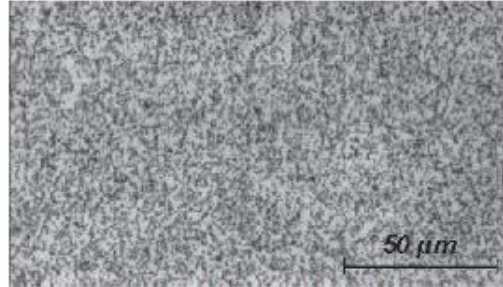


BOHLER W400 VMR®

BOHLERのVAR (Vacuum Arc Re-melting) プロセスにより均一なマイクロ組織の製造が可能となりました。組織写真を下記に示します。



標準工程（アーク式電気炉 再溶解なし ISODISCで製造された素材のマイクロ組織写真(焼きなまし状態)



VMR工程（VAR+再溶解）で製造された素材のマイクロ組織写真(焼きなまし状態)

マイクロ組織とマイクロ偏析の評価はSTAHL-EISEN-PRUBLAT 1614 (1996年 9月版) または NADCA (NORTH AMERICAN DIE CASTING ASSOCIATION) の基準にしたがって行いました。**BOHLERのW400 VMR**のマイクロ組織は限度見本写真GA1からGA 5、GB 1 からGB 4に該当し、**BOHLER W400 VMR**のマイクロ偏析については、最上級グレード (プレミアムグレード) のSA1、SA 2、SA 3に該当します。

1. 標準納入状態： 焼きなまし
2. 標準納入硬度：MAX 205 HB
3. 熱処理

①焼きなまし (Annealing)

800~850℃に加熱後、1時間あたり10℃~20℃の割合で600℃まで炉内にて徐冷。その後、放冷。

②応力除去焼きなまし (STRESS RELIEVING)

機械加工または複雑形状の加工により生じた加工応力を除去するため600~650℃まで加熱後、1~2時間不活性雰囲気中でソーキング後、炉内において徐冷する。

③焼入れ

980~990℃まで加熱後、15~30分保持、その後油冷、ソルトバス (500~550℃) または真空炉内ガス焼入れ。

< 焼入れにより得られる硬さ >

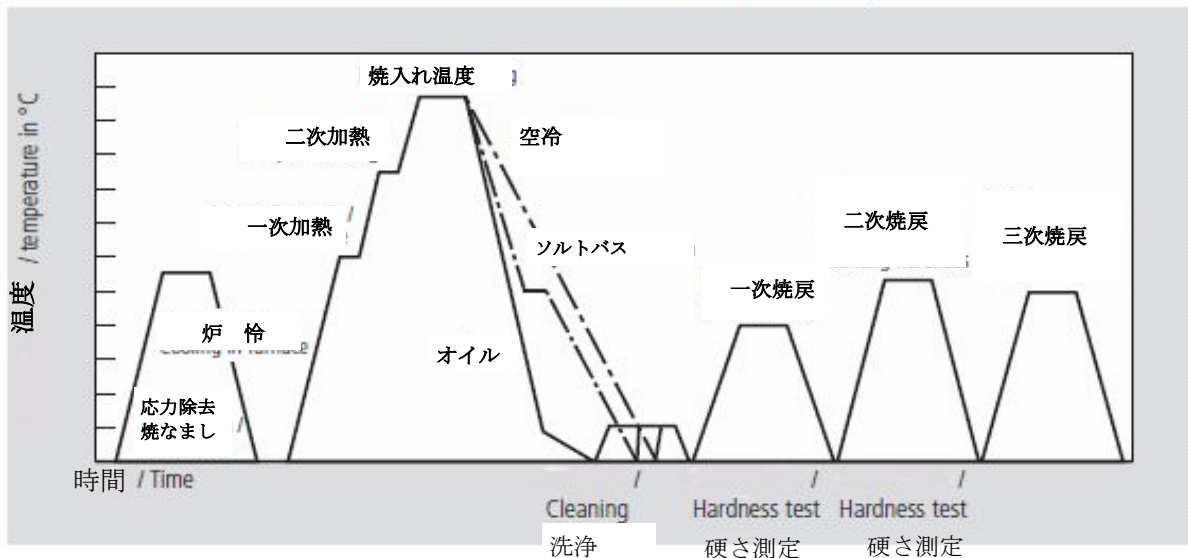
油焼入れ または ソルトバス焼入れ	52~54 HRC
空気焼入れ	50~53 HRC

結晶粒の粗大化を防ぐために、焼入れは推奨焼入れ温度の980~990℃の範囲内で必ず実施する様にして下さい。

BOHLER W400 VMRは優れた靱性を有しているため、金型のヒートチェックを遅らせることを目的として、実際の使用硬度をHRCレベルで1から2まで上げることは可能です。

W400の熱処理温度曲線

Heat treatment sequence

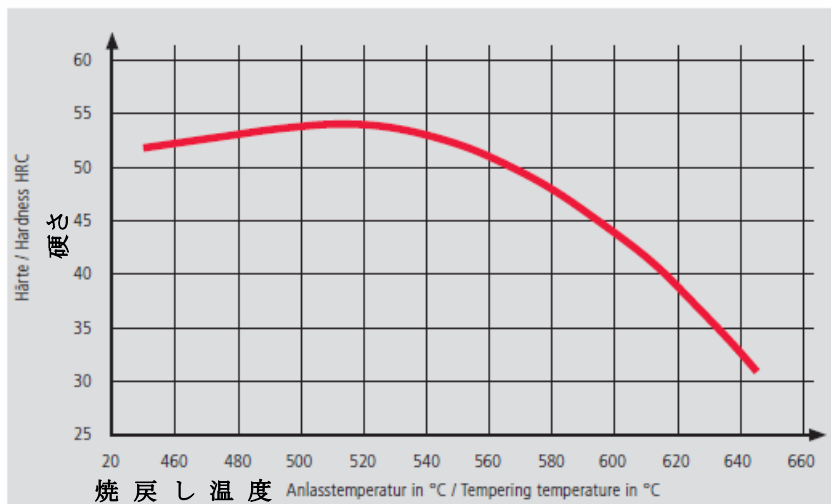


④焼戻し処理

焼入後、すぐに焼戻し温度までゆっくりと加熱。対象製品の厚み20mm当り1時間保持。ただし、最低2時間以上保持後、空冷。最低でも2回以上の焼戻しを推奨。3回目に応力除去を目的とした焼戻しをおこなうことも有効です。

- 1回目 2回目で得る硬さに対応した焼戻し温度+30℃の温度域で焼戻しを行う。
- 2回目 実際の使用硬さに対応した温度で焼戻しを実施します。下記の焼戻し硬さ曲線は平均硬さを示しています。
- 3回目 それまでで一番高い温度の焼戻し温度より30℃から50℃低い温度で応力除去を行う。

Anlassschaubild 焼戻し曲線 Tempering chart



焼入れ温度 : 990℃
試験片サイズ : 20ミリ角

4. 表面処理

窒化処理 W400VMRは塩浴窒化、ガス窒化、プラズマ窒化に適しています。

5. 溶接補修

一般的に工具鋼の場合、溶接補修後にはクラックが発生することがあります。もし、溶接補修をどうしてもしなければならぬ時は、しかるべき溶接棒メーカーかボーラー営業マンにお問い合わせ下さい。

BÖHLER W400 VMR®

6. W400の化学成分 (重量%)

化学成分			/ Chemical composition (average %)		
C	Si	Mn	Cr	Mo	V
0,36	0,20	0,25	5,00	1,30	0,45

7. W400のCCT曲線

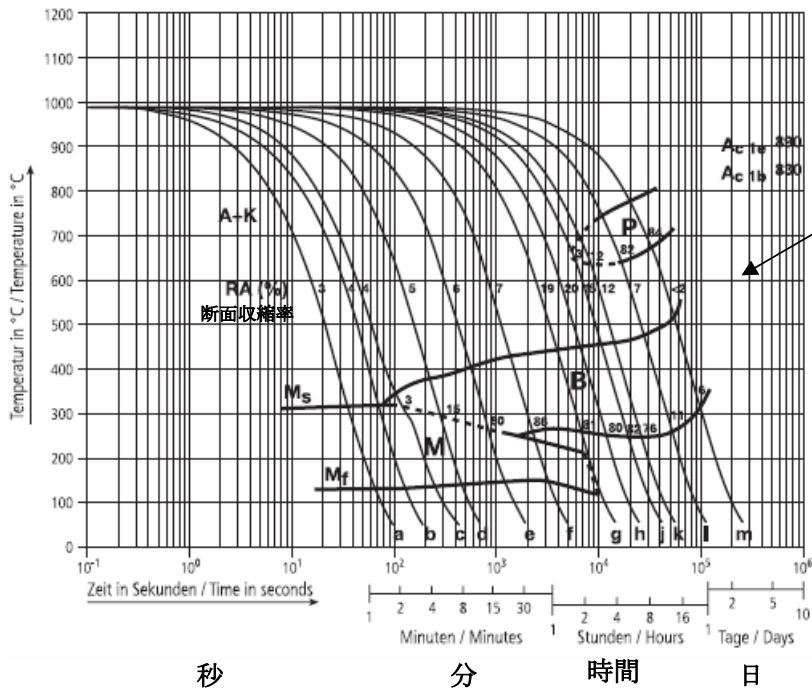
647 226 Härte in HV
 0,15 400 Abkühlungsparameter,
 d. h. Abkühlungsdauer von
 800 – 500 °C in $s \times 10^{-2}$

オーステナイト化温度 ≈ 990 °C
 Holding time: 15 minutes

647 226 Vickers hardness ピッカース硬さ
 0.15 400 Cooling parameter, i.e. 冷却係数
 duration of cooling from 保持時間
 800 – 500 °C in $s \times 10^{-2}$

800°C – 500°Cまでの冷却
 相比率

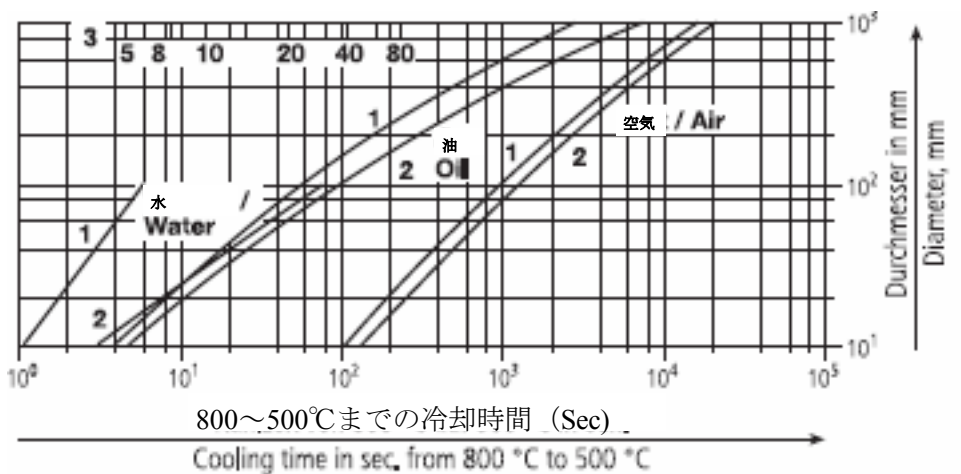
Probe / Sample	λ	HV ₁₀
a	0,15	647
b	0,31	619
c	0,40	590
d	1,1	595
e	3	582
f	8	546
g	23	478
h	40	462
j	65	462
k	90	454
l	180	434
m	400	226



相比率

8. W400の焼入れ冷却曲線

- A..... Austenit / Austenite
 - B..... Bainit / Bainite
 - K..... Karbid / Carbide
 - P..... Perlit / Perlite
 - M..... Martensit / Martensite
 - RA..... Restaustenit / Retained austenite
- 1..... Werkstückrand / エッジ又は表面
 - 2..... Werkstückzentrum / 中心
 - 3..... ジョミニー焼入端試験



推奨加工条件

Recommendations for machining

切削方法 Type of machining ¹⁾		工具材質 Tool material ¹⁾	切削速度 Cutting speed	送り Feed	切削深さ Depth of cut	冷却液・潤滑油 Working with
切削加工 Turning	予備加工 Pre-roughing	P35 ¹⁾	80 m/min	1,0 mm/U / mm/rev.	14 mm	Kühlschmiermittel coolant / lubrication
	粗加工 Roughing	P25 ¹⁾	120 m/min	0,8 mm/U / mm/rev.	8 mm	Kühlschmiermittel coolant / lubrication
	粗加工 Roughing	P15 ¹⁾	180 m/min	0,3 mm/U / mm/rev.	2 mm	Kühlschmiermittel coolant / lubrication
フライス加工 Milling	粗加工 Roughing	P25 ¹⁾	120 m/min	0,15 Zahn / tooth	5 mm	Trocken / Druckluft dry / compressed air
	仕上加工 Finishing	P25 ¹⁾	140 m/min	0,10 mm Zahn / tooth	1 mm	Trocken / Druckluft dry / compressed air
		HSS	18 m/min	0,16 mm Zahn / tooth	nach Werkzeug depending on tool	Kühlschmiermittel coolant / lubrication
ドリル加工 Bohren Drilling	D = 40 – 80 mm	P25 ¹⁾	100 m/min	0,17 mm/U / mm/rev.	–	Kühlschmiermittel coolant / lubrication
	D = 20 – 40 mm	P25 ¹⁾	100 m/min	0,12 mm/U / mm/rev.	–	Kühlschmiermittel coolant / lubrication
	D = 0 – 20 mm	K20	70 m/min	0,10 mm/U / mm/rev.	–	Kühlschmiermittel coolant / lubrication

多層コーティング工具

焼きなまし材

High Speed Cutting ^{**)}	Tool	Cutting speed	Feed	Depth of cut	Lubricant
粗加工 Roughing	インサートカッター Milling cutter with indexable inserts d15 r3,5	330 m/min	0,2 mm Zahn / tooth	0,4 mm	Trocken dry
中加工 Pre-finishing	超硬カッター Solid carbide milling cutter (TiAlN) d8	360 m/min	0,2 mm Zahn / tooth	0,5 mm	Ölnebel oil-mist
仕上加工 Finishing	超硬カッター Solid carbide milling cutter (TiAlN) d6	400 m/min	0,12 mm Zahn / tooth	0,15 mm	Ölnebel oil-mist

最良の機械加工条件はBOHLER社機械加工部門によりデータの提供とサポートを行います。

1. 密度

20 °C	7.84	kg/dm ³ = g/cc, g/cm ³
500 °C	7.64	kg/dm ³
600 °C	7.60	kg/dm ³

2. 熱伝導率

Wärmeleitfähigkeit bei, W/(m.K) Thermal conductivity at, W/(m.K)						
100 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	600 °C	700 °C
32,1	32,6	32,8	32,6	32,1	30,5	29,6

Überreicht durch: _____

Your partner:



BÖHLER Edelstahl GmbH
Mariazeller Straße 25
A-8605 Kapfenberg/Austria
Telefon: (+43 3862) 20-71 81
Fax: (+43 3862) 20-75 76
E-Mail: info@bohler-edelstahl.com
www.bohler-edelstahl.com

Die Angaben in diesem Prospekt sind unverbindlich und gelten als nicht zugesagt; sie dienen vielmehr nur der allgemeinen Information. Diese Angaben sind nur dann verbindlich, wenn sie in einem mit uns abgeschlossenen Vertrag ausdrücklich zur Bedingung gemacht werden. Bei der Herstellung unserer Produkte werden keine gesundheits- oder ozonschädigenden Substanzen verwendet.

The data contained in this brochure is merely for general information and therefore shall not be binding on the company. We may be bound only through a contract explicitly stipulating such data as binding. The manufacture of our products does not involve the use of substances detrimental to health or to the ozone layer.